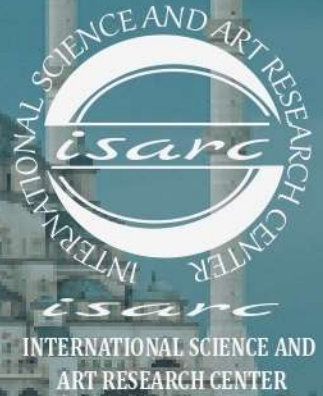


# 4. INTERNATIONAL MEDITERRANEAN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

09-10/12/2023 ADANA



## EDİTÖRLER

Prof. Dr. Hilmi YURDAKUL

Assoc. Prof. Dr. Gönül GÜROL ÇİFTÇİ

## KONGRE KİTABI

<https://www.isarconference.org/>



**CONGRESS ID**

---

**CONGRESS TITLE**

**4. INTERNATIONAL MEDITERRANEAN**

**SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS**

**DATE AND PLACE**

**09-10 DECEMBER 2023, ADANA/TURKEY ONLINE PRESENTATIONS**

**ORGANIZATION**

**ISARC**

**INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER**

**GENERAL COORDINATOR**

**Uzm. Yasemin AĞAOĞLU**

**COORDINATOR**

**Gamze KÖYMEN**

**EDITOR**

**Prof. Dr. Hilmi YURDAKUL**

**Assoc. Prof. Dr. Gönül GÜROL ÇİFTÇİ**

**ORGANIZATION COMMITTEE**

**Prof. Dr. Sevi ÖZ**

**Doç. Dr. Neslihan ŞAHİN**

**Doç. Dr. Reyhan DADAŞOVA**

**Dr. Aykan ÇOŞKUN**

**Dr. Bahar ALTUNOK**

**Dr. Gizem Hediye EREN**

**Dr. Merve BULDAÇ**

**Dr. Nevim TÜZÜN**

**Selma GENÇEL**

**ISBN: ' 978-625-367-519-6 '**



## **SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE**

---

- Prof. Dr. Ali AKİL**  
Saiyed Parul University
- Prof. Dr. Erdin BOZKURT**  
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Hazim Abd Mohammed ALJEWAREE**  
Alkitab University
- Prof. Dr. Hulusi DOĞAN**  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
- Prof. Dr. Gülçin YAHYA KAÇAR**  
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
- Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK**  
Gaziantep Üniversitesi
- Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ**  
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
- Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU**  
Cumhuriyet Üniversitesi
- Prof. Dr. Orhan ZEYBEK**  
Balıkesir Üniversitesi
- Prof. Dr. Süleyman UYAR**  
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi
- Prof. Dr. Seyfi ÖZGÜZEL**  
Çukurova Üniversitesi
- Prof. Dr. Sevi ÖZ**  
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
- Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI**  
Atatürk Üniversitesi
- Doç. Dr. Abdulkerim DİLER**  
Atatürk Üniversitesi
- Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE**  
Atatürk Üniversitesi
- Doç. Dr. Akın KIRBAŞ**  
Yozgat Bozok Üniversitesi
- Doç. Dr. Aylin YALÇIN SARIBEY**  
Üsküdar Üniversitesi
- Doç. Dr. Ayşegül TÜRK**  
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
- Doç. Dr. Ayşen ALTUN ADA**  
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
- Doç. Dr. Azimbaeva GULBAYRA**  
Kazakh National Women's Pedagogical University
- Doç. Dr. Bahadır KILCAN**  
Gazi Üniversitesi
- Doç. Dr. Betül GÜZELDİR**  
Atatürk Üniversitesi
- Doç. Dr. Dinara FARDEEVA**  
Rusya Bilimler Akademisi
- Doç. Dr. Fuat AKDENİZLİ**  
Dokuz Eylül Üniversitesi
- Doç. Dr. Fariz AHMADOV**  
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi
- Doç. Dr. Faruk KALAY**  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi



**Doç. Dr. Güçlü ŞEKERCİOĞLU**  
Akdeniz Üniversitesi  
**Doç. Dr. Mustafa METE**  
Gaziantep Üniversitesi  
**Doç. Dr. Neslihan ŞAHİN**  
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi  
**Doç. Dr. Oqtay QULİYEV**  
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi  
**Doç. Dr. Ömer Faruk RENÇBER**  
Gaziantep Üniversitesi  
**Doç. Dr. Reyhan DADAŞOVA**  
Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi  
**Doç. Dr. Salman Bashir MEMON**  
Shah Abdul Latif University  
**Dr. Ali Arshad**  
University Utara  
**Dr. Ajay B. GADIĆHA**  
Sant Gadge Baba Amravati University  
**Dr. Aqil MEMMEDOV**  
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi  
**Dr. Elşen MEMMEDLİ**  
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi  
**Dr. Gülnar MİRZEYEVA**  
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi  
**Dr. Hamdi DAĞISTANLI**  
MEV  
**Dr. Joanna HERNİK**  
West Pomeranian University of Technology  
**Dr. Nurhoca AKBULAYEV**  
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi  
**Dr. Suat ÖZER**  
MEB  
**Dr. Sultan SARI**  
Türkiye Vakıflar Bankası TAO  
**Dr. Ş. Selçuk SEÇİLMİŞ**  
Gaziantep Üniversitesi  
**Dr. Yasin SÖĞÜT**  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
**Dr. Yüksel DEMİREL**  
Başkent Üniversitesi





**ISARC**

**4. INTERNATIONAL MEDITERRANEAN  
SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS**

**09-10 DECEMBER 2023**

**ADANA**

**CONGRESS PROGRAM**

**Join Zoom Meeting:**

**Meeting ID: 863 3847 4538**

**Passcode: 052971**

<https://us02web.zoom.us/j/86338474538?pwd=RURBeHEyNnM0dEJvZkF5S3lVS2ZVZz09>

**PARTICIPATING COUNTRIES**

**Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/ Macedonia/Malaysia/Moldova  
/Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /**

**TOTAL NUMBER OF INTERNATIONAL PAPER:61  
PAPER FROM TURKEY: 57  
TOTAL PAPER: 118**

zoom



## ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildirimler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ❖ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal Link Name” yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ❖ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ❖ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

### DIKKATEDİLMESİ GEREKENLER- TEKNİK BİLGİLER

- ◆ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ◆ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ◆ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

### IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ❖ To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- ❖ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ❖ The Zoom application can be used without registration.
- ❖ The application works on tablets, phones and PCs.
- ❖ The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- ❖ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ❖ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

### POINTS TO TAKE INTO CONSIDERATION - TECHNICAL INFORMATION

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

**ÖNEMLİ NOT: SUNUMLARINIZI HEM TÜRKÇE HEM İNGİLİZCE HAZIRLAMANIZI RİCA EDERİZ**



**09.12.2023**

**SATURDAY / 10:00-12:30**

**SESSION-1 HALL -1**  
**MODERATOR: Prof. Dr. Özcan KARAHAN**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/  
Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Lect. Dr. Gulnara KARADENIZ Mehmet KARADENIZ Aybek BODOŞEV Aydar ACIBEKOV	Kyrgyz -Turkish Manas University	Investigation Of Control Factors For Quality Wafer Production: A Process Improvement Study
Lect. Dr. Gulnara KARADENIZ Gulzaada ABDRALEVA	Kyrgyz -Turkish Manas University	Harmonization Of The Dual Education System With The Labor Market
Burcu SAYIN OKATAN	Gümüşhane University	Evaluation Of Digital Banking Applications With Text Mining Techniques
Assoc. Prof. Dr. Handan ÇAM Hakan AYCAN	Gümüşhane University	QR Codes A New Guide In Promoting Cities
Prof. Dr. Özcan KARAHAN	Bandırma Onyedı Eylöl University	Innovation Policies To Overcome The Middle-Income Trap
Prof. Dr. Özcan KARAHAN	Bandırma Onyedı Eylöl University	Approaches Modelling The Innovation Process By System Dynamics
Allahverdiyeva Medina Arrahman	Naxçıvan Dövlət Universiteti	The Influence Of Innovation On The Socio-Economic Development Of Nakchivan Autonomous Republic



09.12.2023

SATURDAY / 10:00-12:30

**SESSION-1 HALL -2**  
**MODERATOR: Prof. Dr. Ayten Pinar BAL**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/  
Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Teacher Sümeyye Güner BEDİR Prof. Dr. Ayten Pinar BAL	23 Nisan Middle School Çukurova University	Examination of Secondary School Students' Skills in Posing PISA Type Problems
Teacher Sümeyye Güner BEDİR Prof. Dr. Ayten Pinar BAL	23 Nisan Middle School Çukurova University	Investigation of the Solution Process of the Problems posed by Secondary School Students in PISA Type
Prof. Dr. Perihan Dinç ARTUT Teacher Ahsen Hande KAYADELEN	Çukurova University/ Karacaoğlan Middle School, Adana	Primary Prospective Teachers Related To Application Example On A Realistic Mathematics Education
Melike ZEYTİNLİ ÜNAL Ali İhsan BENZER Suat ÜNAL	Demirci Middle School Hatay Mustafa Kemal University/Trabzon University	Investigation Of High School Science And Mathematics Teachers' Perceptions On Regulating Out-Of-School Learning Environments
Melike ZEYTİNLİ ÜNAL Ali İhsan BENZER Suat ÜNAL	Demirci Middle School Hatay Mustafa Kemal University/Trabzon University	Review Of The 9 th Grade Chemistry Textbook In Terms Of Key Competencies
Didem ALSANCAK SIRAKAYA Assoc. Prof. Dr. Mustafa SIRAKAYA	Kırşehir Ahi Evran University	Investigation Of High School Students' Virtual Risk Perceptions In Terms Of Various Variables
Didem ALSANCAK SIRAKAYA Assoc. Prof. Dr. Mustafa SIRAKAYA	Kırşehir Ahi Evran University	Evaluation Of Computational Thinking Skills Of Middle School Students



09.12.2023

SATURDAY / 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-3

**MODERATOR: Prof. Dr. Yağmur UYSAL**

Algeria/Azerbaycan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/

Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Ekrem BOLUKBASI Şeyda POLATCI Mehmet KARAKAŞ	Amasya University Ankara University	Analysis Of Genetic And Epigenetic Changes Caused By Lead Toxicity In Sunflower ( <i>Helianthus annuus</i> L.) Plant
Assoc. Prof. Dr. Ekrem BOLUKBASI Ece AVULOĞLU YILMAZ Aybüke Afra BABACAN	Amasya University	Determination Of The In-Vitro Cytotoxic Effects Of Safflower ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.) Oil On Colon And Colorectal Cell Lines
Yağmur TÖREMİŞOĞLU Fatma TEKİN Seher OKÇU Mustafa COŞKUN	Adıyaman University	Immunological And Genotoxic Effects Of <i>Ferula caspica</i> Essential Oils On <i>Galleria mellonella</i> Larvae
Mehmet Nuri EKİZ Prof. Dr. Yağmur UYSAL	Mersin University	Impacts Of Mersin Tarsus Organized Industrial Zone Industrial Facilities On Air Quality: PM10 And Settled Dust Analysis
Sefkan KARAKULAK Zehranur ÇAYLALI Zeynep Görkem DOĞAROĞLU Prof. Dr. Yağmur UYSAL	Mersin University	Green Synthesis Of Zinc Oxide Nanoparticles Using Orange Peel Extract: Exploring Photocatalytic Dye Degradation And Assessing Antibacterial Activity
Burcu TEKİN GEBEN Resc. Asst. Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ Prof. Dr. Güray KILINÇÇEKER	Cukurova University	Environmentally Sustainable Solutions: Zero Waste And Deposit System In Turkey
Burcu TEKİN GEBEN Resc. Asst. Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ Prof. Dr. Güray KILINÇÇEKER	Cukurova University	Solid Waste Management And Carbon Footprint Relationship





09.12.2023

SATURDAY / 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-4

**MODERATOR: Ayşe Nur PEKTAŞ**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/  
Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Ayşe Nur PEKTAŞ	Sivas Cumhuriyet University	Multiomics: Human Diseases And Machine Learning
Ayşe Nur PEKTAŞ	Sivas Cumhuriyet University	Single-Cell Mass Cytometry And Transcriptome Profiling
Resc. Asst. Sema AKER Assoc. Prof. Dr. Yasemin AYDIN KARTAL	Health Sciences University	Examining The Relationship Between Intimate Partner Violence And Alexithymia And Depression Levels Of Women
Resc. Asst. Sema AKER Assoc. Prof. Dr. Yasemin AYDIN KARTAL	Health Sciences University	Artificial Intelligence Applications In The Perinatal Period: A Review Study
Funda Gül KIYAK Çiğdem AYDIN ACAR Şükriye YEŞİLOT	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	Evaluation Of Antioxidant Activity Of Aronia Aqueous Plant Extract Using DPPH Method
Funda Gül KIYAK Çiğdem AYDIN ACAR Şükriye YEŞİLOT	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	Antioxidant Activity Of Echinacea ( <i>Echinacea angustifolia</i> ) Flower Extract



09.12.2023

SATURDAY / 11:00-13:00

SESSION-3 HALL-5

**MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Gönül GÜROL ÇİFTCİ**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/  
Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Assoc. Prof. Dr. Gönül GÜROL ÇİFTCİ	Sakarya University	Zinc Homeostasis
Assoc. Prof. Dr. Gönül GÜROL ÇİFTCİ	Sakarya University	Selenium Homeostasis
Dr. Alpaslan COŞAR	Health Sciences University	Reducing Ammonia Interference In Adenosine Deaminase Measurement: A New Approach In Biological Samples
Dr. Alpaslan COŞAR	Health Sciences University	In Vitro Protective Effects Of The Boric Acid On Rat Spermatogonial Stem Cells
Assoc. Prof. Dr. Gönül GÜROL ÇİFTCİ Ebrar Zişan ERDEM	Sakarya University	Autoimmune Diseases And Anti-Inflammatory Diet
Assoc. Prof. Dr. Gönül GÜROL ÇİFTCİ Ebrar Zişan ERDEM	Sakarya University	Osteoarthritis And Mediterranean Diet
Asst. Prof. Dr. Sezer AVCI Asst. Prof. Dr. Betül KAPLAN Asst. Prof. Dr. Ömer YILDIRIM Sp. Nurse Hakan DOKUMUŞ	Hasan Kalyoncu University Muş Alparslan University Arahk Public Hospital	Determining The Level Of Future Anxiety And Attitudes Towards Brain Drain In Student Nurses



09.12.2023

SATURDAY / 11:00-13:00

**SESSION-3 HALL-6**  
**MODERATOR: Asst. Prof. Dr. Serkan GÜN**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/  
Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Şura BAYSAL Erdoğan KANCA Ferhat CERİTBİNMEZ	İskenderun Technical University/Haier Europe, Candy Hoover Group	Test Specimen Clamping Apparatus Design For Fast Hole Drilling Machine By Electro Erosion Method
Dr. Adnan ABDULVAHİTOĞLU Dr. Nurten CENGİZ	Gendarmerie and Coast Guard Academy/Adana Alparslan TÜRKES Science and Technology University	Comparison Of Milk Dessert Types From Packaged Food Products With MCDM Methods
Dr. Adnan ABDULVAHİTOĞLU Dr. Nurten CENGİZ	Gendarmerie and Coast Guard Academy/Adana Alparslan TÜRKES Science and Technology University	MCDM Applications In The Food Industry: A Study On Red Meat Products
Asst. Prof. Dr. Serkan GÜN	Siirt University	Gastronomi Sektörü Pazarlama Faaliyetlerinin Planlanması Yöresel Mutfağın Kullanılması
Pınar ŞEKERCİ KELEŞ Yusuf ESEN	Ardahan University	Polymer, Phenolic And Microbial Metabolites With The Potential To Be Antibiotic Substitute
Yusuf ESEN Pınar ŞEKERCİ KELEŞ	Ardahan University	Use And Application Areas Of New Generation Gene Sequencing Technologies
Meliha KOLDEMİR GÜNDÜZ Elif AYDIN Güllü KAYMAK Ayşe KOÇAK SEZGİN	Kütahya Health Sciences University	Luteolin Inhibits Proliferation Of Melanoma Cells Via Apoptosis
Meliha KOLDEMİR GÜNDÜZ	Kütahya Health Sciences University	Effectiveness Of GLP-1 Receptor Agonists In The Treatment Of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease



09.12.2023

SATURDAY / 11:30-13:30

SESSION-4 HALL -7  
MODERATOR: Prof. Dr. Cenk YAVUZ

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/  
Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ayşegül Kübra KUZUCU Ahmet Gürkan YÜKSEK	Sivas Cumhuriyet University	Investigation And Performance Comparisons Of Artificial Intelligence Based Route Planning Methods In Indoor Environments
Asst. Prof. Dr. Salih ERMİŞ	Kırşehir Ahi Evran University	Use Of A Teaching-Learning Based Optimization Algorithm For Phasor Measurement Unit Optimal Placement
Asst. Prof. Dr. Salih ERMİŞ	Kırşehir Ahi Evran University	Optimal Placement Of Phasor Measurement Units In Power Systems: A Current Review
Batuhan TAŞKAPI Ersin KOCAMIŞ H. Şebnem ARLI Zehra Sude SARI Prof. Dr. M. Fatih AKAY	Inveon/ Çukurova University	Development Of Natural Language Processing-Based Product Similarity Scoring Models For E-Commerce Marketplace
Ceyda AKSOY TIRMIKÇI Prof. Dr. Cenk YAVUZ	Sakarya University	A Detailed Look At Innovation Management Standards: ISO 56000 Series
Begüm Selen ALTINKAYA Ceyda AKSOY TIRMIKÇI Prof. Dr. Cenk YAVUZ	Sakarya University	Determination Of Sakarya Province Local Transportation Resourced Greenhouse Gas Emission Reduction Strategies By Swot Analysis



09.12.2023

SATURDAY / 11:30-13:30

SESSION-4 HALL-8

MODERATOR: Prof. Dr. Hilmi YURDAKUL

Algeria/Azerbaycan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/

Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Alırza KALELİ Bilal SUNGUR Seyda ÖZBEKTAŞ	Samsun University Ondokuz Mayıs University	Application Of The AVL Cruise M Simulation For Modeling The Bottom Cooling Of A Battery Module
Bilal SUNGUR Alırza KALELİ Seyda ÖZBEKTAŞ	Samsun University Ondokuz Mayıs University	Investigation Of The Effect Of Module Parameters On AVL Cruise M Based Liquid Cooled Lithium-Ion Battery Cooling Systems
Assoc. Prof. Dr. Merve Esra TÜRKAY	Sivas Cumhuriyet University	Some New Predictions About The Boundedness Of The Generalized Potential Operators In Morrey Spaces Defined On Carleson Curves
Furkan SARISOY Dr. Mahmut BİNGÖL	Ford Automotive Ind. Inc. Automation/ Yalova University	Application Of Predictive Maintenance Practices To Maintenance Management System With Machine Learning Methods
Assoc. Prof. Dr. Arife YURDAKUL Prof. Dr. Hilmi YURDAKUL	Kütahya Dumlupınar University	Development Of 12Ce-TZP/ZrB <sub>2</sub> Composites For Structural Applications
Yük. Müh. Rifkı BAYRAM	Bomak Makine	Compounds That Can Be Used As Active Covers In A-TIG and FB-TIG Welding Methods





**09.12.2023**

**SATURDAY / 12:00-14:00**

**SESSION-5 HALL-9**

**MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY**

**Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/  
Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /**

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
<b>Resc. Asst. Büşra ÖZTÜRK Assoc. Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY</b>	<b>Selçuk University Gazi University</b>	<b>Digitalization Initiatives In Cultural Heritage Management And Evaluation In The Context Of Turkey</b>
<b>Asuman BOSTAN Assoc. Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY</b>	<b>Gazi University</b>	<b>An Evaluation Through Architectural Design Products In The Metaverse Universe</b>
<b>Elif Ayça KARACA</b>	<b>Hacı Bayram Veli University</b>	<b>The Emergence Of The Concept Of Media Ethics In The World And Turkey Development</b>
<b>Dr. Abdurrahman AYDIN</b>	<b>-----</b>	<b>Digitalizing Türkiye: The Impact Of Information Technologies On Participatory Democracy</b>
<b>Assoc. Prof. Dr. Alpay BİZBİRLİK</b>	<b>Manisa Celal Bayar University</b>	<b>Findings On The Trading Of Real Estate In Manisa According To The Sharia Registers (1024-1028/1615-1619)</b>
<b>Lect. Çiğdem BAL</b>	<b>Mersin University</b>	<b>Women's Employment Within The Scope Of Social Sustainability</b>



**09.12.2023**

**SATURDAY / 12:00-14:00**

**SESSION-6 HALL-10**

**MODERATOR: Moses Adeolu AGOI**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/

Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Solomon Abraham UKPANA Oluwanifemi Opeyemi AGOI	Lagos State University Nigeria	An Explicit Survey On The Impact Of Data Analytics On Information System Curriculum: Educator's Point Of View
CAMELIA Minhatus SANIA Dava Dhito SASIAJI Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Aris SAFI'I	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	Keynesian Classical Theory and Present Time
Zahrotul KAROMAH Lailatul Suci KHATI Reihan Kurniawan HUSODO Jivan PRAMANA Shinta Dewi RISMAWATI Hammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	The Role Of Government In Realizing A Fair Islamic Economy
Fenti FEBRIANI Khorisatul AMANAH Sulis SAPUTRA	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	The Interaction Of Ethics And Aesthetics In Human Decision-Making
MUFLIKHA Milati KHANIFAH Riska YULIYANTI Dr. Hj. Shinta Dewi RISMAWATI Muhammad Sultan MUBAROK	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	The Role Of Fiscal Policy In Islamic Economics
Nafila Tri AFRIZA SALSABILLA Meza Luna Ghaisani PUTRI Olivia Carolina SODIQ Muhammad Sultan MUBAROK	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	Prohibition Of Buying And Selling In Islam
Fatma Azzahra Puspita SARI Qonita FITRIANI Riska Naila ZULFA Muhammad Sultan MUBAROK Ade GUNAWAN Ria Anisatus SHOLIHAH	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	Benefits And Objectives Of Islamic Economic Philosophy
Tsania UMAIRO Wulan OKTAVIANI Elma NURKHANIFAH Muhammad Sultan MUBAROK Ria Anisatus SHOLIHAH	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	Ibn Khaldun's Theories Of Islamic Economic Philosophy



**09.12.2023**

**SATURDAY / 12:00-14:00**

**SESSION-6 HALL-11**

**MODERATOR: Ade GUNAWAN**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/  
Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Nafila Tri AFRIZA SALSABILLA Meza Luna Ghaisani PUTRI Olivia Carolina SODIQ Muhammad Sulthan MUBARAK	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	Prohibition Of Buying And Selling In Islam
Artini Fatikhathu Yaa SIINTA Nok KARIMA Sabita KHADIQOH Muhammad Sultan MUBAROK Muhammad SHULTHONI	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	Pamali Dynamics And Social Chage I The Modern Era
Ananda MEILANI Ela AGELIA Dina Nazilatul HIDAYAH Muhammad Sultan MUBAROK Ade GUNAWAN	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	The Concept Of Ownership In Islamic Economics
Michelle Prajna PRAMESWARI Sheylomitha Suryaning PUTRI Rizki Ananda SAFITRI Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	Demand and Supply Analysis on Digital-based UMKM Before the COVID-19 Pandemic
Septya Wulan SAVITRI Lu'luil KAROMAH Suci Fitria SAFIRA Faula ARIMA Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	The Importance Of Understanding Maqashid Sharia As The Main Goal Of Islamic Law
Alzena Nasywa SHAKIRA M. Tegar Abdillah AKBAR Risqi Khoirina FIRDA Muhammad Sultan MUBAROK Muhammad Taufiq ABADI Muhammad SHULTHONI	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	Islamic Economic Paradigm
SHOFA' ANIYAH Sulis SETIYANINGRUM Amalina ZULFA Muhammad SHULTHONI	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	Sharia Economic Objectives In Dealing With Economic Maqashid In Indonesia
Alifiya SUHAILA Annisa Putri AULIA Nazila Putri INDAH B. Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	Filsafat Sebagai Hakikat Kebijakan Manusia



09.12.2023

SATURDAY / 12:00-14:00

SESSION-6 HALL-12

MODERATOR: Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/

Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Vidya PADMAKUMAR Murugan SHANTHAKUMAR	Bangalore University, India	Coral Reef Monitoring, Reef Assessment Technologies, and Ecosystem-Based Management
A. ARABI, A. AZBOUCHE, L. BOUNEMIA, Z. MELZI A. DILMI, A. HAMOUDI	Algiers Nuclear Research Centre, National Forest Research Institute, Algeria	Study Of The Distribution Of Natural Radioactivity On The Soil Surface Of The Baïnem Forest In The West Of Algiers
S. YAKUBU I. A. JAIYEoba	Osun State University/ Federal University Lokoja, Nigeria	Level Of Contamination Of Vegetable From Municipal Solid Waste Amended Farmlands
Univ. Prof. Victor LACUSTA Univ. Prof. Valeriu FALA Univ. Asst. Gheorghe BORDENIUC Univ. Asst. Dumitru ROMANIUC	State University of Medicine and Pharmacy, Moldova	Screening Of Masticatory Muscle Activity Disorders Based On Infrared Thermography
Dr. Aldemir Malveira de Oliveira	Amazon Education Media Center, Brazil	Machine Learning Google As A Tool In The Evaluation Process In Mathematics ‘‘An Experience In The Amazon - Northern Brazil’’
Fakhurun Nisa Alias Fizza Syed	Mehran University, Pakistan	Trajectory Tracking Of Puma 560 Using Sliding Mode Control
Biljana ILKOVSKA Bisera Kotevska TRIFUNOVA	1.Public Health Organization Clinical Hospital/ Acıbadem City Clinic Tokuda Hospital, Macedonia/Acıbadem City Clinic Tokuda Hospital, Bulgaria	Presentation Of The Results Of Antistreptolysin O Titer (Asot) Performed In 2022 Year In Bitola, North Macedonia
Nala Atina SAROFAH Nanda KRISTIANA Widia Reza VALENTINA Muhammad Sultan MUBAROK Muhammad Taufiq ABADI Muhammad SHULTHONI	State Islamic University K.H Abdurrahman, Indonesia	Economic Behavior From An Islamic Perspective



**09.12.2023**

**SATURDAY / 12:00-14:00**

**SESSION-6 HALL-13**

**MODERATOR: Dr. Bahar ALTUNOK**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/

Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Ifedi CHIBUZO Rasheedul HAQUE Gunananthini A/P KUMARAN	MAHSA University, Malaysia	Service Quality Delivery And Its Impact On Customer Satisfaction In The Banking Sector In Malaysia
Dr. Rasheedul HAQUE Ajaegbu Justic EMAKA Dr. Abdul Rahman bin S. SENATHIRAJAH	MAHSA University, Malaysia	The Impact Of Human Resource Management (HRM) Practices On Organizational Performance In Health Care Sector In Nigeria
Asst. Prof. Dr. K. R. PADMA Reader,K. R. DON	Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's) University/ Bharath University, India	Artificial Photosynthesis with Gold Nanostructures Incorporation in Non-Photosynthetic Bacteria
Asst. Prof. Dr. K. R. PADMA Reader,K. R. DON	Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's) University/ Bharath University, India	Online Transformation Significantly During Pandemic Showed Positive Effect On Mental Health Of Students
H. SOUMADRASS Z. BEIDOURI KH. ZARBANE	Hassan II University, Casablanca, Morocco	Effect Of The Natural Fibers Reinforced On The Structural, Morphological And Mechanical Properties In Concrete Slabs Of Traditional Buildings, Case Study: Casablanca-Morocco
Abraham U. S. Abioye O. P.	Federal University, Nigeria	Production And Partial Purification Of Protease From Bacillus Subtilis For Dehairing Of Animal Skin
Abdelhak El HANNANI Kaddour REFASSI Abbes ELMEICHE Mohamed BOUAMAMA	Ahmed Ben Yahia El Wancharissi Tissemsilt university/ University of Sidi Bel Abbes, Algeria	Dynamic Response Of Functionally Graded Tapered Rotor Shaft System
Muhammad Ahtisham RAZA, Farhan SAEED, Muhammad AFZAAL, Bushra NIAZ, Amara RASHEED, Ali IMRAN	Government College University, Pakistan	Comparative Study Of Cross- And Uncross-Linked Arabinoxylans Extracted From Maize Bran





09.12.2023

SATURDAY / 12:00-14:00

SESSION-6 HALL-14

**MODERATOR: Prof. Dr. Alexander LAGEREV**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/

Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Prof. Dr. Igor LAGEREV Prof. Dr. Alexander LAGEREV	I.G. Petrovskii Bryansk State Univcrsity, Russia	Experience In Creating Digital Twins Of Rope Machines For Logging On Steep Slopes
Pushkar PANDEY Renu KUNDU	Indian Institute of Technology, India	UX study on Handheld Augmented Reality Games by Applying Spradley's Nine Dimensions Design Principle
Dr. Binyam ZIGTA	Wachemo University, Ethiopia	The Influence of Thermal Radiation and Chemical Reaction on MHD Micropolar Fluid in The Presence of Heat Generation/ Absorption
Najeeb Ullah KHAN, Usman HAIDER, Wania NASIR, Rehan SAJID, Saad TARIQ, Bilal ASLAM, Muhammad Naeem FAISAL	University of Agriculture, Pakistan	Impact Of Dietary Modulations On Gut Health In Commercia Broiler Birds
Foudil KHELIL, Fatima BENAOU, M, Khaldi MOKHTAR, Baltache ABDELGHANI, Zengah SAHNOUN	University of Mascara, Algeria	The Fin Efficiency In A Forced Heat Convection And Natural Heat Convection
Foudil KHELIL, Fatima BENAOU, M, Khaldi MOKHTAR, Baltache ABDELGHANI, Zinelabidine HARCHOUCHE	University of Mascara, Algeria	Measurement Of The Heat Transfer Characteristics Of Water Flow In Heat Exchangers
Ahlem ADOUI, Rabah KHALDI, Assia GUEZANE-LAKOUD	University of Badji Mokhtar- Annaba, Algeria	Analysis Of A Mixed Sequential Caputo Fractional Boundary Value Problem
Baratadewa SAKTI PERDANA, Hendri Hermawan ADINUGRAHA, SUSMININGSIH, Ali MUHTAROM	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	Cooperative Based On Corporate Waqf Shares: A Case Study In Sukabumi, West Java – Indonesia
Kazi Araf SAYEED, A.K.M Abirul HAQUE, Md. Iqbal HOSSAIN	Bangladesh University, Bangladesh	Synthesis And Characterization Of Psyllium Husk Grafted Co-Polymers For The Application As Bio-Adsorbent Of Heavy Metals



**09.12.2023**

**SATURDAY / 12:00-14:00**

**SESSION-6 HALL-15**

**MODERATOR: Muhammad Sultan MUBAROK**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/  
Macedonia/Malaysia/Moldova /Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Fifi AFISTA, Nurul KHOLISHA, Tahani SALSABILA, Ade GUNAWAN	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	The History of the Establishment, Function and Objectives of Sharia Pawnshop as an Economic Driver in Indonesia
Hilya Hana PUTRI, Mohammad Kaka Syahwa ABBAS, Siti Amalia Nurul HADIDAH, Muhammad Taufiq ABADI, M. Aris SAFII	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Exploring the Concept of Market Equilibrium in Macroeconomic Analysis
Windi Rizki FEBRIANINGTYAS Azzah FITHRIYANA Devita Dwi MARTAYANI Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	The Scope Of Economics
Hilda ADISTYA Mathraf AZ-ZANJI Mila Minkhatul MAULA M. Aris SAFII Muhammad Taufiq ABADI	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	The Concept of Money, Usury and Interest in Islamic Macroeconomic Perspective
Dina AMBARWATI Berlian Eka NURSABRINA Nailil Mufidah QOSIM M. Aris SAFII Muhammad Taufiq ABADI	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Factors That Trigger Unemployment And Inflation On Government Policy In Indonesia
Raiha RAVITTA PUTRI Intan Ayu NOVERITA Sekar ARUMANDANI M. Aris SAFII Muhammad Taufiq ABADI	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Concept Of Savings And Investment
Elsa Az ZAHRA Eka Erliya SARI Velisah Intan EDITRIYA Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Characteristics Of The Capitalist Economic System



09.12.2023

SATURDAY / 12:00-14:00

SESSION-6 HALL-16

**MODERATOR: Emad H. E. YASIN**

Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Brazil/Bulgaria/China/Ethiopia/ India/Indonesia/Kyrgyz/Macaristan/ Macedonia/Malaysia/Moldova  
/Morocco/Nigeria/Pakistan/Russia/Sudan /

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Naela Septi AMELIA Fida Putri NAINAWA Rahma Zelika PUTRI Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Metodologi Ekonomi Islam
Navila Bunga SAFIRA Olga VALENTINA Lailah Nur AZIZAH Eva Zulmi MEILAWATI Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Meaning, Objectives And Functions Of Monetary Policy
Pooja RASAL Gaurav KASAR	SNJB'S SSDJ College of Pharmacy. India.	Hepatoprotective Effect of Curcumin Microsponges Against Paracetamol-Induced Liver Toxicity in Rats
Ezekiel P.N, Yaki A.A., Saifullahi M.	Federal University of Technology, Nigeria	Effects Of Learning Management System- Enhanced Instruction (LMS) On Student's Motivation In Educational Guidance And Counseling
Emiliana RACHMA Adelia AYUMARISKA Afiyatul SAKINAH Muhammad Sultan MUBAROK Ade GUNAWAN	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Introduction To The Philosophy Of Science
Zulfatus SAROYA Anisa KAMILA, Tri Ayu WIDYASTUTI, Achmad Tubagus SURUR, Muhammad Sultan MUBAROK	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Islamic Economy With Its Goal As A Benefit Of Mankind In Indonesia
Ulqiya Rohmatun WAFIROH Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Sultan MUBAROK Wilda Yulia RUSYIDA	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Analysis Of The "Iffa Syar'i" Boutique Business Feasibility Study
Ananda Aprilia AULIA SYAHNA Muhamad MAHFUDIN Hasan SU'AIDI Ambar HERMAWAN	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	The History Of The Growth Of Hadith In The Second Century Hijri
Munadiatul UMMAH Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Sultan MUBAROK Wilda Yulia RUSYIDA	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Indonesia	Aspect Of Constraints In Mini Taco Marketing Mba Tin
Emad H. E. YASIN Khalid A. E. EISAWI Kornél CZIMBER	University of Khartoum, Sudan. University of Sopron, Hungary. Northwest A&F University, China	Trees Species Composition, Diversity, Forest Stand Structure and Regeneration Status In Tozi Reserved Forest, Sinnar State, Sudan

# PHOTO GALLERY

4. INTERNATIONAL MEDITERRANEAN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

**KÜLTÜREL MİRAS YÖNETİMİNDE DİJİTALLEŞME GİRİŞİMLERİ VE TÜRKİYE BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DIGITALIZATION INITIATIVES IN CULTURAL HERITAGE MANAGEMENT AND EVALUATION IN THE CONTEXT OF TURKEY**

**Arş. Gör. Bübra ÖZTÜRK**  
Söğüt Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,  
Mimarlık Bölümü

**Doç. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY**  
Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi,  
Mimarlık Bölümü

ISARC'4, December 9-10, 2023

H9-Zeynep Yeşim İlerisoy  
ISARC Yasemin AĞAOĞLU  
Elif Ayça Karaca  
bübra öztürk  
Asuman Bostan  
S5-H9 Abdurrah...  
S5-H9 Abdurrahman AYDIN  
Çiğdem BAL  
Çiğdem BAL

Seyda ekranını görüntüleyorsunuz Seçenekleri Görüntüle Giriş yapın Görüntüle

ALTAN SIVI SOĞUTMALI BATARYA MODÜLÜNÜN MODELLENMESİ İÇİN AVL CRUISE M SİMÜLYASYONU

Seyda ÖZBEKTAŞ  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Makine Mühendisliği Bölümü  
2023


Prof. Dr. Hilmi YURDAKUL  
ISARC Yasemin AĞAOĞLU  
H-ŞFurkan Sarısoy  
Seyda  
863 3847 4538  
Bomak Makina  
Bomak Makina

Sesi aç Videoyu Başlat Katılımcılar 6 Sohbet Ekranı paylaş Kaydet Alt Yazıları Göster Ara Odalar Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Odadan Çık


Dr.Öğr.Üyesi Salih ERMiŞ ekranını görüntüyorsunuz
Seçenekleri Görüntüle
Giriş yapın Görüntüle

GÜÇ SİSTEMLERİNE FÖB YERLEŞİMİ

- Güç Sistem Gözlenebilirliği
  - Sayısal yöntem
  - Topolojik yöntem



Dr. Öğr. Üyesi Salih ERMiŞ



ISARC Yasemin AĞAOĞLU

H-7Ayşegül Küb...	Ceyda Tirmikci
H-7Ayşegül Kübra Kuzucu	Ceyda Tirmikci
Begüm Selen AL...	Hall-7 Sude Sarı
Begüm Selen ALTINKAYA	Hall-7 Sude Sarı

Sessize al
Videoyu Başlat


Katılımcılar
Sohbet
Ekranı paylaş
Kaydet
Alt Yazıları Göster
Ara Odalar
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Be Yaz Tahtalar

Odadan Çık


---

Kırmızı et ürünleri

- Türkiye'de, **salam, sosis, sucuk, kavurma** ve **pastırma** gibi çeşitli ürünler aracılığıyla kırmızı et ve ürünleri tüketicilere sunulmaktadır.
- Ancak, sağlıklı beslenme konusundaki **bilinçlenmeyle birlikte**, özellikle paketlenmiş hazır gıda ürünleriyle ilişkilendirilen **kırmızı et ürünlerine dair olumsuz bir algı** oluşmuştur.
- Tüketiciler, daha **sağlıklı, güvenli** ve **nitelikli gıda** tercih etme eğilimindedirler. Sağlıklı gıda algıları zaman içinde değişmekte, bazı ürünlerin sağlığa zararlı olduğu yönündeki yanlış algılar da benzer şekilde evrim geçirmektedir.



Dr. Serkan Gün-SESSION-3 HA...



ISARC Yasemin AĞAOĞLU

H-6Şura Baysal	S-3 H-6 Yusuf Es...
H-6Şura Baysal	S-3 H-6 Yusuf Esen
S-3 H-6 Meliha...	Nurten
S-3 H-6 Meliha Koldemir Gün...	Nurten

Sesi aç
Videoyu Başlat


Katılımcılar
Sohbet
Ekranı paylaş
Kaydet
Alt Yazıları Göster
Ara Odalar
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Be Yaz Tahtalar

Odadan Çık




Zoom Toplantı - Oda 5


Giriş yapın Görüntüle



**Ebrar Zişan Erdem**



**ISARC**



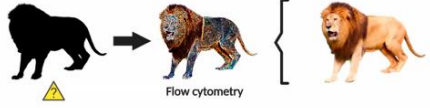
**Sezer AVCI**

Sesi aç Videoyu Başlat Katılımcılar 5 Sohbet 2 Ekranı paylaş Kaydet Alt Yazıları Göster 3 Ara Odalar Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Odadan Çık

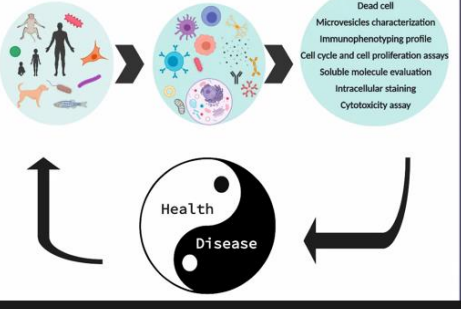
TRY/USD -%0.29 11:05 9.12.2023

H4-Ayşe Nur Pektaş ekranını görüntülüyorsunuz Seçenekleri Görüntüle

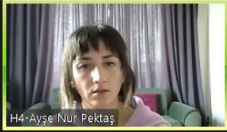

**(A) Clinical characteristics** Complementary techniques Diagnosis/Clinical follow-up





**(B) Study subject** Study object Flow cytometry applications



Health Disease





**ISARC**


Sesi aç Videoyu Başlat Katılımcılar 4 Sohbet Ekranı paylaş Kaydet Alt Yazıları Göster 3 Ara Odalar Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Odadan Çık

Mustafa Sırakaya ekranını görüntülüyorsunuz
Seçenekleri Görüntüle
Giriş yapın Görüntüle




**SONUÇLAR VE TARTIŞMA**


- Elde edilen son sonuca göre öğrencilerin bilgi işleme becerileri teknolojik cihaz kullanım deneyimine göre anlamlı farklılık göstermemektedir.
- Alsancak Sırakaya (2020) mobil teknoloji deneyiminin öğrencilerin bilgi işleme becerisini artırabileceği şeklinde bir sonuca ulaşmıştır. Kocucu vd. (2017) öğrencilerin bilgi işleme becerilerinin mobil cihaz deneyimine göre anlamlı farklılık gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.



S.H. Suat Ünal



ISARC Yasemin AGAOĞLU



Mustafa Sırakaya

Hall 2- Ahsen Ha...

Hall 2- Ahsen Hande Kayadelen

4 atanmamış katılımcı

Sesi aç
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekranı paylaş
Kaydet
Alt Yazıları Göster
Ara Odalar
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Beş Tahtalar


Odadan Çık

---


H-3 Şeyda POLATCI ekranını görüntülüyorsunuz
Seçenekleri Görüntüle
Giriş yapın Görüntüle

## Bitki Örneklerinin Büyümesi ve Kurşun Stresi Uygulamaları


- Ayçiçeği tohumları ekilmeden önce, yüzeyleri % 70 alkol ve % 30 sodyum hipoklorit çözeltisi ile sterilize edildi. Sterilize edilen tohumlar ardından distile su ile üç veya dört kez yıkandı.
- Ayçiçeği tohumlarının çimlenmesi ve büyümesi için steril perlit kullanılarak viyoller düzenlendi. Hazırlanan viyoller sekiz gruba ayrıldı. Kontrol grubu fideleri sadece 15 ml distile su ile sulandı. Diğer gruplar ise sırasıyla 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1280 ppm kurşun çözeltisi için 15 ml reaksiyon hacmi ile işleme tabi tutuldu. Bu şekilde ayarlanan yetiştirme süreci 21 gün boyunca devam etti. 21 günün sonunda kontrol grubu ve kurşun çözeltisi ile muamele edilen bitki örnekleri toplandı ve -20 derecede DNA izolasyonu yapılabildi kadar saklandı.



H-3 Şeyda POLATCI



ISARC Yasemin AGAOĞLU



Yağmur UYSAL-Hall 3


H-3Seher OKÇU

H-3 Fatma Tekin

H-3 Mehmet Nu...

H-3 Fatma Tekin

H-3 Mehmet Nuri EKİZ



H-3Yağmur Töremişoğlu

Aybüke Afra BA...

Aybüke Afra BABACAN

S2 H3 Zeynep G...

Sefkan Karakulak

S2 H3 Zeynep Gorkem Do...

Sefkan Karakulak

10 atanmamış katılımcı

Sessize al
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekranı paylaş
Kaydet
Alt Yazıları Göster
Ara Odalar
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Beş Tahtalar

Odadan Çık

XXVII

AYDAR ACIBEKOV ekranını görüntüyorsunuz Seçenekleri Görüntüle Giriş yapın Görüntüle

Deneyin Amacı ve Özellikleri

- Deneylede, gıfret tabakasının tadı, çıtırılığı, rengi ve kalınlığı üzerine odaklanılmıştır.
- Bu özellikler, deney sonuçlarından gıfret tabakasının tadı, çıtırık ve renk özellikleri üzerine uzmanlar tarafından değerlendirilip puanlanmıştır.
- Her bir deney sonucunda elde edilen gıfret tabakalarının 4 kenarının kalınlıkları ölçülmüştür.

Guizaada ABDRALEVA ISARC Yasemin AĞAOĞLU

gullnara.karade...  
Özcan Karahan gullnara.karadeniz

Ali Hakan Aycan  
Mehmet Karadeniz Ali Hakan Aycan

AYDAR ACIBEKOV BURCU SAYIN O...  
AYDAR ACIBEKOV BURCU SAYIN OKATAN

Handan Çam  
Handan Çam

Sesi aç Videoyu Başlat Katılımcılar 9 Sohbet Ekranı paylaş Kaydet Alt Yazıları Göster Ara Odalar Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Odadan Çık

S6 H15 Hilya Hana Putri ekranını görüntüyorsunuz Seçenekleri Görüntüle Giriş yapın Görüntüle

### Definition of Market Equilibrium

From figure 1.1 the vertical source shows the price of the good (P) measured in rupiah per unit. This is the price that sales receive for a given amount of supply. The horizontal axis shows the total amount of demand and supply (Q) expressed in units per period. In the graph the demand curve is called the market equilibrium. The two curves intersect at the equilibrium quantity and price. At this price  $P_e$ , the sum of supply and demand is equal ( $Q_e$ ). Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

H-10, Moderator: Moses Adeolu AGOI ISARC Yasemin AĞAOĞLU

S6 H15 Hilya Ha...  
S6 H15 Hilya Hana Putri S6 H15 Hilya Hana Putri

Nanda Kristiana,... reihan kurniawa...  
Nanda Kristiana, Widia Reza V, Nal... reihan kurniawan UIN GUSDUR

Tegar abdillah  
Tegar abdillah

Sesi aç Videoyu Başlat Katılımcılar 7 Sohbet Ekranı paylaş Kaydet Alt Yazıları Göster Ara Odalar Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Odadan Çık

	<b>INDEX</b>	
<b>CONGRES ID</b>		I-III
<b>PROGRAM</b>		IV-XXIII
<b>GALLERY</b>		XXIV-XXVIII
<b>INDEX</b>		XXIX-XXXVI

<b>AUTHORS</b>	<b>TITLE</b>	<b>NO</b>
Gulnara KARADENİZ Mehmet KARADENİZ Aybek BODOŞEV Aydar ACİBEKOV	Investigation Of Control Factors For Quality Wafer Production: A Process Improvement Study	1-2
Gulnara KARADENİZ Gulzaada ABDRAİLİEVA	Harmonization Of The Dual Education System With The Labor Market	3-4
Burcu SAYIN OKATAN	Evaluation Of Digital Banking Applications With Text Mining Techniques	5-18
Handan ÇAM Hakan AYCAN	QR Codes A New Guide In Promoting Cities	19-20
Özcan KARAHAN	Innovation Policies To Overcome The Middle-Income Trap	21-35
Özcan KARAHAN	Approaches Modelling The Innovation Process By System Dynamics	36-47
Allahverdiyeva Medina Arrahman	The Influence Of Innovation On The Socio-Economic Development Of Nakchivan Autonomous Republic	48-57
Sümeyye Güner BEDİR Ayten Pınar BAL	Examination of Secondary School Students' Skills in Posing PISA Type Problems	58-59
Sümeyye Güner BEDİR Ayten Pınar BAL	Investigation of the Solution Process of the Problems posed by Secondary School Students in PISA Type	60-61
Perihan Dinç ARTUT Ahsen Hande KAYADELEN	Primary Prospective Teachers Related To Application Example On A Realistic Mathematics Education	62-64
Melike ZEYTİNLİ ÜNAL Ali İhsan BENZER Suat ÜNAL	Investigation Of High School Science And Mathematics Teachers' Perceptions On Regulating Out-Of-School Learning Environments	65-79
Melike ZEYTİNLİ ÜNAL Ali İhsan BENZER Suat ÜNAL	Review Of The 9 th Grade Chemistry Textbook In Terms Of Key Competencies	80-89
Didem ALSANCAK SIRAKAYA Mustafa SIRAKAYA	Investigation Of High School Students' Virtual Risk Perceptions In Terms Of Various Variables	90-98
Didem ALSANCAK SIRAKAYA Mustafa SIRAKAYA	Evaluation Of Computational Thinking Skills Of Middle School Students	99-108
Ekrem BOLUKBASI Şeyda POLATCI Mehmet KARAKAŞ	Analysis Of Genetic And Epigenetic Changes Caused By Lead Toxicity In Sunflower ( <i>Helianthus annuus</i> L.) Plant	109-120
Ekrem BOLUKBASI Ece AVULOĞLU YILMAZ Aybüke Afra BABACAN	Determination Of The In-Vitro Cytotoxic Effects Of Safflower ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.) Oil On Colon And Colorectal Cell Lines	121-130
Yağmur TÖREMİŞOĞLU Fatma TEKİN Seher OKÇU Mustafa COŞKUN	Immunological And Genotoxic Effects Of <i>Ferula caspica</i> Essential Oils On <i>Galleria mellonella</i> Larvae	131-145

<b>AUTHORS</b>	<b>TITLE</b>	<b>NO</b>
Mehmet Nuri EKİZ Yağmur UYSAL	Impacts Of Mersin Tarsus Organized Industrial Zone Industrial Facilities On Air Quality: PM10 And Settled Dust Analysis	146-155
Sefkan KARAKULAK Zehranur ÇAYLALI Zeynep Görkem DOĞAROĞLU Yağmur UYSAL	Green Synthesis Of Zinc Oxide Nanoparticles Using Orange Peel Extract: Exploring Photocatalytic Dye Degradation And Assessing Antibacterial Activity	156-164
Burcu TEKİN GEBEN Hasan Kıvanç YEŞİLTAS Güray KILINÇÇEKER	Environmentally Sustainable Solutions: Zero Waste And Deposit System In Turkey	165-171
Burcu TEKİN GEBEN Hasan Kıvanç YEŞİLTAS Güray KILINÇÇEKER	Solid Waste Management And Carbon Footprint Relationship	172-177
Ayşe Nur PEKTAŞ	Multiomics: Human Diseases And Machine Learning	178-183
Ayşe Nur PEKTAŞ	Single-Cell Mass Cytometry And Transcriptome Profiling	184-191
Sema AKER Yasemin AYDIN KARTAL	Examining The Relationship Between Intimate Partner Violence And Alexithymia And Depression Levels Of Women	192-200
Sema AKER Yasemin AYDIN KARTAL	Artificial Intelligence Applications In The Perinatal Period: A Review Study	201-207
Funda Gül KIYAK Çiğdem AYDIN ACAR Şükriye YEŞİLOT	Evaluation Of Antioxidant Activity Of Aronia Aqueous Plant Extract Using DPPH Method	208-213
Funda Gül KIYAK Çiğdem AYDIN ACAR Şükriye YEŞİLOT	Antioxidant Activity Of Echinacea ( <i>Echinacea angustifolia</i> ) Flower Extract	214-219
Gönül GÜROL ÇİFTÇİ	Zinc Homeostasis	220-226
Gönül GÜROL ÇİFTÇİ	Selenium Homeostasis	227-232
Alpaslan COŞAR	Reducing Ammonia Interference In Adenosine Deaminase Measurement: A New Approach In Biological Samples	233-234
Alpaslan COŞAR	In Vitro Protective Effects Of The Boric Acid On Rat Spermatogonial Stem Cells	235-236
Gönül GÜROL ÇİFTÇİ Ebrar Zişan ERDEM	Autoimmune Diseases And Anti-Inflammatory Diet	237-244
Gönül GÜROL ÇİFTÇİ Ebrar Zişan ERDEM	Osteoarthritis And Mediterranean Diet	245-251
Sezer AVCI Betül KAPLAN Ömer YILDIRIM Hakan DOKUMUŞ	Determining The Level Of Future Anxiety And Attitudes Towards Brain Drain In Student Nurses	252-253
Şura BAYSAL Erdoğan KANCA Ferhat CERİTBİNMEZ	Test Specimen Clamping Apparatus Design For Fast Hole Drilling Machine By Electro Erosion Method	254-262
Adnan ABDULVAHİTOĞLU Nurten CENGİZ	Comparison Of Milk Dessert Types From Packaged Food Products With MCDM Methods	263-275



<b>AUTHORS</b>	<b>TITLE</b>	<b>NO</b>
Adnan ABDULVAHİTOĞLU Nurten CENGİZ	MCDM Applications In The Food Industry: A Study On Red Meat Products	276-288
Serkan GÜN	Gastronomi Sektörü Pazarlama Faaliyetlerinin Planlanması Yöresel Mutfağın Kullanılması	289-300
Pınar ŞEKERCİ KELEŞ Yusuf ESEN	Polymer, Phenolic And Microbial Metabolites With The Potential To Be Antibiotic Substitute	301-307
Yusuf ESEN Pınar ŞEKERCİ KELEŞ	Use And Application Areas Of New Generation Gene Sequencing Technologies	308-317
Meliha KOLDEMİR GÜNDÜZ Elif AYDIN Güllü KAYMAK Ayşe KOÇAK SEZGİN	Luteolin Inhibits Proliferation Of Melanoma Cells Via Apoptosis	318-323
Meliha KOLDEMİR GÜNDÜZ	Effectiveness Of GLP-1 Receptor Agonists In The Treatment Of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease	324-330
Ayşegül Kübra KUZUCU Ahmet Gürkan YÜKSEK	Investigation And Performance Comparisons Of Artificial Intelligence Based Route Planning Methods In Indoor Environments	331-343
Salih ERMİŞ	Use Of A Teaching-Learning Based Optimization Algorithm For Phasor Measurement Unit Optimal Placement	344-354
Salih ERMİŞ	Optimal Placement Of Phasor Measurement Units In Power Systems: A Current Review	355-363
Batuhan TAŞKAPI Ersin KOCAMIŞ H. Şebnem ARLI Zehra Sude SARI M. Fatih AKAY	Development Of Natural Language Processing-Based Product Similarity Scoring Models For E-Commerce Marketplace	364-365
Ceyda AKSOY TIRMIKÇI Cenk YAVUZ	A Detailed Look At Innovation Management Standards: ISO 56000 Series	366-373
Begüm Selen ALTINKAYA Ceyda AKSOY TIRMIKÇI Cenk YAVUZ	Determination Of Sakarya Province Local Transportation Resourced Greenhouse Gas Emission Reduction Strategies By Swot Analysis	374-384
Alırıza KALELİ Bilal SUNGUR Seyda ÖZBEKTAŞ	Application Of The AVL Cruise M Simulation For Modeling The Bottom Cooling Of A Battery Module	385-396
Bilal SUNGUR Alırıza KALELİ Seyda ÖZBEKTAŞ	Investigation Of The Effect Of Module Parameters On AVL Cruise M Based Liquid Cooled Lithium-Ion Battery Cooling Systems	397-414
Merve Esra TÜRKAY	Some New Predictions About The Boundedness Of The Generalized Potential Operators In Morrey Spaces Defined On Carleson Curves	415-422
Furkan SARISOY Mahmut BİNGÖL	Application Of Predictive Maintenance Practices To Maintenance Management System With Machine Learning Methods	423-4435
Arife YURDAKUL Hilmi YURDAKUL	Development Of 12Ce-TZP/ZrB <sub>2</sub> Composites For Structural Applications	436-443
Rıfki BAYRAM	Compounds That Can Be Used As Active Covers In A-TIG and FB-TIG Welding Methods	444-458
Büşra ÖZTÜRK Zeynep Yeşim İLERİSOY	Digitalization Initiatives In Cultural Heritage Management And Evaluation In The Context Of Turkey	459-473
Asuman BOSTAN Zeynep Yeşim İLERİSOY	An Evaluation Through Architectural Design Products In The Metaverse Universe	474-489
Elif Ayça KARACA	The Emergence Of The Concept Of Media Ethics In The World And Turkey Development	490-503
Abdurrahman AYDIN	Digitalizing Türkiye: The Impact Of Information Technologies On Participatory Democracy	504-514

<b>AUTHORS</b>	<b>TITLE</b>	<b>NO</b>
Alpay BİZBİRLİK	Findings On The Trading Of Real Estate In Manisa According To The Sharia Registers (1024-1028/1615-1619)	515-527
Çiğdem BAL	Women's Employment Within The Scope Of Social Sustainability	528-548
Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Solomon Abraham UKPANAH Oluwanifemi Opeyemi AGOI	An Explicit Survey On The Impact Of Data Analytics On Information System Curriculum: Educator's Point Of View	549-556
CAMELIA Minhatus SANIA Dava Dhito SASIAJI Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Aris SAFI'I	Keynesian Classical Theory and Present Time	557-562
Zahrotul KAROMAH Lailatul Suci KHATI Reihan Kurniawan HUSODO Jivan PRAMANA Shinta Dewi RISMAWATI Hammad Sultan MUBAROK	The Role Of Government In Realizing A Fair Islamic Economy	563-564
Fenti FEBRIANI Khorisatul AMANAH Sulis SAPUTRA	The Interaction Of Ethics And Aesthetics In Human Decision-Making	565
MUFLIKHA Milati KHANIFAH Riska YULIYANTI Dr. Hj. Shinta Dewi RISMAWATI Muhammad Sultan MUBAROK	The Role Of Fiscal Policy In Islamic Economics	566-567
Nafila Tri AFRIZA SALSABILLA Meza Luna Ghaisani PUTRI Olivia Carolina SODIQ Muhammad Sultan MUBAROK	Prohibition Of Buying And Selling In Islam	568
Fatma Azzahra Puspita SARI Qonita FITRIANI Riska Naila ZULFA Muhammad Sultan MUBAROK Ade GUNAWAN Ria Anisatus SHOLIHAH	Benefits And Objectives Of Islamic Economic Philosophy	569-570
Tsania UMAIRO Wulan OKTAVIANI Elma NURKHANIFAH Muhammad Sultan MUBAROK Ria Anisatus SHOLIHAH	Ibn Khaldun's Theories Of Islamic Economic Philosophy	571
Artini Fatikhatu Yaa SIINTA Nok KARIMA Sabita KHADIQOH Muhammad Sultan MUBAROK Muhammad SHULTHONI	Pamali Dynamics And Social Chage I The Modern Era	572
Ananda MEILANI Ela AGELIA Dina Nazilatul HIDAYAH Muhammad Sultan MUBAROK Ade GUNAWAN	The Concept Of Ownership In Islamic Economics	573-574

<b>AUTHORS</b>	<b>TITLE</b>	<b>NO</b>
Michelle Prajna PRAMESWARI Sheylomitha Suryaning PUTRI Rizki Ananda SAFITRI Muhammad Sultan MUBAROK	Demand and Supply Analysis on Digital-based UMKM Before the COVID-19 Pandemic	575
Septya Wulan SAVITRI Lu'luil KAROMAH Suci Fitria SAFIRA Faula ARIMA Muhammad Sultan MUBAROK	The Importance Of Understanding Maqashid Sharia As The Main Goal Of Islamic Law	576
Alzena Nasywa SHAKIRA M. Tegar Abdillah AKBAR Risqi Khoirina FIRDA Muhammad Sultan MUBAROK Muhammad Taufiq ABADI Muhammad SHULTHONI	Islamic Economic Paradigm	577
SHOFA' ANIYAH Sulis SETIYANINGRUM Amalina ZULFA Muhammad SHULTHONI	Sharia Economic Objectives In Dealing With Economic Maqashid In Indonesia	578
Alifiya SUHAILA Annisa Putri AULIA Nazila Putri INDAH B. Muhammad Sultan MUBAROK	Filsafat Sebagai Hakikat Kebijakanaksanaan Manusia	579-581
Vidya PADMAKUMAR Murugan SHANTHAKUMAR	Coral Reef Monitoring, Reef Assessment Technologies, and Ecosystem-Based Management	582
A. ARABI, A. AZBOUCHE L. BOUNEMIA, Z. MELZI A. DILMI, A. HAMOUDI	Study Of The Distribution Of Natural Radioactivity On The Soil Surface Of The Baïnem Forest In The West Of Algiers	583
S. YAKUBU I. A. JAIYEoba	Level Of Contamination Of Vegetable From Municipal Solid Waste Amended Farmlands	584
Victor LACUSTA Valeriu FALA Gheorghe BORDENIUC Dumitru ROMANIUC	Screening Of Masticatory Muscle Activity Disorders Based On Infrared Thermography	585-600
Aldemir Malveira de Oliveira	Machine Learning Google As A Tool In The Evaluation Process In Mathematics "An Experience In The Amazon - Northern Brazil"	601
Fakhurun Nisa Alias Fizza Syed	Trajectory Tracking Of Puma 560 Using Sliding Mode Control	602
Biljana ILKOVSKA Bisera Kotevska TRIFUNOVA	Presentation Of The Results Of Antistreptolysin O Titer (Asot) Performed In 2022 Year In Bitola, North Macedonia	603



<b>AUTHORS</b>	<b>TITLE</b>	<b>NO</b>
Nala Atina SAROFAH Nanda KRISTIANA Widia Reza VALENTINA Muhammad Sultan MUBAROK Muhammad Taufiq ABADI Muhammad SHULTHONI	Economic Behavior From An Islamic Perspective	604
Ifedi CHIBUZO Rasheedul HAQUE Gunananthini A/P KUMARAN	Service Quality Delivery And Its Impact On Customer Satisfaction In The Banking Sector In Malaysia	605
Rasheedul HAQUE Ajaegbu Justic EMAKA Abdul Rahman bin S. SENATHIRAJAH	The Impact Of Human Resource Management (HRM) Practices On Organizational Performance In Health Care Sector In Nigeria	606
K. R. PADMA K. R. DON	Artificial Photosynthesis with Gold Nanostructures Incorporation in Non- Photosynthetic Bacteria	607
K. R. PADMA K. R. DON	Online Transformation Significantly During Pandemic Showed Positive Effect On Mental Health Of Students	608
H. SOUMADRASS Z. BEIDOURI KH. ZARBANE	Effect Of The Natural Fibers Reinforced On The Structural, Morphological And Mechanical Properties In Concrete Slabs Of Traditional Buildings, Case Study: Casablanca-Morocco	609
Abraham U. S. Abioye O. P.	Production And Partial Purification Of Protease From Bacillus Subtilis For Dehairing Of Animal Skin	610
Abdelhak El HANNANI Kaddour REFASSI Abbes ELMEICHE Mohamed BOUAMAMA	Dynamic Response Of Functionally Graded Tapered Rotor Shaft System	611
Muhammad Ahtisham RAZA, Farhan SAEED, Muhammad AFZAAL, Bushra NIAZ, Amara RASHEED, Ali IMRAN	Comparative Study Of Cross- And Uncross-Linked Arabinoxylans Extracted From Maize Bran	612-613
Igor LAGEREV Alexander LAGEREV	Experience In Creating Digital Twins Of Rope Machines For Logging On Steep Slopes	614
Pushkar PANDEY Renu KUNDU	UX study on Handheld Augmented Reality Games by Applying Spradley's Nine Dimensions Design Principle	615
Binyam ZIGTA	The Influence of Thermal Radiation and Chemical Reaction on MHD Micropolar Fluid in The Presence of Heat Generation/ Absorption	616
Najeeb Ullah KHAN, Usman HAIDER, Wania NASIR, Rehan SAJID, Saad TARIQ, Bilal ASLAM, Muhammad Naem FAISAL	Impact Of Dietary Modulations On Gut Health In Commercial Broiler Birds	617
Foudil KHELIL, Fatima BENAOU, M, Khaldi MOKHTAR, Baltache ABDELGHANI, Zengah SAHNOUN	The Fin Efficiency In A Forced Heat Convection And Natural Heat Convection	618
Foudil KHELIL, Fatima BENAOU, M, Khaldi MOKHTAR, Baltache ABDELGHANI, Zinelabidine HARCHOUCHE	Measurement Of The Heat Transfer Characteristics Of Water Flow In Heat Exchangers	619
Ahlem ADOUI, Rabah KHALDI, Assia GUEZANE-LAKOUD	Analysis Of A Mixed Sequential Caputo Fractional Boundary Value Problem	620

<b>AUTHORS</b>	<b>TITLE</b>	<b>NO</b>
Baratadewa SAKTI PERDANA Hendri Hermawan ADINUGRAHA	Cooperative Based On Corporate Waqf Shares: A Case Study In Sukabumi, West Java – Indonesia	621
Kazi Araf SAYEED A.K.M Abirul HAQUE Iqbal HOSSAIN	Synthesis And Characterization Of Psyllium Husk Grafted Co-Polymers For The Application As Bio-Adsorbent Of Heavy Metals	622
Fifi AFISTA, Nurul KHOLISHA Tahani SALSABILA, Ade GUNAWAN	The History of the Establishment, Function and Objectives of Sharia Pawnshop as an Economic Driver in Indonesia	623-634
Windi Rizki FEBRIANINGTYAS Azzah FITHRIYANA Devita Dwi MARTAYANI Muhammad Sultan MUBAROK	The Scope Of Economics	635
Hilda ADISTYA Mathraf AZ-ZANJI Mila Minkhatul MAULA M. Aris SAFII Muhammad Taufiq ABADI	The Concept of Money, Usury and Interest in Islamic Macroeconomic Perspective	636-644
Dina AMBARWATI Berlian Eka NURSABRINA Nailil Mufidah QOSIM M. Aris SAFII Muhammad Taufiq ABADI	Factors That Trigger Unemployment And Inflation On Government Policy In Indonesia	645-654
Elsa Az ZAHRA Eka Erliya SARI Velisah Intan EDITRIYA Muhammad Sultan MUBAROK	Characteristics Of The Capitalist Economic System	655
Naela Septi AMELIA Fida Putri NAINAWA Rahma Zelika PUTRI Muhammad Sultan MUBAROK	Metodologi Ekonomi Islam	656-657
Navila Bunga SAFIRA Olga VALENTINA Lailah Nur AZIZAH Eva Zulmi MEILAWATI Muhammad Sultan MUBAROK	Meaning, Objectives And Functions Of Monetary Policy	658
Pooja RASAL Gaurav KASAR	Hepatoprotective Effect of Curcumin Microsponges Against Paracetamol-Induced Liver Toxicity in Rats	659
Ezekiel P.N, Yaki A.A., Saifullahi M.	Effects Of Learning Management System-Enhanced Instruction (LMS) On Student’s Motivation In Educational Guidance And Counseling	660
Emiliana RACHMA Adelia AYUMARISKA Afiyatul SAKINAH Muhammad Sultan MUBAROK Ade GUNAWAN	Introduction To The Philosophy Of Science	661
Zulfatus SAROYA Anisa KAMILA, Tri Ayu WIDYASTUTI, Achmad Tubagus SURUR, Muhammad Sultan MUBAROK	Islamic Economy With Its Goal As A Benefit Of Mankind In Indonesia	662

<b>AUTHORS</b>	<b>TITLE</b>	<b>NO</b>
Ulqiya Rohmatun WAFIROH Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Sultan MUBAROK Wilda Yulia RUSYIDA	Analysis Of The “Iffa Syar’i” Boutique Business Feasibility Study	663-667
Ananda Aprilia AULIA SYAHNA Muhamad MAHFUDIN Hasan SU’AIDI Ambar HERMAWAN	The History Of The Growth Of Hadith In The Second Century Hijri	668-671
Emad H. E. YASIN Khalid A. E. EISAWI Kornél CZIMBER	Trees Species Composition, Diversity, Forest Stand Structure and Regeneration Status In Tozi Reserved Forest, Sinnar State, Sudan	672-688
Munadiatul UMMAH Muhammad Taufiq ABADI Muhammad Sultan MUBAROK Wilda Yulia RUSYIDA	Aspect Of Constraints In Mini Taco Marketing Mba Tin	689-692
Raiha Ravitta Putri Intan Ayu Noverita Sekar Arumandani M. Aris Safii Muhammad Taufiq Abadi	Concept Of Savings And Investment	693-698
Hilya Hana Putri Mohammad Kaka Syahwa Abbas Siti Amalia Nurul Hadidah Muhammad Taufiq Abadi M. Aris Safii	Exploring the Concept of Market Equilibrium in Macroeconomic Analysis	699-705

## INVESTIGATION OF CONTROL FACTORS FOR QUALITY WAFER PRODUCTION: A PROCESS IMPROVEMENT STUDY

**Gulnara KARADENİZ**

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Cengiz AYTMATOV Kampüsü (Cal), Bişkek, Kırgızistan.

**ORCID ID:** 0000-0002-8409-7027

**Mehmet KARADENİZ**

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Cengiz AYTMATOV Kampüsü (Cal), Bişkek, Kırgızistan.

**ORCID ID:** 0000-0001-5162-4698

**Aybek BODOŞEV**

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Cengiz AYTMATOV Kampüsü (Cal), Bişkek, Kırgızistan.

**ORCID ID:** 0000-0002-7644-7074

**Aydar ACİBEKOV**

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Cengiz AYTMATOV Kampüsü (Cal), Bişkek, Kırgızistan.

**ORCID ID:** 0000-0004-8259-8081

### ABSTRACT

Process improvement is a critical strategy that increases customer satisfaction and reduces costs, especially in the food industry. Increasing the quality in wafer production is one of the most important goals of these processes. Determining production values directly affects wafer sheet quality, and therefore determining control factors such as current, speed and dosage is of great importance.

In the research, the optimal values of factors such as the electric current of the machine used in wafer sheet production, the speed of the molds and the dosage of the dough were determined using experimental methods. In this study, which focused on the taste, crispness, color and thickness of wafer sheets, it was observed that the selected parameters had positive effects on product quality. In particular, it was determined that the electric current levels were set as 310 A, 330 A and 350 A, the mold speed was changed between 20 Hz, 23 Hz and 26 Hz, and the dough dosage was brought to optimal levels between 21, 23 and 25. These adjustments improve the production quality of the wafers while also maximizing production efficiency and energy savings.

As a result, these process improvements raise the quality standards of the wafer sheet and make the production process more economical and efficient. Implementing these improvements significantly increases both consumer satisfaction and business efficiency.

**Anahtar Kelimeler:** Deney tasarımı, gıda sektörü, optimizasyon

## KALİTELİ GOFRET ÜRETİMİ İÇİN KONTROL FAKTÖRLERİNİN İNCELENMESİ: BİR SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

### ÖZET

Süreç iyileştirmesi, özellikle gıda sektöründe, müşteri memnuniyetini artıran ve maliyetleri düşüren kritik bir stratejidir. Gofret üretiminde kalitenin artırılması, bu süreçlerin en önemli hedeflerinden biridir. Üretim değerlerinin belirlenmesi, gofret yaprağı kalitesini doğrudan etkiler ve bu nedenle akım, hız ve dozaj gibi kontrol faktörlerinin belirlenmesi büyük bir önem taşır.

Yapılan araştırmada, gofret yaprağı üretiminde kullanılan makinenin elektrik akımı, kalıpların hızı ve hamurun dozajı gibi faktörlerin optimal değerleri deneysel yöntemler kullanılarak tespit edilmiştir. Gofret yaprağının tadı, çıtırlığı, rengi ve kalınlığı üzerinde odaklanılan bu çalışmada, seçilen parametrelerin ürün kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle elektrik akımı seviyelerinin 310 A, 330 A ve 350 A olarak ayarlandığı, kalıp hızınının 20 Hz, 23 Hz ve 26 Hz arasında değiştirildiği ve hamur dozajının ise 21, 23 ve 25 arasında optimal seviyelere getirildiği belirlenmiştir. Bu ayarlamalar, gofretlerin üretim kalitesini artırırken, aynı zamanda üretim verimliliğini ve enerji tasarrufunu da maksimize etmektedir.

Sonuç olarak, bu süreç iyileştirmeleri, gofret yaprağının kalite standartlarını yükseltmekte ve üretim sürecinin daha ekonomik ve etkin hale gelmesini sağlamaktadır. Bu iyileştirmelerin uygulanması, hem tüketici memnuniyetini hem de işletme verimliliğini önemli ölçüde artırmaktadır.

**Key Words:** Experimental design, food industry, optimization

## DUAL EĞİTİM SİSTEMİNİN İŞGÜCÜ PİYASASI İLE UYUMLAŞTIRILMASI

**Gulnara KARADENİZ**

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Cengiz AYTMATOV Kampüsü (Cal),  
Bişkek, Kırgızistan.

**ORCID ID:** 0000-0002-8409-7027

**Gulzaada ABDRAİLİVA**

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Cengiz AYTMATOV Kampüsü (Cal),  
Bişkek, Kırgızistan.

**ORCID ID:** 0000-0003-0593-6273

### ÖZET

Dual eğitim sistemi, teorik bilginin pratik uygulama ile bütünleştirildiği ve öğrencilere iş dünyasında gerekli tecrübeyi kazandıran çağdaş bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Bu sistem, özellikle teknoloji odaklı bir dünyada, öğrencilere kritik düşünme, hızlı adaptasyon ve sürekli değişen piyasa koşullarına hızla yanıt verebilme becerilerini vermeyi hedeflemektedir. Dual eğitim, mevcut eğitim ve iş piyasası arasındaki uyumsuzlukları gidermek ve işsizlik gibi ekonomik sorunların üstesinden gelmek için yenilikçi bir çözüm olarak sunulmaktadır.

Bu eğitim modeli, öğrencilerin sınıfta öğrendikleri teorik bilgileri gerçek dünya tecrübeleri ile pekiştirmelerine ve bu bilgileri iş yerinde uygulayarak derinlemesine öğrenmelerine olanak tanımaktadır. Böylelikle, öğrenciler mezuniyet sonrası iş piyasasına girdiklerinde rekabetçi bir avantaja sahip olmaktadır. İş dünyasının beklentilerine uygun beceri ve deneyimleri önceden kazanmış olmaları, onları potansiyel işverenler için daha cazip hale getirmektedir. Bu araştırma, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Meslek Yüksekokulu öğrencilerinin, bu yenilikçi eğitim modeline yönelik görüşlerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Öğrencilerin dual eğitime yönelik tutumları ve bu tutumları etkileyen sosyo-demografik faktörler incelenmektedir. Araştırmanın odak noktası, öğrencilerin cinsiyet, yaş, yaşadıkları bölge ve okudukları program gibi değişkenlerin ikili eğitime bakış açıları üzerindeki etkisini belirlemektir. Çalışma, ikili eğitim sisteminin avantajlarını nasıl artırabileceğimiz ve muhtemel dezavantajlarını nasıl en aza indirebileceğimiz konusunda içgörüler sağlamayı hedeflemektedir. Bu sayede, hem öğrencilerin mesleki gelişimine katkıda bulunacak hem de işverenlerin nitelikli iş gücüne olan ihtiyacını karşılayacak stratejiler geliştirilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Dual eğitim, iş piyasası, meslek yüksekokulu öğrencileri

## **HARMONIZATION OF THE DUAL EDUCATION SYSTEM WITH THE LABOR MARKET**

### **ABSTRACT**

The dual education system has emerged as a contemporary approach in which theoretical knowledge is integrated with practical application and provides students with the necessary experience in the business world. This system aims to provide students with the skills of critical thinking, rapid adaptation and rapid response to ever-changing market conditions, especially in a technology-driven world. Dual education is presented as an innovative solution to eliminate mismatches between existing education and the labor market and to overcome economic problems such as unemployment.

This education model allows students to reinforce the theoretical knowledge they learn in the classroom with real-world experiences and to learn in depth by applying this knowledge in the workplace. Thus, students have a competitive advantage when they enter the job market after graduation. The fact that they have previously acquired skills and experience that meet the expectations of the business world makes them more attractive to potential employers. This research aims to analyze the opinions of Kyrgyzstan-Turkey Manas University Vocational School students about this innovative education model. Students' attitudes towards dual education and socio-demographic factors affecting these attitudes are examined. The focus of the research is to determine the impact of variables such as students' gender, age, the region they live in and the program they study on their perspectives on dual education. The study aims to provide insights on how we can increase the advantages of the dual education system and minimize its possible disadvantages. In this way, strategies can be developed that will both contribute to the professional development of students and meet the needs of employers for qualified workforce.

**Key Words:** Dual education, labor market, vocational school students

## DİJİTAL BANKACILIK UYGULAMALARININ METİN MADENCİLİĞİ TEKNİKLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

**Burcu SAYIN OKATAN**

Gümüşhane University, Faculty Of Economics And Administrative Sciences , Central Campus

**ORCID ID:** 0000-0002-2911-4568

### ÖZET

Günümüz dijital dünyasında önemli bir konfor alanı sağlayan sanal hizmetler, insanların çoğunluğu tarafından kullanılmaktadır. Bu anlamda Dijital bankacılık da en çok faydalanılan çevrimiçi finans hizmetlerindedir. Bu araştırmada da, banka müşterileri tarafından oldukça yüksek oranda kullanılan dijital bankacılık hizmetleri ile yapmış oldukları yorumlardan oluşan veri havuzu kullanılarak metin madenciliği yöntemleri ile analiz yapılarak dijital bankacılık uygulamalarının taşınması gereken özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Türkiye Bankalar Birliği verileri ışığında en çok kullanılan 10 adet özel banka ve 3 adet devlet bankası ile toplamda 13 adet bankaya ait dijital bankacılık verilerinin olduğu veri tabanı kullanılmıştır. Veriler, Ocak 2020 ile Aralık 2022 tarihleri arası baz alınarak elde edilmiştir. Toplamda 1.220.000-1.270.000 arasında ham veri ilgili bankaların yorumlanabildiği sosyal medya platformlarından elde edilmiştir. Bankalar tek tek incelenmiş olup; kelime yoğunlukları hakkında analizler uygulanmış, wordcloud veri görselleri oluşturulmuş ve yine tek tek duygu analizleri ile bankalara bakış açısı ölçümlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, banka müşterileri tarafından en çok; dijital uygulamaların kolaylığı, kullanılabilirliği, hizmet ücretleri yorumlanmıştır. Dolayısıyla dijital bankacılık uygulamalarının müşteri tarafından en çok olumlu veya olumsuz eleştirildiği noktalar belirlenmiştir. Buna göre iyi bir dijital bankacılık uygulamasında olması gereken özellikler kullanılabilirlik, güvenilirlik, pratiklik, netlik ve sadelik konularının olabileceği anlaşılmıştır. Yapılan analizler sonucunda bankalara, dijital bankacılık hizmetleri açısından müşteri memnuniyeti ve kaliteli hizmet sunumu kapsamında uygun bir uygulamanın taşınması gereken özellikler belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Bankacılık, Dijital Bankacılık Uygulamaları, Duygu Analizi, Kelime Bulutu, Metin Madenciliği

### EVALUATION OF DIGITAL BANKING APPLICATIONS WITH TEXT MINING TECHNIQUES

#### ABSTRACT

Virtual services, which provide an important comfort area in today's digital world, are used by the majority of people. In this sense, Digital banking is one of the most used online financial services. In this research, it is aimed to determine the features that digital banking applications



should have by analyzing text mining methods using a data pool consisting of digital banking services used by bank customers at a high rate and their comments. In the study, digital banking data of 13 banks in total, including the 10 most used private banks and 3 state banks, in the light of the data of the Banks Association of Turkey, constitute the main mass. The data was obtained based on the period between January 2020 and December 2022. In total, between 1,220,000-1,270,000 raw data were obtained from social media platforms where the relevant banks could be interpreted. Banks were examined one by one; Analyzes about word density were applied, wordcloud data visuals were created, and the perspective on banks was measured with individual sentiment analyses. As a result of the study, the most frequently cited by bank customers are; The ease, usefulness and service fees of digital applications are commented. Therefore, the points where digital banking applications are criticized most positively or negatively by customers have been determined. Accordingly, it has been understood that the features that a good digital banking application should have are usability, reliability, practicality, clarity and simplicity. As a result of the analysis, the features that a suitable application should have within the scope of customer satisfaction and quality service delivery in terms of digital banking services to banks were determined.

**Keywords:** Digital Banking, Digital Banking Applications, Sentiment Analysis, Word Cloud, Text Mining

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde dijital değişimlerden etkilenen insanlar birçok konuda olan rutinlerini değiştirmektedir. Birçok sektör teknolojik gelişmelerden işleyiş, hizmet ve çok daha farklı alanlarda değişime ayak uydurmuştur.

Teknolojik gelişmelerden en çok etkilenen alanlardan biri bankacılık sektörüdür. Bundan dolayı bankacılık hizmetleri dijitalleşmiş yeni halleri ile finans sektöründe varlığını sürdürmektedir. Dolayısıyla dijital bankacılık uygulamalarının ayrıca bir sektör oluşturması kaçınılmaz olmuştur (Laukkanen, 2014). Cep telefonu ve bilgisayar kullanımının artması ile bankacılık sektöründeki dijital hizmet olanakları ve bu olanakların geliştirilmesi daha önemli bir unsur haline gelmiştir. Özellikle kullanım oranı yüksek olan akıllı cep telefonlarının bu alanda payı oldukça yüksektir. Cep telefonları dijital bankacılık uygulamalarıyla bu sektörde önemli bir yere sahip. Artık geleneksel bankacılık hizmetleri yerini dijital bankacılık hizmetlerine bırakmaya başlamıştır. Böylece zaman ve mekân kısıtını ortadan kaldıran bankacılık sektörü 24 saat hizmet vermeye başlamıştır. Bu da bankacılık sektöründeki fiziksel

rekabet yerine dijitallik anlamında rekabeti tetiklemektedir (Johnsson, 2005; Coelho ve Easingwood, 2003).

Gelişen dijital bankacılık sektörü, 2020 yılında başlayan Kovid-19 salgınıyla birlikte daha da ilerleme kaydetmiştir. Birçok dijital sektörde olduğu gibi pandemi döneminde dijital bankacılık sektörü de çok daha fazla bir gelişim göstermiştir. Ayrıca dijital bankacılık uygulamalarını kullanan müşteriler, bu konudaki istikrarını artırarak dijital uygulamaları kullanımlarını artırmışlardır. Diğer taraftan geleneksel işlem hizmetlerini sürdüren bankalar artan talep ve gelişen teknoloji ile bu dijital ortama ayak uydurabilmek için hizmetlerini dijital ortama taşımak zorunda kalmıştır. Ayrıca dijitalleşme açısından ciddi anlamda gelişim göstermiştir (Andrian vd., 2022). Dolayısıyla dijitalleşen geleneksel bankalar ve yalnızca sanal bankalar rekabeti körükleyerek rekabeti artırmıştır (Onashabay, 2021).

Bankaların dijital dünyadaki gelişiminde en önemli faktör olarak müşteriler gösterilmektedir. Müşterilerin dijital bankacılık uygulamaları ile iletişimi dijital bankacılığın gelişimini etkileyen bir unsurdur ve bu yönde de birçok arge çalışması yapılmaktadır. Dijitallik birçok anlamda rahatlama sağlamaktadır ve aynı zamanda zamandan edilen tasarruf da yine dijital bankacılığı çok cazip bir hale getirmiştir. Dijital bankacılığın bu sunduğu imkanlar aynı zamanda dijital ortamda oluşan memnuniyet geribildirimlerinin de önünü açmıştır. Dolayısıyla internet ortamında bu iletişimi değerlendirebilen müşteriler hizmet değerlendirmesine de erişim imkânına sahip olmaktadır. Bu geribildirimler genellikle bankanın müşteri tarafından olumlu ya da olumsuz eleştirildiği yorumlarından oluşmaktadır. Bu müşteri yorumları genellikle bankaların mobil uygulamaları, internet şubeleri veya çeşitli forum siteleri ile birçok sosyal medya platformu üzerinden yapılmaktadır. Bu dönütler, bankacılık sektörünün dijitalleşmesi ve bu alanda daha verimli hizmet verebilmesi açısından önemli bir veri sağlamaktadır (Andrian ve diğerleri, 2022). Günümüz finans dünyasında; bankacılık sektörü, Türkiye'de ve dünyada hizmetlerinin büyük bir kısmını dijital ortamdan gerçekleştirdiğinden, müşteri dönütleri gelişim sağlayan en önemli unsurlar arasında görülmektedir.

Bu çalışma 2023 yılı haziran ayında yayınlanan doktora tezinden üretilmiş olup örneklem genişletilmiştir. Analiz daha da geliştirilerek bir dijital bankacılık uygulamasında bulunması gereken özelliklerin tespit edilmesi açısından özgün ve ilk olması sebebiyle önem taşımaktadır. Araştırmada müşteri yorum verilerinin analizinde; Python programlama dili kullanılarak metin madenciliği yöntemleri kullanılmıştır. Bu yorumlar dijital bankacılık

uygulamalarının nasıl olması gerektiğiyle alakalı ciddi bir veri sağlamaktadır. Buna göre bir dijital bankacılık uygulamasında olması gereken özellikler netleşmektedir.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Metin Madenciliği

Araştırmada metin madenciliği yöntemlerinin kullanıldığı belirtilmiştir. Buna göre kısaca metin madenciliğini tanımlamak gerekir ise; Metin madenciliği, büyük bir metin verisinden istenen bilgi verisinin elde edilmesidir. Bu yöntem çekilen metin verisinin değerini en üst düzeye çıkarmak için bir çerçeve sağlar; bu nedenle metin madenciliği tekniklerinin tercih edilme oranı son yıllarda istikrarlı bir şekilde artmış ve çeşitli fazlalıklar yaratmıştır (Hassani vd., 2020). Ayrıca doğal dil metninin yapısal merkeziliği nedeniyle metin madenciliği; doğal dil çalışmaları ile ilgili diğer bilgisayar bilimleri disiplinlerindeki gelişmelerden de yararlanmaktadır. Metin madenciliğinin diğer bir önemli özelliği; hesaplamalı dilbilimde bilgiyi çıkarma, bilgiyi alma ve elde edilen bilgilerin düzenlenmesini sağlayan teknikleri ve yöntemleri kullanmaktadır (Gonzales vd., 2016). Bu sebeple metin madenciliği, otomatik veya yarı otomatik olarak bilinmeyen, doğal dil metinleri gibi yüksek hacimli yapılandırılmamış metinsel verilerden örtülü potansiyel olarak değerli bilgilerin ve kalıpların çıkarılması anlamına gelmektedir (Feldman ve Sanger, 2007; Okatan, 2023). Metin madenciliği kullanılan uygulama kısmının modeli özet olarak aşağıda uygulama kısmında gösterilmektedir.

### 2.2. Uygulama



Şekil 2.1. Araştırma Uygulama Modeli

Araştırmada kullanılan araçlar şu şekildedir;

- Birçok Sosyal Paylaşım Forum Sitesi ve Google Play veri kaynağını oluşturmaktadır
- Jupyter Notebook
- Python Programlama dili

Araştırmada kullanılan Python programlama dili ile Jupyter Notebook üzerinde çeşitli veri çekim işlemleri uygulanarak metin madenciliği yapılmıştır. Elde edilen veriler ile sırasıyla; veri ön işleme ve makine öğrenmesi, veri analizi ve veri görselleştirmesi yapılmıştır. Jupyter

Notebook ise internetten elde edilen aldığımız metinleri analiz edip Python dilinde yazılmış kodları çalıştırdığımız ve temizlenmiş önişlemleri tamamlanmış verileri analiz etmeyi sağlayan bir tür dijital not defteridir, dolayısıyla tüm işlemler bu sanal not defterinde gerçekleştirilmiştir.

Python programlama dilinin kullanıldığı farklı birçok kodlama ortamı vardır. Aynı zamanda Jupiter notebook sanal not defterinin de kullanıldığı farklı birçok programlama dili bulunmaktadır. Ancak tercih sebebi olarak python dilinin kullanımında Jupiter ortamının dizayn açısından net ve anlaşılır olup, interaktif açık kaynak kodlu bir çalışma ortamı sunması gösterilebilmektedir.

Toplanan verilerden, her bir banka için ayrı ayrı excel formunda oluşturulmuş ara sonuçlar elde edilmiştir. Bu excel form oluşturulurken ayrıntılı olarak veri temizliği gerçekleştirilmiştir. Metin ile birlikte çekilen pek çok şekil video internet sayfası gibi eklentilerden metni arındırmayı içeren bu kısım araştırmanın ilk ve oldukça önemli bir aşamasıdır. Ek olarak temizlenen metin verisinden analizlere katkısı olmayacak noktalama işaretlerinden arındırma da yine bu aşamada gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla okunabilir ve analiz edilebilir hale gelen temiz metin verisi ön işlem olarak tanımlanan bu aşamayı tamamlamıştır. Ekstransyon işlemi olarak da bilinen metin ön işlemleri metin madenciliğinin en temel aşamasıdır (Gupta ve Lehal, 2009). Metnin normalleştirilmesi, köklendirilmesi ve simgeleştirilmesi gibi adımları içermektedir (Chintalapudi vd., 2021). İnternet üzerinden bankalarla ilgili elde edinilen metin verileri, sözdizimsel olarak farklı biçimlerde. Bu nedenle bazı ön işlemlere tabi tutulmuşlardır.

Veri setinin analiz edilmesinde python programlama dilinin çeşitli kütüphaneleri kullanılmıştır;

Belirli input bilgisi ile sitelerden metin verisi çekmeye yarayan BeautifulSoup ve selenium kütüphaneleri;

Doğal Dil İşleme alanında çekilen veriyi işlemede, araştırmamızı yönetmek ve geliştirmek için açık kaynak kodlu Python modüllerini ve veri setlerini içeren bir kütüphane olan NLTK (Natural Language Toolkit);

Çok boyutlu dizilerle ve matrislerle çalışmamızı sağlayan ayrıca projedeki veri okuma, veri ön işleme ve veri temizleme aşamalarının yapılabilirliğini sağlayan NumPy (Numerical Python) ile Pandas kütüphaneleri;

Yerleşik dize sınıfı şeklindeki metinlerin içinde açıklanan yöntemle karmaşık değişken ikameleri, değer biçimlendirmesi yapma ve rastgele sayı üretme yeteneği sağlayan String ve Random kütüphaneleri kullanılmıştır (Desai, 2019, www.medium.com, 2022).

Buna göre ön işlemler (ayıklama-ekstrasyon işlemleri) aşamasında verileri çekilmiş her bir banka yorumları ayrı ayrı ele alınmıştır. NLTK, Pandas, String ve Numpy kütüphaneleri kullanılarak; metni istenilen şekillere bölme (genellikle kelimelere bölerek) ve dizilere kaydetmek için her banka yorumları ayrı ayrı ele alınmış, kelimeler parçalara ayrılarak tokenizasyon yani simgeleştirme işlemleri ile string veri formuna dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm ile üretilen metinden Punctuation (Noktalama) fonksiyonu kullanılarak noktalama işaretleri kaldırılmıştır. FreqDist fonksiyonu ile kelimelerin frekansları hesaplanmış ve çok sık tekrarlanan yardımcı kelimeler belirlenmiştir. Ayrıca wordcloud analizinde FreqDist fonksiyonu ile kelime yoğunlukları belirlenmiştir. Daha sonra, metinden çıkarıldığında anlam bakımından değişiklik yaratmayan edat bağlaç ek gibi sözcük veya yardımcı sözcükleri yani; durdurma sözcükleri olarak tanımlanan, 'değer katmayan' kelimeleri ayıklamak için Stopwords (Anlamsız kelime ayıklama) işlemi uygulanmıştır. Bu da metin verilerinin boyutunun küçülüp metin verilerinin daha hızlı analizine olanak sağlamıştır (Feldman and Sanger, 2007). Bu kelime ayıklama işlemlerinin devamı ve sadeleştirme işlemlerinin bir diğer adımı olan kelimelerinyine anlam değişikliğine sebebiyet vermeyecek eklerini kaldırmaya yarayan Lemmatization (Köklere ayırma) işlemi yapılmıştır. Daha sonra çeşitli kodlamalar yardımıyla metin içerisinde; '#' ile başlayan hashtag'ler, kullanıcı adları, URL bağlantıları ve sayısal ifadeler kaldırılmıştır.

Metinler yukarıda açıklanan işlemler yardımı ile temizlenmiş ve normal kullanılabilir veri haline getirilmiştir. Dolayısıyla analiz edilebilir bir aşamaya gelen metinsel veriler word cloud oluşumu ve duygu analizi yapılabilir hale getirilmiştir. Buna göre elde edilen veriler ışığında uygun dijital bankacılık uygulamalarının taşınması gereken özellikler netleşmiştir.

Analiz edilebilir hale gelen metin verisi üzerinde uygulanacak olan ilk teknik Word Cloud (Kelime Bulutu) dur. Bu teknik, soyut verilerin şematik veya grafiksel araçlarla görselleştirildiği bir analiz çeşididir. Kelime Bulutu, analiz belgesinin içeriğini ima eden birçok kelimedenden oluşan bir görüntüdür. Sözcükler, belgedeki sıklık ve önemlerine göre çeşitli şekil ve renklerde uygulama çıktılarının incelendiği kısımda sunulmuştur. Metin puntosu ne kadar büyük ise, oluşum sayısı da o kadar fazladır (Jadhav, Kaur ve Akter, 2022). Dolayısıyla bir nevi konu dağılım haritası izlenimi sunmaktadır. Bundan dolayı da işlenen metin verisinin fazla olması sebebiyle word cloud çıktılarının geçerliliği daha yüksek olacaktır. Araştırmada elde edilen veri fazlalığı geçerlilik konusunda tatmin edici boyuttadır. Uygulamanın son aşamasında ise, duygu analizi yapılarak banka yorumlarından müşterilerin bankalara ve bu bankalara ait dijital bankacılık uygulamalarına ait genel bakış açısını özellikle

olumlu/ olumsuz/ nötr olarak belirleyerek uygulamaların ne şekilde kabul görebileceği konusu tartışılmıştır.

Son zamanlarda oldukça fazla tercih edilen duygu analizi; kullanıcıların metin verilerinden Doğal Dil İşleme (NLP) yöntemlerini kullanarak insanların duygu, düşünce, düşünce ve davranışlarını çıkararak bir disiplindir (Heimann ve Danneman, 2014). Duygu analizi, insanların belirli bir konudaki duygu, düşünce ve görüşlerinin değerlendirilmesini sağlayan yazılı dil analizinin yapıldığı bir alan olarak tanımlanmaktadır (Liu, 2012).

Fikir madenciliği olarak da tanımlanan duygu analizi, genellikle python programlama dili NLTK (Natural Language ToolKit) ve TextBlob kütüphaneleri yardımıyla kullanılmaktadır (Demir, 2020). TextBlob'un çıktısı kutupluluk ve öznelliklidir. Polarite puanı (-1 ile 1); burada -1, 'berbat', 'kötü', 'kullanışsız' gibi en olumsuz kelimeleri ve 1, 'güzel', 'iyi', 'kullanışlı'... gibi en olumlu kelimeleri tanımlar. Öznellik puanı (0 ile 1) arasındadır, kişisel düşünce miktarını gösterir. Bir cümlenin sübjektivitesi yüksek, 1'e yakın ise metnin gerçek bilgilerden daha çok kişisel görüşler içerdiği anlaşılmaktadır (Sharma, Nigam ve Jain, 2014). Çalışmada textblob, matplotlib ve seaborn kütüphaneleri kullanılarak duygu analizi yapılmış; Nötr, pozitif ve negatif değişkenlerle bu duyarlılık analizinin bir diyagram görüntüsü oluşturulmuştur. Ayrıntılı olarak belirtmek gerekirse textblob kütüphanesi ile yorumların polarite değerleri elde edilmiş ve seaborn kütüphanesi kullanılarak bu polarite değerleri dağılım grafiği olarak görselleştirilmiştir. Buna göre yapılan analizler sonucunda elde edilen çıktılar incelenmiştir.

### 3. BULGULAR

Bu bölümde Türkçe veriler sonucu elde edilen analiz sonuçları paylaşılacaktır. Dolayısıyla veri özgünlüğünün korunduğu söylenebilmektedir. Analiz çıktıları kelime bulutu ve duygu analizi grafiklerinden oluşmaktadır.

#### 3.1. Bankalara Ait Kelime Bulutu ve Duygu Analizi Çıktıları

Çalışma 13 Türk Bankasına ait veri dâhilinde tamamlanmış olup daha önce yapılan tez çalışmasının verisinin küçük oranda artışı ile tekrarlanmış halidir. En çok kullanılan bu 13 Banka verisi ve bu bankaların belirlenmesinde Türkiye Bankalar Birliği verileri genel dayanak oluşturmaktadır. Ocak 2020 ile Aralık 2022 tarih aralığı baz alınarak toparlanan veriler ışığında; 3'ü kamu bankası, 10'u özel banka olmak üzere toplam 13 bankaya ait müşteri yorumlarının, Jüpiter not defteri tabanında Python Programlama dili kullanılarak çeşitli kodlar yardımıyla dijital ortamdan çekilmesi sonucu veri seti havuzu oluşturulmuştur. Veri sayısı 1.220.000-1.270.000 arasında olup, ön işlemler sonucunda toplam verinin 600.000 civarında

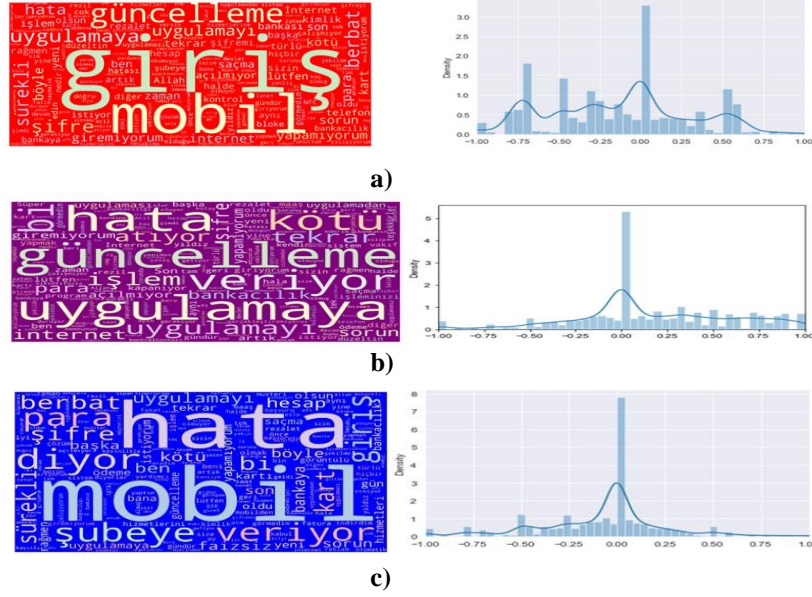
olduğu tespit edilmiştir. Banka başına ortalama 40.000-50.000 aralığında veri bulunmaktadır. Verilerin ön işlemleri sürecinde; internet paylaşımları, video uzantıları, haber metinleri, hazır ifadeler, url bağlantıları ve metin için anlam ifade etmeyen kelime ve eklerden temizleme işlemleri yapılmıştır. Dolayısıyla analiz işlemleri arındırılmış saf metin verisine uygulanarak analiz güvenilirliği ve geçerliği sağlanmıştır. Bankalar ait kullanılan bu verilerin tamamen dijital ortamdaki elde edilen herhangi bir yanlışlık içermemesi ve kullanımında etik bir ihlale sebebiyet vermemesi hususunda hassasiyet gösterilerek, bir önyargı algısı yaratmaması gerekçesiyle yazar tarafından belirlenen; B, U, R, C, S, A, Y, I, N, O, K, T, N, G Banka-Harf kodlaması ile analiz paylaşımı gerçekleştirilmiştir.

### 3.1.1. Kamu Bankalarına Ait Analiz Sonuçları

Sırasıyla incelendiğinde öncelikle çıkarımlar, sonrasında analiz çıktıları aktarılmaya çalışılmıştır.

- B Bankasının yorumları göstermektedir ki özellikle mobil bankacılık uygulamasında girişle alakalı yaşanan sıkıntı yoğunlukla yorumlara yansımıştır. Kelime yoğunluklarından görüldüğü üzere keliem bulutu giriş sürecindeki ve güncelleme problemlerinin aktarılmasını gözlemlemiş bulunmaktayız. Genel olarak problemlerli bir dijital bankacılık uygulamasına sahip olan B bankası, duygu analizinden de negatif yönde bir izlenim sergilemektedir.
- U Kamu Bankası hakkında yapılan değerlendirmelere bakıldığında güncelleme ile alakalı durum tespitleri internet üzerinden gerçekleştirilen bankacılık işlemlerine ve mobil uygulamada net bir şekilde yer almaktadır.
- R kamu bankasında ise uygulamanın sürekli hata vermesinden kaynaklı mağduriyet yaşandığı ve bunun sıklıkla yorumlara yansıdığı anlaşılmaktadır. Özellikle 2020 ve 2021 yıllarında bu konuyla alakalı fazla yorum yapıldığı görülmüştür.





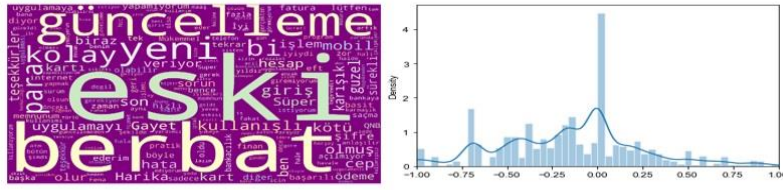
Şekil 3.1. Kamu Bankaları Kelime Bulutu ve Duygu Analizi Çıktılarını gösteren Grafikler,  
a) B Kamu Bankası b)U Kamu Bankası c) R Kamu Bankası

### 3.1.2. Özel Bankalara Ait Analiz Sonuçları

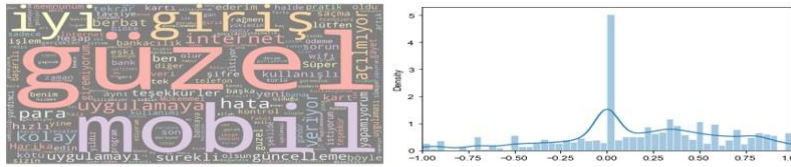
- C özel bankasının analiz sonuçları incelendiğinde güncellemeyle alakalı bazı problemler yaşandığı ve uygulamanın kullanılabilirliğinin azaldığı anlaşılmıştır. Belirli aralıklarla bu gibi olumsuz güncelleme yorumlarının olması olağandır ancak bu banka tarafından telafi edilebilir ya da müşterinin yeni duruma adaptasyonu ile geçici olduğu bilinmektedir. Ancak bu yorumların yoğunluk olarak fazlalığı süreklilik arzederse bu dijital bankacılık açısından olumsuz bakışa sebep olmaktadır.
- S özel bankasının yorum analizinde olumlu yorumlar etkisi ile genel hatlarıyla pozitif bir çıktı elde edilmiştir. Dolayısıyla özel bankaların da dijital hizmetler konusunda birbirinden ayrıldığını anlıyoruz.
- A bankasının analiz sonuçlarına bakıldığında bankanın kestiği ücretlerin müşteriler tarafından eleştirilmesi dikkat çekmektedir.
- Y özel bankasının kullanıcı yorumlarına bakıldığında internet ve mobil bankacılık kullanımından memnun müşteriler gözlemlenmektedir.
- I özel bankasının müşteri yorumlarına bakıldığında; internet ve mobil bankacılıkla alakalı olumlu dönüşler özellikle kelime bulutundan farkedilmektedir. Övgü ve teşekkür içerikli yorumların fazlalığı duygu analizi grafiklerine de olumlu yönde yansımıştır. Özellikle uygulamanın kullanılabilirliği, kolaylığı, pratikliği ve açıklığı övgüyle karşılanıyor.



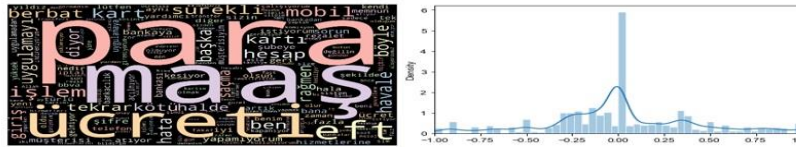
- N bankası uzun süredir hizmet veren özel bir mevduat bankasıdır. Bu bankacılık tecrübesine nazaran dijital bankacılık uygulamalarında genel anlamda bir tecrübesizlik ve aksaklıklar olduğu anlaşılmaktadır.
- O özel bankasına ait müşteri yorumlarında gözlemlenen dijitallik konusundaki başarısıdır.
- K bankasının yorumsal çıktıları incelendiğinde yine dijital bankacılıkla ilgili başarılı olduğu ve teknik konuda inovasyona önem veren bir banka olduğu ortaya çıkmaktadır.



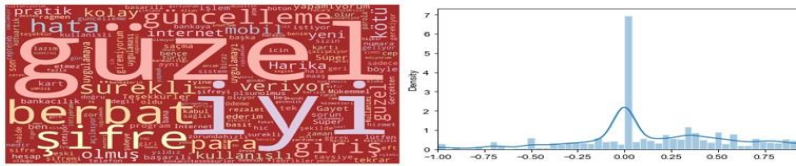
a)



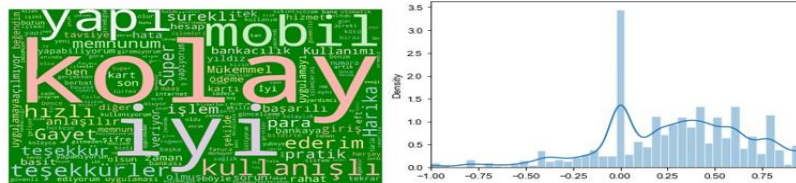
b)



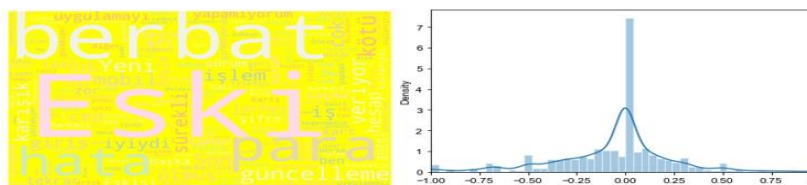
c)



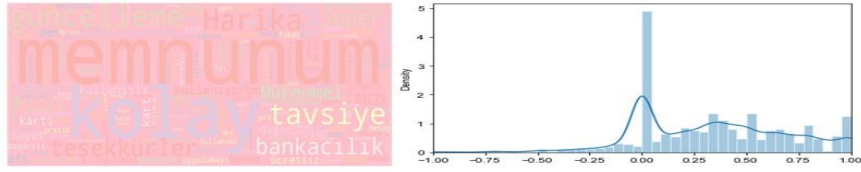
d)



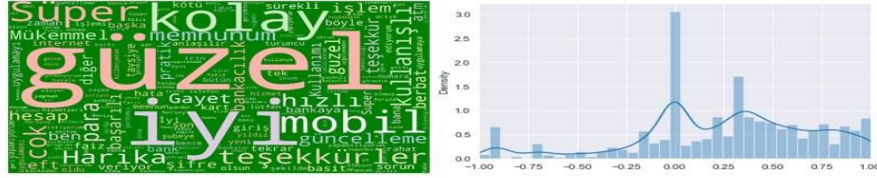
e)



f)



g)

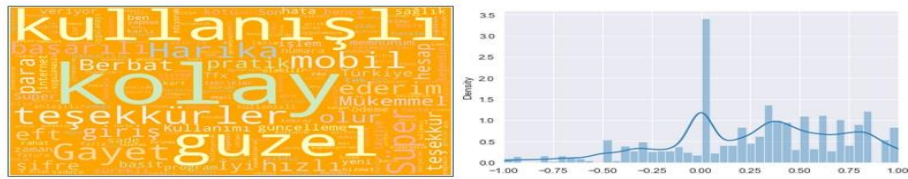


h)

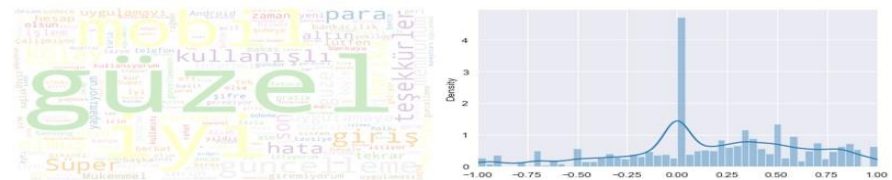
**Şekil 3.2.** Özel Mevduat Bankalarına ait Kelime Bulutu ve Duygu Analizi Çıktılarını gösteren Grafikler, a) C Özel Mvduat Bankası b)S Özel Mvduat Bankası c) A Özel Mevduat Bankası d)Y Özel Mevduat Bankası e) I Özel Mevduat Bankası f) N Özel Mevduat Bankası g) O Özel Mevduat Bankası H) K Özel Mevduat Bankası

Katılım bankalarının metin verileri incelendiğinde ise;

- T Özel katılım bankası ve G Katılım bankasının müşteri yorumları incelendiğinde diğer özel banka ve kamu bankaları müşteri yorumlarıyla kıyaslanması önemlidir. Katılım bankalarının müşterilerinin bu bankaların dijital hizmetlerine olan bakış açısının oldukça olumlu olduğu gözlemlenebilmiştir.
- G bankasının, T bankasına göre müşteri yorumlarının olumsuzluğu dikkat çekmektedir. G katılım bankasının güncellemeyle alakalı yetersizliği müşterilere olumsuz yorumlanmasına sebep olmuştur. Özellikle güncellemeden sonraki sıkıntılar ifade edilmiştir.



a)



b)

**Şekil 3.3.** Özel Katılım Kamu Bankaları Kelime Bulutu ve Duygu Analizi Çıktılarını gösteren Grafikler, a) T Özel Katılım Bankası b)G Özel Katılım Bankası

#### 4. SONUÇ

Analiz sonuçları incelendiğinde bankaların dijitallikle alakalı genel anlamda iyi bir iş çıkardığı ancak geliştirmeleri gereken birçok konu olduğu tespit edilmiştir. Analiz internet ve mobil bankacılık ortak değerlendirilmiştir ancak mobil bankacılıkla alakalı yorum verisi internet bankacılığına nazaran daha fazla olduğu da ayrıca belirtilmesi gereken bir konudur.

Bu araştırma dijital bankacılık açısından kamu ve özel bankaların müşteri gözü ile kıyaslanması açısından önem teşkil etmektedir. Bu konuda literatüre ciddi katkı sağlayacak olan bu araştırma dijital bankacılık konusunda bu derece kapsamlı olması sebebiyle ilk yapılan incelemelerden gösterilebilmektedir. İnternet üzerinden erişimi açık birkaç forum sitesi ve yine açık erişimli Google play sitelerinden alınan yorum kaynaklı metin verilerinin kullanıldığı ilk dijital bankacılık çalışmasıdır. Benzer birkaç araştırma makalesi ile olan farklarına bakılacak olur ise; kaynağını Twitter verilerinin oluşturduğu ve müşterilerin dijital bankacılığa olan tutumunu ölçümleyen Ogunleye ve Oluwatoba tarafından 2021 yılında duygu analizi (SA) teknikleri kullanılmıştır. Araştırmada Pidgin İngilizcesinin kullanılması sebebiyle analizin sağlıklı sonuçlarının etkilendiği ve veri eksikliği sebebiyle istenilen verime ulaşamadığı belirtilmiştir. Bu çalışmanın ise veri yoğunluğunun ve örneklem çeşitliliğinin oldukça geniş olması farkını ortaya koymaktadır. Ngo ve ark. (2023), CBDC (Merkez bankası, dijital para birimi) e ilişkin, metin madenciliği, duygu analizi ve regresyon modellerinin ana sonuçları hakkında yorum yapan yazarlar, piyasaya sürülen para birimine karşı tutumu ölçmektedir. Bu çalışma yöntemsel olarak benzer olsa da değerlendirilen değişkenler farklılık göstermektedir. Andrian ve diğerlerinin, 2022 yılında; Endonezya'da dijital bankacılık açısından müşteri memnuniyetinin ölçümlendiği çalışmada, Twitter'dan metin madenciliği yoluyla elde edilen metin verileri ile duygu analizi gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmaya oldukça benzeyen bu çalışma müşterilerin dijital bankacılığa olan tutumunu incelemektedir. Bu araştırma, bankaların tek tek değerlendirilmesi, yoğunlukların kelime bazında ölçülmesi, detaylı odak noktalarının belirlenmesi ve veri yoğunluğunun kıyaslanamayacak kadar üstün olması nedeniyle Andrian ve arkadaşlarının araştırmasından farklılık göstermektedir. Cheng ve arkadaşlarının 2021'deki araştırmasında ise, tek bir banka üzerinde yoğunlaşmıştır ve araştırmada rakip bankalar hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Kıyaslama açısından önemli olan dijital bankacılığın diğer bankalarla farklılıklarının ortaya konulması konusunda yapılan çalışmalar farklılık göstermektedir.

Dolayısıyla gerek örenklem genişliği bakımından gerek kelime yoğunlukları ile kelime bulutu ve duygu analizi çalışmaları bakımından araştırma oldukça önem arz etmektedir.

Uygulama bölümünde incelenen bulgular göstermiştir ki; dijital bankacılık kullanıcılarının çoğunlukla mobil bankacılık kullanıcısı olduğu anlaşılmıştır. Yapılan yorumlardan ve veri kaynağı göz önünde bulundurulduğunda bu sonuca ulaşılmıştır. Pandemi dönemi de dijital bankacılık kullanımı açısından ciddi bir ilerleyişe sebep olmuştur. Yorum verilerinin pandemi dönemiyle çok fazla artışı ve dijital bankacılık uygulamalarının gelişiminin hız kazanması ile bu kanıya varılmıştır. Özellikle 2022 yılı verileri göstermiştir ki, dijital bankacılık alanındaki hizmetlerin çok daha profesyonel, yenilikçi ve alt yapı açısından daha yeterli düzeyde olması bu yargıyı güçlendirmektedir. Ancak wordcloud çıktıları ile anlaşılmaktadır ki; Müşteriler bazı kamu bankaları ve özel bankalarda bu dijitalleşme bakımından sorun yaşadığını göstermiştir. Web sitesinin veya uygulamanın güncelliğinde sıkıntı olması, güvenlik konusundan tatmin etmemesi, yavaş olması, donması, sistemden atılma sorunları yaşanması bu konunun yorumlara taşınmasına sebebp olmuştur. Bunun tam tersi de mevcuttur özellikle özel bankaların dijital bankacılık konusundaki teknolojik gelişmeleri kamu bankalarına nazaran daha yakından takip etmesi ve gelişmesi de yine yorumlardan anlaşılmıştır.

Müşteriler tarafından bulunulan dönütlerde en sık rastlanan bulgular; uygulama kullanılabilirliği, açıklığı, güvenliği, netliği, güncel olması, hızlı olması ve hizmet ücretlerinin makul olması temel değerlendirme konuları arasındadır. Bu anlamda dijital bankacılık hizmetlerinde çok aşırı farklar gözlemlenmese de özel mevduat ve katılım bankaları ile kamu bankaları arasında ayırım göze çarpmaktadır. Özel bankalar arasındaki rekabet ortamının çok daha etkin olmasına bağlanabilmektedir. Bundan dolayı özel mevduat ve katılım bankaları müşteri memnuniyetini daha çok ön planda tutarak hızlı gelişim ve dijitalleşmeye odaklı performans sergilemektedir. Bu anlamda kamu bankaları özel bankaları arkadan takip etmekte ancak özellikle 2022 yorum verilerine göre bu farklılık gittikçe azalmış olarak gözlemlenmektedir. Ayrıca özel katılım bankalarının kelime bulutunda yer almayan ancak duygu analizlerinde ortaya çıkan olumlu farklılık da dikkat çekmiştir. Dolayısıyla dijital bankacılık konusundanda en çok kullanılan özel mevduat ve özel katılım bankalarının başarısı gözlemlenmiştir.

Bu araştırma 2023 yılı Haziran tarihli “dijital bankacılık uygulamalarına ilişkin müşteri yorumlarının metin madenciliği yöntemleri ile incelenmesi” adlı tez çalışmasından türetilmiş ancak oradaki verinin genişletilmesi ile analizlerin tekrar oluşturulmasına dayalı bir araştırmadır. Bu araştırma dijital bankacılık uygulamalarının başlıca hangi özellikleri barındırması gerektiğinin anlaşılması açısından önemli bir AR\_GE niteliğindedir.

Geliştirilerek hazırlanabilecek bir dijital bankacılık uygulamasının sade, güvenli, net anlaşılabilir, güncel ve kaliteli bir teknik alt yapıda olması esas alınması gereken faktörlerdir. Bu faktörler yine kelime yoğunluklarına odaklanan metin madenciliği yöntemlerinden olan LDA (Latent Dirichlet Allocation) ile tekrarlanarak sonuç analizi yapılabilir ve karlılaştırılabilir. Ayrıca bankaların müşteri yorumlarına geri dönüşleri açısından da incelenip bu konudaki güncelleme ve yenilenme adımları incelenebilir ve uygulamalara ne kadar yansıdığı ölçümlenebilir.

## KAYNAKÇA

- Andrian, B., Simanungkalit, T., Budi, I., & Wicaksono, A. F. (2022). Sentiment Analysis On Customer Satisfaction Of Digital Banking In Indonesia. *International journal of advanced computer science and applications*, 13(3) Doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130356>
- Chang, I. C., Yu, T. K., Chang, Y. J., & Yu, T. Y. (2021). Applying text mining, clustering analysis, and latent dirichlet allocation techniques for topic classification of environmental education journals. *Sustainability*, 13(19), 10856.
- Chintalapudi, N., Battineni, G., & Amenta, F. (2021). Sentimental analysis of COVID-19 tweets using deep learning models. *Infectious disease reports*, 13(2), 329-339.
- Coelho, F. & Easingwood, C. (2003). Multiple Channel Structures In Financial Services: A Framework. *Journal of financial services marketing*, 8(1), 22-34.
- Danneman, N., & Heimann, R. (2014). *Social media mining with r*. Packt publishing ltd.
- Desai, R. (2019). *Top 10 Python Libraries For Data Science*.
- Feldman, R., & Sanger, J. (2007). *The text mining handbook: advanced approaches in analyzing unstructured data*. Cambridge university press, 35-46.
- Gupta, V. & Lehal, G. S. (2009). A Survey Of Text Mining Techniques And Applications. *Journal of emerging technologies in web intelligence*, 1(1), 60-76.
- Hassani, H., Beneki, C., Unger, S., Mazinani, M. T., & Yeganegi, M. R. (2020). Text Mining In Big Data Analytics. *Big data and cognitive computing*, 4(1), 1.
- Jadhav, A., Kaur, M., & Akter, F. (2022). Evolution of software development effort and cost estimation techniques: five decades study using automated text mining approach. *Mathematical problems in engineering*, 2022, 1-17.
- Laukkanen, T. (2014). Internet Vs Mobile Banking: Comparing Customer Value Perceptions. *Business process management journal*, 788.
- Onashabay, N. (2021). *Effects Of Covid-19 Pandemic On The Key Profitability Factors Of Digital Challenger Banks. Starling Bank Case Study (Doctoral Dissertation, Central European University)*.
- Ogunleye, B. O. (2021). *Statistical learning approaches to sentiment analysis in the Nigerian banking context (Doctoral dissertation, Sheffield Hallam University)*.
- Mazinani, M. T., Hassani, H., & Raei, R. (2022). A Comprehensive Review Of Stock Price Prediction Using Text Mining. *Advances in decision sciences*, 26(2), 1-36.
- Ngo, V. M., Van Nguyen, P., Nguyen, H. H., Tram, H. X. T., & Hoang, L. C. (2023). Governance and monetary policy impacts on public acceptance of CBDC adoption. *Research in international business and finance*, 64, 101865.
- Sayın Okatan, B. (2023). *Dijital Bankacılık Uygulamalarına İlişkin Müşteri Yorumlarının Metin Madenciliği Yöntemleri İle İncelenmesi, [Doctoral Thesis, Gümüşhane University Graduate Institute]*.
- Sharma, R., Nigam, S., & Jain, R. (2014). Opinion mining of movie reviews at document level. *arXiv preprint arXiv:1408.3829*.



## ŞEHİRLERİN TANITILMASINDA YENİ REHBER QR KODLARI

**Handan ÇAM**

Gümüşhane University, Faculty Of Economics And Administrative Sciences , Central Campus

**ORCID ID:** 0000-0003-0982-2919

**Hakan AYCAN**

Gümüşhane University, Faculty Of Economics And Administrative Sciences , Central Campus

**ORCID ID:** 0009-0008-7730-0788

### ÖZET

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2021 yılında yürütülen Hane halkı Bilişim Teknolojileri (BT) kullanım araştırmasına göre Türkiye’de internete erişim imkânı olan hane oranı %92,0 olarak tespit edilmiştir. Bu oran içerisinde yer alan bireylerin %86,6’sının interneti düzenli olarak kullandıkları tespit edilmiştir. Bu bilgilere bakıldığında ülkemizin hemen hemen her yerinde internet kullanımını mevcut olup internete girebilme imkanının arttığı görülmüştür. Dijital çağın bu kadar hızlı bir şekilde evrildiği bir zamanda lojistik, turizm, bilişim, yazılım sistemi olmak üzere birçok sektör hem reklam ve tanıtım hem de ürünlerin hızlı bir şekilde pazarlanıp satılması/üretilmesi, maliyetlerin azaltılması, performansın artması için teknolojik alt yapıyı kullanarak sektörel olarak gelişmeye özen göstermektedir. Bu gelişim süreçlerinden birisi de Quick Response Code (QR Code) (Hızlı yanıt kodu) sistemine aittir. QR Kod sistemi birçok alanda kullanıldığı gibi turizm alanında da kullanılabilir bir süreçtir. Bu bağlamda, çalışmanın amacı; şehre yeni gelen insanlara daha kolay biçimde kullanışlı bir mobil rehber oluşturmaktır. Bu rehber için Python dili ve ilgili kütüphaneler kullanılarak bir QR kod oluşturulacaktır. Mobil uygulama ve web sitesinin hazırlanması için ise Python,Html5,Css3 ve Javascript dilleri kullanılması, mobil uygulama için ise responsive oluşturulması planlanmaktadır. Böylece insanlar gidebilecekleri konumlara daha hızlı ve öncesinde bilgi sahibi olarak ulaşabileceklerdir. Herhangi bir tarihi şehri gezmek isteyen kişi telefonu ile QR kodu okutarak o tarihi yer ile ilgili geniş yazılı bilgileri okuyup, tarihi yerin ilginç ve bilinmeyen yönlerini öğrenerek daha bilinçli gezme imkanı bulacak, hatta resim ve videolar ile ilgili yer hakkında daha fazla bilgi edinilebilecektir. Bu sayede insanların il hakkında kapsamlı bilgi edinebilmeleri, gezebilmeleri, yaşayabilecekleri herhangi bir problem karşısında çözüm olanakları bulabilmeleri ve bu içeriklere çok kolay bir şekilde ulaşabilmeleri hedeflenmektedir. Ayrıca illere ait tüm lokanta, kafe ve konaklama yerlerine ait kroki ve haritalar anında kullandıkları mobil aygıtta güncel duruma senkron bir şekilde görülebilecektir. Çalışmada, ortaya çıkan uygulamanın sonuçları ile ilgili kullanıcılardan gerekli algı verileri toplanarak istatistiksel analizlerle değerlendirilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Hızlı yanıt kodu, Python dili, Dijital Çağ, Harita.

## QR CODES A NEW GUIDE IN PROMOTING CITIES

### ABSTRACT

According to the Household Information Technologies (IT) usage research conducted by the Turkish Statistical Institute (TUIK) in 2021, the rate of households with access to the internet in Turkey was determined to be 92.0%. It was determined that 86.6% of the individuals within this rate use the internet regularly. When we look at this information, it is seen that internet usage is available in almost every part of our country and the opportunity to access the internet has increased. At a time when the digital age is evolving so rapidly, many sectors, including logistics, tourism, informatics and software systems, are developing sectorally by using technological infrastructure for both advertising and promotion, as well as the rapid marketing, selling/production of products, reducing costs and increasing performance. takes care. One of these development processes belongs to the Quick Response Code (QR Code) system. The QR Code system is a process that can be used in many areas as well as in the field of tourism. In this context, the aim of the study is; Our aim is to create a more useful mobile guide for people new to the city. For this guide, a QR code will be created using Python language and related libraries. It is planned to use Python, Html5, Css3 and Javascript languages to prepare the mobile application and website, and to create a responsive mobile application. In this way, people will be able to reach their destinations faster and with better information. A person who wants to visit any historical city will have the opportunity to travel more consciously by scanning the QR code with his phone, reading extensive written information about that historical place, learning the interesting and unknown aspects of the historical place, and even get more information about the place through pictures and videos. In this way, it is aimed for people to obtain comprehensive information about the city, to travel, to find solutions to any problems they may encounter, and to access these contents very easily. In addition, sketches and maps of all restaurants, cafes and accommodation places in the province can be viewed instantly on the mobile device they use, synchronized with the current situation. In the study, the necessary perception data from users regarding the results of the resulting application will be collected and evaluated with statistical analysis.

**Keywords:** Quick response code, Python language, Digital Age, Map.

## ORTA GELİR TUZAĞINI AŞMAYA YÖNELİK İNOVASYON POLİTİKALARI

Özcan KARAHAN

Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü  
ORCID ID: 0000-0002-1179-2125

### ÖZET

Dünyada ekonomik açıdan az gelişmiş olarak anılan ülke sayısı gelişmiş ülke sayısından çok daha fazladır. Bunun için iktisat biliminde ülkeler arasındaki gelişmişlik farklılıklarının nedenleri ve bu nedenleri ortadan kaldırmaya yönelik politika önerileri üzerinde çalışan çok geniş bir literatür vardır. Bu bağlamda az gelişmiş ülkelerin gelişmiş ülkelerin üst gelir seviyesine ulaşmalarını engelleyen aşılması güç bir çok neden ortaya konmuştur. Son dönemde az gelişmiş ülkelerin gelişmiş ülke aşamasına geçmesini engelleyen güçlükler daha çok “orta gelir tuzağı“ olgusu ile tasvir edilmeye başlanmıştır. Buna göre az gelişmiş ülkeler büyüme oranlarını hızla artırarak orta gelirli ülke konumuna kolaylıkla ulaşabilmektedir. Ama söz konusu ülkeler üst gelir düzeyine ulaşacak büyüme dinamiklerini bir türlü harekete geçiremedikleri için orta gelir düzeyine takılıp kalmaktadırlar. Böylece, bir çok ampirik çalışmada tespit edilen bu orta gelir tuzağından kurtulmak üst gelir seviyesine ulaşmak isteyen ülkeler için en büyük hedef haline gelmektedir. Dolayısıyla ile de orta gelir tuzağından kurtulmaya yönelik politikaların tasarlanması ilgili literatürde en çok önem verilen araştırma konularının başında gelmektedir. Buradan hareketle çalışma, orta gelir tuzağından çıkışa yardımcı olacak politikaların başarılı bir şekilde tasarlanmasına katkı sağlamayı amaçlamıştır. Bu çerçevede öncelikle orta gelir tuzağından kurtulmak için ülkedeki inovasyon kapasitesinin geliştirilmesi hususu stratejik bir hedef olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu strateji çerçevesinden, AR-GE faaliyetlerinin artırılması, beşeri sermayenin desteklenmesi ve bilgi iletişim alt yapısının güçlendirilmesine yönelik düzenlemeler temel politika araçları olarak ortaya konmuştur. Böylece, üst gelir grubuna ulaşmayı hedefleyen ülkeler için orta gelir tuzağından çıkışı sağlayacak inovasyon politikası seçenekleri kapsamlı bir şekilde belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Orta Gelir Tuzağı, İnovasyon Politikaları

## INNOVATION POLICIES TO OVERCOME THE MIDDLE-INCOME TRAP

### ABSTRACT

The number of countries in the world that are considered economically underdeveloped is much higher than the number of developed countries. For this reason, there is a very extensive literature in economics that studies the reasons for the development differences between



countries and policy recommendations to eliminate these reasons. In this context, many insurmountable reasons have been revealed that prevent underdeveloped countries from reaching the upper income level of developed countries. Recently, the difficulties that prevent underdeveloped countries from moving to the developed country stage have begun to be depicted more as the "middle income trap" phenomenon. Accordingly, underdeveloped countries can easily reach the status of middle-income countries by rapidly increasing their growth rates. But since these countries cannot activate the growth dynamics that will reach the upper income level, they are stuck at the middle-income level. Thus, overcoming this middle-income trap, which has been identified in many empirical studies, becomes the biggest goal for countries that want to reach the upper income level. Therefore, designing policies to escape the middle-income trap is one of the most important research topics in the relevant literature. Based on this, the study aimed to contribute to the successful design of policies that will help get out of the middle-income trap. In this context, developing the innovation capacity in the country has been determined as a strategic goal in order to get rid of the middle-income trap. Later, within the framework of this strategy, regulations for increasing R&D activities, supporting human capital and strengthening the information and communication infrastructure were put forward as basic policy tools. Thus, innovation policy options that will enable countries to escape the middle-income trap have been comprehensively determined for countries aiming to reach the upper income group.

**Keywords:** Middle Income Trap, Innovation Policies

## 1. GİRİŞ

Büyüme literatüründe en çok ele alınan konulardan bir tanesi az gelişmiş ülkelerin hangi koşullarda sürdürülebilir hızlı bir büyüme trendi yakalayarak gelişmiş ülke seviyesine ulaşabileceklerinin tespitidir. Bu mesele ile ilgili geliştirilen modellere bakıldığında farklı yaklaşımları çerçevesinde birçok önerinin sunulduğu görülmektedir. Bu kapsamda az gelişmiş ülkelerin gelişmiş ülke aşamasına geçişte birçok zorlukla karşı karşıya kaldıkları da belirlenmektedir. Öyle ki, son dönemde az gelişmiş ülkelerin gelişmiş ülke sınıfına geçmekle ilgili karşılaştığı güçlüğü ifade etmek üzere "orta gelir tuzağı" kavramı ortaya atılmış ve oldukça yaygın kullanım alanı bulmuştur.

Orta gelir tuzağı genel olarak az gelişmiş ülkelerin belirli bir orta gelir seviyesine geldikten sonra uzun süre bu seviyede kalıp daha üst gelir grubuna geçemedikleri durumu tasvir etmek için kullanılmaktadır. Buna göre tuzağa düşülmesi durumunda uzunca bir süre orta gelir seviyesinde kalınması hususuna bütün tanımlar vurgu yapmış olsa da hangi gelir seviyesinin orta gelir düzeyini ifade ettiği konusunda farklı görüşler ortaya atılmıştır. Her yıl

hazırladığı raporlar da farklılıklar olmakla birlikte, Dünya Bankasının 2023 yılında yayımladığı Dünya Gelişme Göstergeleri (World Development Indicators) raporu kişi başı geliri 1,136-4,465 dolar arası olan ülkeleri Alt Orta Gelir grubu, 4,464-13,845 arasında olanlar ise Üst Orta Gelir grubu ülkeler olarak sınıflandırmıştır (World Bank, 2023). Böylece orta gelir grubunun en üst sınırı olan 13,845 dolar seviyesi Dünya Bankasına göre orta gelir tuzağının sınırı olarak belirlenmiştir. Woo (2012) ise orta gelir seviyesini ABD'nin kişi başı gelirinin %20 ile %55 arasında kalan aralık için tanımlamıştır. Buna göre kişi başı gelir ABD'nin kişi başı gelirinin %55 seviyesine ulaştığında ülkenin orta gelir grubu içinde yer aldığı kabul edilmektedir. Eichengreen vd. (2011) ise kişi başına gelirin 16.000 doları bulmasını ya da ABD kişi başına gelir düzeyinin %58 seviyesine ulaşmasını orta gelir seviyesi olarak tanımlamaktadır. Böylece orta gelir tuzağı tasviri olarak kişi başı gelirin belirli bir orta seviyede sıkışıp kalması dolayısıyla ile ekonominin durgunluk içine girdiği duruma işaret etmektedir. Ancak orta gelir seviyesine yönelik olarak farklı aralıklar ve üst sınırlar belirlenebilmektedir.

Orta gelir tuzağı kavramı yukarıda işaret edildiği şekilde bir ülkenin gelir seviyesine ilişkin içine düştüğü durumu tasvir etmektedir. Ancak aynı zamanda bu içine düşülen durumun nedenlerine işaret eden daha analitik tanımlara da ihtiyaç bulunmaktadır. Çünkü yaşanan sürecin neden “tuzak” olarak niteliğinin ortaya konması için sürecin analitik irdelenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda analitik tanımlar incelendiğinde genel olarak az gelişmiş ülkelerin hızla büyüme sağlayarak orta gelir grubuna geçerken kullandıkları kimi avantajlı durumların üst gelir grubuna geçerken gerçekleştirmek zorunda kaldıkları daha hızlı büyüme süreci için ayak bağı oluşturduğuna işaret edilmektedir. Buna göre az gelişmişlikten orta gelire geçişte tarımda bol bulunan emeği ucuz bir şekilde kullanarak sanayide istihdam etmek mümkün olmaktadır. Böylece düşük gelirli ülkeler için yurt dışından ithal ettikleri teknoloji ile düşük maliyetli emek-yoğun ürünler üreterek uluslararası piyasalarda rekabet edebilmeleri dolayısıyla ile hızla büyüebilmeleri mümkün olmaktadır. Ancak bu şekilde orta gelir seviyesine ulaşıldığında teknoloji seviyesi sınırlı emek-yoğun ürünler üreterek büyüme ivmesini artırıp üst gelir grubuna geçmesi mümkün olmamaktadır. Bu noktada ülkelerin daha yüksek teknolojilerle bilgi yoğun ürünler üreterek yarattıkları katma değeri artırmaları gerekmektedir. Ancak ülkeler kendilerini orta gelir seviyesine sınırlı teknolojik düzeylerdeki emek-yoğun üretime ısrarla devam etmeleri durumunda orta gelir tuzağına düşmektedir.

Yukarıda analitik tanımdan anlaşılacağı gibi az gelişmişlikten orta seviyeye geçerken geleneksel tarıma dayalı üretim bırakılarak sınırlı bir teknoloji ile de olsa sanayide tüketim malları üretimine geçilmektedir. Bu süreçte hem sermaye verimliliği yüksek olmak da hem de

ihitiyaç duyduğu düşük nitelikli istihdamı tarım sektöründen kolaylıkla transfer edebilmektedir. Yaşanan geçiş döneminde hem sermaye hem de emek verimliliklerinin önceki döneme göre artmakta böylece yüksek kârlılık ve yüksek büyüme oranları gerçekleşmektedir. Ancak bu şekilde orta gelir seviyesine ulaşıldıktan sonra mevcut teknolojiler yüksek gelir seviyesine ulaşmayı sağlayacak daha büyük ekonomik büyüme oranları için yetersiz kalmaktadır. Böylece orta gelir tuzağına düşülmesinin ana nedeni üretim yapısında “orta teknoloji” seviyesinden “ileri teknoloji” seviyesine geçilememesidir. Dolayısı ile orta gelir tuzağından kurtulmak için uygulanacak politikaların ana stratejisi üretim yapısını ileri teknolojik seviyeye taşımak olmalıdır. Başka bir ifade ile orta gelir tuzağını aşmak için ülkenin yenilik yaratma kapasitesini geliştirerek daha ileri teknolojik seviyede üretim yapmasını sağlamak ana hedef olmalıdır.

Orta gelir tuzağının aşılmasında üretim yapısının ileri teknolojik niteliğe kavuşturulması ana politika hedefi olarak belirlendikten sonra bunların hangi politika araçları ile karşılanacağı hususunda İçsel Büyüme Teorileri bize önemli bir rehberlik sağlayabilir. Çünkü bu teoriler uzunca bir dönem iktisat modellerinde dışsal faktör olarak ele alınmış teknolojik gelişme dinamiklerini model içine alarak analize katmaktadır. Gerçekten de uzun süre iktisatçılar teknolojik gelişmelerin ekonomik büyüme sürecine çok olumlu etkiler yarattığını tespit etmelerine rağmen teknolojik gelişmelere hangi hususların belirlediği konusunda suskun kalmışlardır. Literatürde bu suskunluğu İçsel Büyüme Teorileri kapsamında sunulan yaklaşımlar bozmuş ve teknolojik gelişmeye kaynaklık eden birçok faktör ortaya çıkarılmıştır. Bu bağlamda genel olarak teknolojik gelişmelerin kaynaklarına ilişkin olarak Lucas (1988) beşerî sermaye ve Romer (1990) ise araştırma geliştirme faaliyetlerinin önemine işaret etmişlerdir. Bunun yanında bilgi iletişim teknolojisindeki gelişmelerin sunduğu fırsatların ülkelerin teknolojik ilerlemelerine katkı sunduğu da belirlenmiştir. Şüphesiz İçsel Büyüme Teorileri kapsamında teknolojik gelişmeye kaynaklık yapan birçok faktöre işaret edilmektedir. Ancak biz bu çalışma kapsamında diğerlerinden çok daha fazla öne çıkan bu faktörler etrafında orta gelir tuzağından çıkmaya yönelik olarak inovasyon politikalarını belirleyeceğiz.

Yukarıda ifade edilen çerçevede çalışmamız orta gelir tuzağından çıkışta katkı sağlayacak politika uygulamalarına ilişkin analitik bir çerçeve oluşturmayı hedeflemiştir. Bu bağlamda çalışmada teknolojiyi geliştirmeye yönelik uygulamalar üç bölümünde ele alınmıştır. İlk bölümde araştırma geliştirme faaliyetlerinin artırılması kapsamında uygulanacak politikalar üzerinde durulmuştur. İkinci bölümde beşerî sermayenin desteklenmesine yönelik uygulamalara ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Üçüncü bölümde ise

bilgi ve iletişim alt yapısının güçlendirilmesi konusunda geliştirilen politikalar açıklanmıştır. Sonuç kısmında ise orta gelir tuzağından çıkışı amaçlayan politika stratejisine yönelik bazı çıkarımlar yapılmıştır.

## 2. ARAŞTIRMA GELİŞTİRME FAALİYETLERİNİ ARTIRILMASI

Araştırma geliştirme (AR-GE) faaliyetlerinin “araştırma” kısmı genellikle bilimsel bilgi üretimini amaçlayan aktiviteleri kapsarken “geliştirme” kısmı ise teknik bilgi birikimini artırmak amacıyla sistemli bir şekilde yürütülen çalışmalar bütünüdür. Romer (1990) içsel büyüme teorileri çerçevesinde AR-GE faaliyetlerini teknolojik gelişmenin temel kaynağı olarak ele alıp kasamalı şekilde analiz etmiştir. Romer’e göre, modern ekonomilerin önemli bir parçası olan yüksek teknoloji üretim ve uzun dönem hızlı ekonomik büyüme temel dinamiğini AR-GE faaliyetlerinden almaktadır. Bu bağlamda Ar-Ge harcamaları ile yüksek teknoloji endüstrilerindeki üretimin payı arasındaki ilişki oldukça güçlüdür. Böylece, büyümeye büyük bir ivme kazandıran yüksek teknoloji sektörünün oluşturulmasında AR-GE faaliyetlerinin oynadığı rol çok büyüktür. Öyle ki, AR-GE harcamalarının Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'ya oranı arttıkça yani AR-GE yoğunluğu artarken, endüstriyel yapı giderek daha teknoloji yoğun hale gelmekte ve dolayısıyla yüksek teknoloji imalatın toplam imalat sektörü içindeki payı artmaktadır. Böylece, AR-GE yoğunluğunun, endüstrinin teknoloji seviyesinin artırılmasında ve dolayısıyla verimlilik artışının teşvik edilmesinde büyük bir etkisi bulunmaktadır. Başka bir deyişle, yüksek teknoloji imalatın genişleyen payı araştırma ve geliştirme faaliyetlerindeki artıştan kaynaklanmaktadır.

Günümüzde üst gelir grubu ülkelerin büyüme dinamiklerine bakıldığında iç talepten daha çok dış talebin önem kazandığı görülmektedir. Buna göre uluslararası ticarete rekabet üstünlüğü elde ederek ihracat hacmini artırmak yolu ile yüksek büyüme oranlarına ulaşmak yani üst gelir grubuna geçmek için önemli bir ön koşul haline gelmiştir. Öte yandan, son dönemlerde dış ticarete üstünlük sağlamanın yolu yüksek teknoloji ürün ihracatında uzmanlaşmak çerçevesinde ele alınmaya başlanmıştır. Başka bir ifade ile yüksek katma değer sağlayan yüksek teknoloji ürün ihracatı ekonomik büyüme üzerinde çok daha fazla katkı sağlamaktadır. Bu şekilde uluslararası ticarete yüksek teknoloji ürün ihracatına vurgu yapılması AR-GE faaliyetlerinin öne çıkmasına neden olmaktadır. Uluslararası ticarete egemen olan üst gelir grubu ülkelerin üretim süreçlerinde emek ve sermayeden daha çok AR-GE faaliyetleri sonucu elde edilen yeni bilgiler kaynaklık etmektedir. Bu durum ihracata dayalı büyüme modelleri açısından “ihracatı ne şekilde olursa olsun artırmak” hedefinden çok katma değeri yüksek AR-GE faaliyetleri sonucu elde edilen yeni teknolojilerle yapılan üretime dayalı olarak ihracatı artmanın önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle orta gelir tuzağına girmiş ülkelerde düşük teknoloji üretim süreçlerinde elde edilen bazı ürünlerle belirli bir ihracat seviyesine ulaşıldığı görülmektedir. Zaten bu ilk ihracat hamlesi söz konusu ülkeleri az gelişmişlikten kurtulup orta gelire sahip ülke safhasına taşımıştır. Bununla birlikte söz konusu ihracat niteliği itibarı ile sürdürülebilir daha yüksek büyüme oranları için yeterli katkıyı sağlamamaktadır. Çünkü ihraç edilen bu ürünler nispeten düşük teknoloji ile üretildiğinden katma değeri de düşük seviyede kalmaktadır. Dolayısıyla orta gelir tuzağına düşen ülkelerin ihraç ettikleri bu tip ürünlerle yüksek teknoloji ürün ihracatı yaparak büyük miktarda katma değer sağlayan üst gelir grubu ülkelere karşı rekabet üstünlüğü sağlaması söz konusu değildir. Bunun için orta gelir grubunda bulunan ülkeler yüksek teknoloji ürün ihracatını artıracak şekilde AR-GE'ye dayalı üretim için ekonomik yapılarında dönüşüm sağlamaya çalışmalıdır. Bu durum orta gelir tuzağına düşmüş ülkelerin daha önceki süreçte ucuz emek ile uluslararası ticarete nispi olarak sağladıkları avantajları bir kenara bırakarak daha üst gelir seviyesine geçmek için üretim süreçlerinde kullandıkları teknolojiyi sürekli olarak geliştirmelerine imkan verecek AR-GE faaliyetlerine yönelmeyi zorunlu kılmaktadır.

Bu şekilde teknolojik ilerlemeleri destekleyecek Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi hususu orta gelir tuzağından çıkışta uygulanacak politikaların merkezine oturmaktadır. Ancak bu noktada Ar-Ge faaliyetlerini desteklenmesinde nasıl bir strateji izleneceği konusunda da tartışmalar vardır. Klasik yaklaşım AR-GE faaliyet kapasitesinin artırılmasında kamunun doğrudan rol almasını uygun bulmamaktadır. Klasik yaklaşımı savunan iktisatçılar kamunun doğrudan yürüttüğü AR-GE faaliyetlerinin hem verimsiz olduğunu de özel sektörün AR-GE faaliyetlerini kısıtladığını ileri sürmektedir (David ve Hall, 2000: 1172). Bunun için kamu inovasyon politikaları çerçevesinde sadece özel sektör AR-GE faaliyetlerine finansal destek sağlanmalıdır. Öte yandan daha modern yaklaşımlarda kamunun doğrudan yürüttüğü AR-GE faaliyetlerinin verimsiz olduğu iddiasına karşı çıkılmaktadır. Buna göre kamu oldukça verimli AR-GE faaliyeti gerçekleştirebilir. Üstelik kamu tarafından yapılan AR-GE faaliyetleri özel sektörü dışlamaz tam tersine sağladıkları pozitif dışsallıkla olumlu yönde etkiler. Böylece modern yaklaşım kamu AR-GE faaliyetleri ile özel sektör AR-GE faaliyetleri arasında tamamlayıcılık ilişkisi olduğunu ileri sürmektedir (Coccia, 2011: 123-124). Buna göre kamunun AR-GE faaliyetleri yolu ile müdahale alanını genişletme süreci olumsuz bir gelişme olarak algılamaz.

Görüldüğü gibi AR-GE faaliyetlerini desteklenmesinde nasıl bir strateji izleneceği konusu hala tartışmalıdır. Öyle ki, kamunun önünde AR-GE faaliyetlerinin doğrudan yürütmek veya özel sektör AR-GE faaliyetlerini desteklemek şeklinde iki alternatif

bulunmaktadır. Kamu doğrudan AR-GE faaliyetlerini kendisi çeşitli araştırma kurumları ile gerçekleştirilebilir. Öte yandan, özel sektör AR-GE faaliyetlerinin finanse edilmesi ile destek sağlayabilir. Burada kamunun alacağı kararlar ve uygulamalar AR-GE harcamalarının özel ve kamu bileşenlerinin yenilik yaratma yeteneği üzerindeki etkisi belirleyici olacaktır.

AR-GE faaliyetlerinin hangi şekilde destekleneceği konusunda tartışma olsa dahi söz konusu faaliyetlerin bir ülkenin yenilik yaratma kapasitesini olumlu yönde etkilediğine ilişkin hiçbir şüphe yoktur. Öyle ki, ülkelerin toplam milli geliri içinde AR-GE'ye ayrılan bütçeleri ile daha nitelikli ve yüksek teknoloji ürünlerin üretme kapasiteleri arasında oldukça güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Böylece ülkelerin AR-GE faaliyetleri için ayırmış oldukları bütçelerin büyüklükleri ülkelerin yeni buluşlara vermiş olduğu ağırlığın tespiti açısından önemli bir gösterge haline gelmiştir (Öz ve Gözde, 2015: 85). AR-GE faaliyetleri kapsamında yaratılan teknolojik yeniliklere dikkat çeken bir başka çalışmada Avrupa'da AR-GE harcamalarının yüksek teknolojili imalat sektörlerinin ana belirleyicisi olup olmadığı test edilmiştir. Ampirik bulgular, işletmelerin AR-GE yoğunluğu ile yüksek ve orta-yüksek teknolojik imalat payları arasında güçlü bir nedensellik olduğunu göstermiştir. Böylece, AR-GE harcamalarını Avrupa'da yüksek katma değerli üretimin teknolojik kapasitesinin gelişmesinin ana kaynaklarından biri olduğunu ortaya koymuştur. Buradan önemli politika çıkarımları elde edilebilir. Buna göre imalat sektöründe yüksek teknoloji spesifikasyonlarına doğru bir dönüşümün sağlanması ve ekonomide inovasyona dayalı sürekli büyümenin elde edilmesi için kamu politikalarının özel AR-GE faaliyetleri için uygun bir teşvik oluşturması gerekmektedir (Karahan, 2015: 812).

Orta gelir tuzağından çıkışı amaçlayan kamu politikası açısından bakıldığında AR-GE harcamalarında artış sağlamak ve aynı zamanda AR-GE personel sayısını yükseltmenin uygun hedefler olarak seçilebileceği ortaya çıkmaktadır. Literatüre yapılan araştırmalarda da AR-GE harcama ve AR-GE personel sayısını artırmaya yönelik politikaların ülkelerin üst gelir grubuna geçişte olumlu etki yarattığı belirlenmektedir. Dünya üzerinde 56 orta gelire sahip olan ülke üzerinde yapılan çalışmada AR-GE harcamalarının yüksek gelirli ülke konumuna geçişte önemli bir rol oynadığı ortaya konmuştur (Dalgıç vd. 2014: 122). Benzer şekilde Avrupa Birliğine üye ve aday üye ülkeler kapsamında yapılan bir başka çalışmada kişi başına düşen gelir arttıkça AR-GE harcamalarına ayrılan payın yükseldiği ve orta gelir grubunda yer alan ülkelerin yüksek gelir grubuna geçtiği görülmektedir. Buna göre orta gelir tuzağını aşmak için AR-GE harcamalarını artırmak önemli bir imkân sunmaktadır (Karanfil, 2016: 230). Son dönemde gerçekleştirilen bir başka çalışmada OECD üyeleri kapsamında yapılan ekonometrik analizlerde orta gelir tuzağındaki ülkeler için inovasyon temelli AR-GE harcamalarını



arttırmak, ya da araştırmacı eğitime yönelik harcanan zamanın kalitesini yükseltmek gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir ifade ile orta gelir tuzağından çıkış için kaçınılmaz olan uzun vadede küresel rekabet gücünün artırılmasında AR-GE kaynaklarının etkin şekilde kullanılması büyük bir rol oynamaktadır (Karanfil, 2021: 151-152).

## 2. BEŞERİ SERMAYENİN DESTEKLENMESİ

Beşeri sermaye genel olarak “ekonomik faaliyetlerle ilgili bireylerde yer alan bilgi, beceri, yeterlilik ve diğer nitelikler” olarak tanımlanmaktadır (OECD 1988: 9). Kısaca beşeri sermaye bir ülkede her aşamada istihdam edilen insanların bilgi ve yetenek seviyesini gösteren bir kavramdır. Hızla büyüyen yeni ekonomilerin gelişme dinamiklerine bakıldığında ileri teknoloji kullanan bilgi yoğun sektörlerin ekonomik yapı içinde payını artırdığı belirlenmektedir. Böylece imalat ve tarım sektörleri gerilerken bilgi yoğun sektörler hızla gelişmektedir. Yeni ekonomilerde yaşanan bu değişim süreci günümüze ekonomik büyüme ile beşeri sermaye ilişkisini kurmak açısından önemli bir zemin yaratmaktadır.

İçsel Büyüme Modelleri çerçevesinde Lucas'ın (1988) geliştirdiği modelde insan sermayesindeki gelişmeler teknolojik ilerlemelerin önemli bir kaynağı olarak ele alınmaktadır. Böylece üretim fonksiyonuna sermaye, emek (kol gücü) ve doğal kaynakların yanı sıra insan sermayesi de ayrı bir girdi olarak girmektedir. Bunun sonucu olarak teknolojik ilerleme olgusu insan sermayesindeki gelişim aracılığıyla içselleştirilmiştir. Başka bir ifade ile ekonomik büyümeyi etkileyen temel faktör olan teknoloji, insan sermayesinden kaynaklanan mevcut yeni üretim bilgisine bağlı olarak değişmektedir. Öyle ki, beşeri sermaye yeni üretim bilgisinin ve teknolojik değişimin veya ekonomik büyümenin kaynağıdır. Çünkü beşeri sermayenin gelişmesi ile sadece çalışanların üretkenliği artmamakta aynı zamanda sermayenin ve doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına imkan tanınmaktadır. Dolayısıyla vasıflı işgücünün artması ile toplam faktör verimliliği ve ekonomik büyüme yükselmektedir.

Beşeri sermayenin ekonomik büyüme üzerinde yarattığı etkileri daha ayrıntılı bir şekilde doğrudan ve dolaylı kanallar üzerinden de belirlenebilir.

Doğrudan kanalda insan sermayesinin oynadığı rol üretim sürecinde yeni bilgi üretme yeteneğinin artırılması ile ilgilidir. Buna göre eğitim ve mesleki deneyim yoluyla geliştirilen insan sermayesi yeni fikirlerin üretilmesinde önemli bir faktördür. Böylece insan sermayesi düzeyinin yüksek olduğu ülkelerde AR-GE faaliyetlerinin verimliliği de o kadar yüksek olmaktadır (Schütt, 2003:16). Üstelik beşeri sermaye ile AR-GE faaliyetlerinin verimliliği arasındaki pozitif ilişki bir birini besleyen önemli bir dinamiğe sahiptir. Öyle ki, beşeri sermayedeki gelişmelerin AR-GE faaliyetlerinin verimliliğini artırması AR-GE faaliyetlerini



cazip hale getirerek her seferinde daha fazla araştırma ve geliştirme faaliyetine yatırım yapma teşvikini artırır. Başka bir ifade ile, girişimcilerin araştırma ve geliştirme faaliyetlerine yaptıkları yatırım ancak verimli ve karlı olması durumunda sürdürülebilir. Eğer yüksek bilgi ve beceriye sahip yeterli sayıda personeli var ise bu durumda AR-GE faaliyetlerinin başarılı sonuçlara ulaşması dolayısı ile karlı olması ihtimali kuvvetlenmektedir (Neagu, 2011: 540).

Dolaylı kanalda, beşeri sermayenin niteliği dünyada var olan mevcut bilgi stokunun özümleme ve benimsenme yeteneğini etkilemektedir. Şüphesiz bütün yeni bilgilerin tek bir ülke içinde gerçekleştirilecek AR-GE faaliyetleri ile elde edilmesi mümkün değildir. Bu yüzden dünyada var olan diğer bilgi stokuna erişim için yeni bilginin transfer edilmesi yada aktarılması büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda teknoloji transferi ülkenin yeni teknolojileri kullanması açısından teknolojinin yeniden üretilmesi kadar önemlidir. Böylece, bilgi transferi ülkelerin teknolojik seviyelerini yükseltmeleri için çok önemli bir kanaldır. Bu süreçte ise ülkenin beşeri sermaye düzeyi çok önemli bir rol oynamaktadır. Öyle ki, bir ülke nitelikli insan sermayesine sahipse bilgilerin yada yeni teknolojilerin yurt dışından transfer edilmesi süreci daha etkin bir şekilde işler. Bunun sonucunda beşeri sermaye düzeyi ile yeni bilgi veya teknoloji transferinin etkinliği arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (Cheng vd. 2013: 179).

Sonuç olarak beşeri sermaye doğrudan ve dolaylı yollardan ülkede bilgi stokunun yükselmesini etkileyen önemli bir faktör olmaktadır. Başka bir ifade ile insan sermayesi sadece yeni üretim teknolojilerinin yaratılması ile değil aynı zamanda dünyada var olan bilgi stokunun benimsenip içselleştirilmesi ile ilgili önemli bir kaynaktır. Bunun için beşeri sermayenin niteliğini artıracak her türlü harcama yeni üretim bilgisinin hem yaratılması hem de benimsenmesine imkan tanıyan dolayısı ile gelecekteki ekonomik değeri artırmak için yapılan tüm eylemlerin maliyeti olarak değerlendirilebilir. Öyle ki, beşeri sermaye stoğu, fiziksel sermayeye benzer şekilde, yatırım yapılarak geliştirilebilir. Yani insan kaynaklı yatırımlar tıpkı fiziksel kaynaklara yapılan yatırımlar gibi biriktirilebilir. Bu nedenle, bir ulusun varlığı olarak insan sermayesine yapılan yatırımlar fiziki sermaye gibi ölçülebilir.

İktisat politikası açısından bakıldığında, bu sonuçlar aynı politika yapıcılara ekonomilerin geliştirilmesinde önemli bir misyon yüklemektedir. Buna göre hükümetler, beşeri sermayeyi geliştirerek ekonomik büyümeyi hızlandırmak amacıyla başta eğitim olmak üzere insan niteliğini artırmak için daha fazla harcama yapmalıdır. Üst ve orta gelir grubunda bulunan 40 ülke üzerinde yapılan ekonometrik çalışmada elde edilen genel sonuçlar, beşeri sermaye unsurlarında zaman içerisinde meydana gelen iyileşmelerin, ekonomik büyümenin sağlanması ve büyümenin devamlılığı üzerinde pozitif etkisinin olduğunu ve böylece orta

gelir tuzağından kurtulmak için etkin bir strateji olarak seçilebileceğine işaret etmiştir (Aykırı, 2017: 703). Bunun yanında orta gelir tuzağı kavramı üzerine yapılan yaklaşımlar temel alınarak Türkiye, Brezilya ve Meksika için uygun politikaların tespitine yönelik bir başka araştırmada elde edilen bulgular, farklı derecelerde olsa da, söz konusu ülkelerde okullaşma oranındaki artışın orta gelir tuzağından kurtulmak için bir politika aracı olarak kullanılabilirliğini ortaya koymuştur (Tahsin ve Kalmaç, 2020: 56-57).

### **3. BİLGİ VE İLETİŞİM ALT YAPISININ GÜÇLENDİRİLMESİ**

Bilgi ve iletişim teknolojileri bilginin toplanması, işlenmesi, stoklanması ve aktarılmasına ilişkin yöntem ve araçların tümü olarak tanımlanabilir. Yerine getirdiği bu önemli işlevler sayesinde başta bilgisayar ve internet olmak üzere bilgi iletişim araçları tüketiciler için vaz geçilmez hale gelmiştir. Bunun yanında bilgi iletişim teknolojileri aynı şekilde bir çok üretim sektöründe yoğun olarak kullanılarak önemli bir girdiye dönüşmüştür. Öyle ki, bilişim teknolojisindeki gelişmeler aynı zamanda ekonomide şirket ve piyasa yapılarının verimliliğini artıracak şekilde etkilemektedir.

Genel olarak teknolojik gelişmeler ekonomik sistemin daha etkin çalışmasına imkan vererek sürdürülebilir hızlı büyüme için önemli bir dinamik yaratmaktadır. Bu bağlamda Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) “genel amaçlı teknoloji” (general purpose technology) özelliği taşıması itibarı ile ekonomik sistem üzerinde çok daha büyük etki yaratmaktadır. Çünkü BİT sadece ekonominin bir sektöründe kullanılan dolayısı ile sadece o sektörde verimlilik artışı sağlayan bir teknoloji değildir. BİT ürünleri, geleneksel araç ve ekipman kavramının ötesine geçmekte ve sektör içindeki üretim faaliyetlerine etkinleşmeleri için önemli teknolojik imkanlar sunmaktadır (Kretschmer, 2012: 8). BİT sektörü perakende, ulaştırma ve finans gibi bir çok sektöre birçok cihaz ve uygulama sağlamaktadır. Böylece genel amaçlı kullanım özelliği BİT’i bütün sektörlerde önemli bir üretim girdisi haline getirmektedir. Bunun için BİT’deki gelişmeler bir çok sektörde verimliliği olumlu yöne etkileyip ekonomik büyümeyi hızlandırmaktadır (Clemons and Lorin, 2000: 4).

Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin sadece tüketiciler tarafından değil üretimde bir çok sektör tarafından girdi olarak kullanımı ekonomi üzerinde yarattığı etkilerin kapsamını genişletmektedir. Bu anlamda söz konusu teknolojik araçlar hem BİT üreten endüstrilerin bir çıktısı hem de BİT kullanan endüstrilere bir girdi olarak tanımlanabilir. Bu nedenle BİT sektörünün ekonomi üzerindeki gerçek etkisini belirlemek için BİT üreten ve BİT kullanan sektör ayrımı yapmak gerekir. Böyle bir değerlendirme yapıldığında BİT’in milli gelir büyümesine etkisinin çok büyük olduğu tespit edilmektedir. Özellikle BİT araçlarını kullanan

sektörler üzerinde yarattığı büyüme etkisi zaman içinde giderek daha da artmaktadır (Kretschmer, 2012: 18).

Bilgi iletişim sektöründeki gelişmeler bilginin toplanması işlenmesi ve aktarılması işlevlerinin etkin şekilde yerine getirilmesini sağlaması nedeniyle bir ülkede bilgi stokunun artmasına da katkıda bulunur. Bu şekilde bilgi iletişim sektöründeki gelişmeler hem bilimsel hem de teknik bilginin etkinleşmesinde büyük bir dinamik oluşturmaktadır. Bilimsel bilgi doğayı anlamamıza yarayan temel bilgileri içermektedir. Teknik bilgi ise bilimsel bilgiden yararlanarak doğa koşullarını insan ihtiyaçlarını karşılamak için ne şekilde organize edebileceğimizi bize söyleyen bilgi türüdür. Bilgi aynı zamanda örtük (non-codified) ve açık (codified) bilgi olarak da sınıflandırılabilir. Açık bilgi, resmi, sistematik bir dille iletilebilen, kolayca aktarılabilen ve saklanabilen kodlanmış bilgiyi ifade eder. Açık bilgi doğadaki ve toplumdaki hareket ilkeleri ve kanunlarına ilişkin bilimsel bilgiye atıfta bulunan ve resmi bilimsel bilgiyle yakından ilişkilidir. Bu anlamda söz konusu bilgi türü "neden olduğunu bilmek" ile eşitlenebilir. Öte yandan, örtük bilgi deneyimler sonucu oluşan uzmanlık, anlayış, mesleki içgörü olarak görülebilir. Bu yüzden somut olmayan ve kişisel doğası nedeniyle kodlanması ve iletilmesi zordur (Johnson vd., 2002: 249).

Özellikle açık ve örtülü bilgi arasındaki kavramsal farklılıklar, bilginin teknolojik ilerleme ve ekonomik büyümedeki rolünü ortaya çıkarmak açısından önemlidir. Bu rol ortaya çıkarılarak bilgi iletişim teknolojilerinin, diğer teknolojilerden farklı olarak, günümüzde ekonomik büyüme yarattığı etki daha etkin bir şekilde belirlenebilir. Bu çerçevede öncelikle ekonomik büyümenin temel kaynağının kodlanmış bilgi birikiminden sağlandığını belirlemek gerekir. Örtük bilginin teknolojik ve ekonomik gelişmeler için kullanılması kodlanmış bir yapıya sahip olmadığından oldukça sınırlıdır. Başka bir deyişle, toplam bilginin açık yapısının kümülatif genişlemesi temel olarak teknolojik ilerlemeyi ve büyümeyi etkiler. Bu şekilde açık bilginin hızlı kümülatif genişlemesinin modern ekonomilerde teknolojik gelişmeye dolayısı ile ekonomik büyümeye kaynaklık ettiğine ilişkin literatürde fikir birliği vardır (Ancori vd. 2000: 255).

Teknolojideki gelişmelerin temel kaynağı olan açık bilginin gelişimine ise BİT'deki ilerlemeler iki kanalda etki yaratmaktadır. Birin kanalda BİT uygulamaları yeni açık bilgi üreten bilimsel faaliyetlerin etkinleşmesine destek verir. İkinci kanalda BİT araçları örtülü bilginin kodifikasyon fırsatını geliştirerek açık bilgiye dönüşmesine imkan verir. Her iki kanalda BİT açık bilgi stokunun artması için önemli etkiler oluşturmaktadır. Sonuç olarak açık bilgi stokunun artması da uygulanan teknolojileri geliştirerek verimlilik ve ekonomik büyümeyi teşvik etmektedir (Karahana, 2013, s. 106).

Yukarıda ifade edildiği şekilde birinci kanalda BİT araçları açık bilgi birikiminin temel kaynağı olan çok daha fazla bilimsel bilginin üretilmesi için bilimsel faaliyetleri artırarak açık bilgi stokunu teşvik etmektedir. BİT uygulamalarındaki ilerlemeler, bilimsel faaliyetlerde kullanılan etkili yöntem ve araçların gelişimini artırmıştır. Buna göre, BİT tarafından sağlanan daha fazla bilgi işlem gücü, karmaşık bilimsel olayların modellenmesini, simülasyonunu ve analizini geliştirmiştir. Böylece BİT tabanlı uygulamalar, bilim insanlarını geçmişte hayal bile edilemeyecek araştırma projelerini yürütme konusunda desteklemektedir. Örneğin, insan DNA'sının kodlanmasına yardımcı olmak için bilgisayar hesaplama gücünün uygulanması tıp biliminde yeni dalların doğmasına yol açmıştır (Roberts, 2000: 8). Öte yandan mühendislik alanında son dönemde geliştirilen modelleme yazılımı, prototip sürecinin bilgisayarlaştırılmasını mümkün kılmıştır. Böylece araştırmacılar, gerçek parçaları üretmeden önce BİT kullanarak karmaşık ürünleri analiz edebilmektedir (OECD, 1998: 43). Bunun yanında dijital verilerin saklanması, filtrelenmesi, işlenmesi, sıkıştırılması sayesinde erişilebilir dijital kaynaklar, bilim adamlarının kapsamlı bilgiye erişmesine olanak tanımıştır. Öte yandan BİT araçları bilim adamlarının birbirleriyle iletişim kurduğu kanalları genişletmiştir. E-posta, veri tabanı paylaşımı ve video konferans gibi araçlar coğrafi olarak dağılmış bilimsel ekiplere hızlı elektronik iletişim seçenekleri sağlamıştır (Hildrum, 2002: 11).

Açık bilgi ve BİT etkileşim sürecinde oluşan ikinci kanalda BİT'teki gelişmelerin sağladığı yeni diller ve modeller, ekonomik aktörlerin örtülü bilgiyi paylaşma imkanlarını geliştirmektedir. Örtülü bilgi bireyin eylem ve deneyimine derinden bağlı olduğundan, bunları açık hale getirmek çok zordur. Ancak açık ve örtülü bilgi arasındaki sınır, BİT'lerin gelişmesinin sağladığı kolaylıklarla zamanla değişmektedir. Bu şekilde, BİT'in yazılım ve donanım bileşenlerindeki gelişmeler, örtülü bilginin kodlanabileceği çeşitli formatlarda büyük bir genişleme sağlamıştır (Cowan ve Foray, 1997: 609). Başka bir deyişle, BİT'lerdeki gelişmeler sayesinde daha önce doğası gereği örtük olan bilginin kodlanmasına izin verebilecek yeni diller geliştirilmiştir. Yazılım tasarımcıları, karmaşık bir olguyu modelleme yeteneğini geliştiren yeni dil türleri ve simülasyon teknikleri üretmişlerdir. Böylece yazılımdaki ilerlemeler deneyim ve ilgili anlayışa derinlemesine gömülü olan bilgiyi kodlama yeteneklerini geliştirmiştir (Cohendet ve Steinmueller, 2000: 203-205). Örneğin BİT araçları, öğretmenin tamamen kendi bünyesinde edindiği bilgiyi mümkün olduğu kadar açık bilgiye dönüştürebilmektedir. Öğretmenle temas, bilginin özümsemesini sağlamak için önemli araçlar oluştursa da, BİT tarafından sağlanan e-öğrenme sistemleri, öğretmenin zihninde yer alan bilgiyi belirli bir oranda çekip kodlayabilmektedir (Howells, 1995: 182).

Sonuç olarak, BİT araçları açık bilgi birikimini teşvik ederek faktör verimliliğine dayalı ekonomik gelişmeye katkı sağlamaktadır. Böylece, orta gelir tuzağından kurtulmayı dolayısı ile teknolojik gelişmeye dayalı ekonomik büyümeyi amaçlayan kamu politikası açısından BİT sektörünü geliştirmek önemli bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda BİT sektörüne yönelik girişimler teşvik edilmelidir. Öte yandan BİT kullanımının yaygınlaşması için ülkede BİT altyapısı güçlendirilmelidir. Bunun yanında şirketlerin ve tüketicilerin BİT imkanlarını daha yoğun kullanabilmeleri için vergi indirimleri başta olmak üzere değişik teşvik politikaları uygulanabilir.

## 5. SONUÇ

Gelişmekte olan ülkelerde iktisat politikaları tasarlanırken gelişmiş ülke aşamasına geçmek en büyük hedef olarak belirlenmektedir. Bununla birlikte az gelişmiş ülkelerin önünde bu hedefe ulaşma sürecinde çok büyük engeller bulunmaktadır. Şüphesiz bu engeller gelişmekte olan ülkelerdeki politika yapıcılar açısından politika tasarımında büyük güçlükler ortaya çıkarmaktadır. Son dönemde orta gelir tuzağı kavramı ile nitelenen süreç gelişmiş ülke seviyesine ulaşmayı hedefleyen ülkeler açısından aşmaları gereken zorlukları çarpıcı bir biçimde ortaya koymuştur. Buna göre bazı ülkeler hızla orta gelir seviyesine ulaşmalarına rağmen aynı performansı üst gelir grubuna geçmek konusunda gösterememektedir. Bunun içinde bu ülkeler uzun süreli orta gelir seviyesine takılıp kalmaktadır. Bu çalışmada söz konusu sorun ele alınmış ve orta gelir tuzağından çıkış ile ilgili genel politika stratejisi ve uygulamalarına ilişkin bazı analizler yapılmıştır.

Orta gelir tuzağının düşmüş ülkeler az gelişmiş gelir seviyesinden orta gelir seviyesine ekonomilerini taşıırken sınırlı teknolojik gelişmenin sağladığı imkanlarla tarıma dayalı sanayi kapsamında ihracat kapasitelerini artırabilmektedir. Bu süreçte sınırlı teknolojik seviyede gerçekleştirilen üretim sürecinde ucuz tarım girdisi ve emek büyük bir avantaj yaratarak büyümede orta gelir düzeyine sıçrama yapmaya imkan tanımaktadır. Ancak orta gelir düzeyine ulaşıldıktan sonra ileri gelir seviyesine geçmek için yüksek teknoloji ürünleri içine alan ihracat kapasitesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ama söz konusu ülkeler kendilerini orta gelire taşıyan sınırlı teknolojik düzeyin gerektirdiği faktör avantajlarını sürdürmeyi tercih etmektedir. Bu yüzden yüksek gelir grubuna geçişte dinamik oluşturacak yüksek teknoloji ihracat kapasitesi bir türlü oluşamamakta böylece ülkeler orta gelir tuzağına takılıp kalmaktadır. Buradan hareketle orta gelir tuzağından kurtulmak için üretim yapısında yüksek teknolojiye geçişi sağlayacak politika stratejisinin belirlenmesi esas olmaktadır.

Yüksek teknoloji üretim yapısına geçiş stratejisi çerçevesinde araştırma geliştirme faaliyetlerinin artırılması, beşeri sermayenin desteklenmesi ve bilgi iletişim alt yapısının

güçlendirilmesi şeklinde üç temel alana ilişkin politikalar önem kazanmaktadır. Araştırma geliştirme faaliyetleri yeni teknolojik bilginin üretilmesinde temel dinamik olarak görülmektedir. Beşeri sermaye hem yeni teknolojik bilgilerin üretilmesinde hem de transfer edilmesinde büyük katkılar sağlamaktadır. Bilgi iletişim alt yapısı ise teknolojik gelişmeye kaynaklık eden açık bilgi stokunun genişlemesinde çok önemli işlevler yerine getirmektedir. Böylece, orta gelir tuzağından çıkış için ileri teknoloji üretime ülkeyi taşıyacak strateji çerçevesinde araştırma geliştirme faaliyetleri, beşeri sermaye ve bilgi iletişim alt yapısı üç önemli politika alanı olarak öne çıkmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Ancori B., Antoine B. and Patrick C. (2002) The Economics of Knowledge: The Debate about Codification and Tacit Knowledge. *Industrial and Corporate Change*, 9 (2), 255-287.
- Aykırı, M. (2017). Ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği ve orta gelir tuzağından çıkışta beşeri sermayenin önemi: Yüksek ve üst-orta gelirli ülkeler üzerine bir uygulama. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3(4), 683-706.
- Dalgıç, B., Varol, P. İ., & Balıkcıoğlu, E. (2014). Orta gelir tuzağından çıkışta hangi faktörler? *Maliye Dergisi*, 167, 116-125.
- Cheng, C., S., Razak, N., A., A. & Abdullah, H. (2013). Human Capital and Technological Catch-up in the Asian Developing Countries. *Proceedings Book of ICEFMO*, 2013, Malaysia.
- Clemons, Eric K. and Lorin M. Hitt (2000). The Internet and the Future of Financial Services: Transparency, Differential Pricing and Disintermediation. Wharton Financial Institution Center, Working Paper (2000-35), University of Pennsylvania.
- Coccia Mario (2011). The Interaction between Public and Private R&D Expenditure and National Productivity, *Prometheus*, 29 (2), 121-130.
- Cohendet P & Steinmuller, E. (2000). The Codification of Knowledge: a Conceptual and Empirical Exploration. *Industrial and Corporate Change*, 9, (2)
- Cowan, R & Dominique F. (1997). The Economics of Codification and the Diffusion of Knowledge. *Industrial and Corporate Change*, 16, (3).
- David Paul A., Hall Bronwny. (2000). Heart of Darkness: Modelling Public-Private Funding Interactions Inside the R&D Black Box, *Research Policy*, 29 (9), 1165-1183.
- Eichengreen, B., Park, D., & Shin, K. (2011). When Fast Growing Economies Slow down: International Evidence and Implications for China, *National Bureau of Economic Research*, No. 16919.
- Hildrum, J. and Jan, F. (2002) Mobility of Knowledge, ICT and Growth. DRUID Conference, June 6- 8, 2000, Copenhagen.
- Howells J. (1995). Going Global: The Use of ICT Networks in Research and Development. *Research Policy*, (24).
- Johnson B, Edward L, & Bengt-Ake L. (2002). Why all this Fuss about Codified and Tacit Knowledge. *Industrial and Corporate Change*. 11, (2).
- Karahan, O. (2013) Managing services in the Knowledge Economy- MSKE Conference July 17-19, 2013, Vila Nova de Famalicao, Portugal, Book Proceedings, 102-11
- Karahan, Ö. (2015). Intensity of business enterprise R&D expenditure and high-tech specification in European manufacturing Sector. *Procedia-Social and Behavioral Sci.*195, 806-813.
- Karanfil, M. (2016). Ar-Ge Harcamalarının Orta Gelir Tuzağı Üzerine Etkisi: Avrupa Birliği ve Türkiye İçin Panel Veri Analizi. *Journal of Life Economics*, 3(4), 219-234.
- Karanfil, M. (2021). Orta Gelir Tuzağında AR-GE ve İnovasyonun Rolü: OECD Ülkeleri Üzerine bir Uygulama. *Parion Akademik Bakış Dergisi*, 1(2), 137-156.
- Kretschmer, T. (2012) Information and Communication Technologies and Productivity Growth. OECD Digital Economy Papers No: 195



- Lucas, R.E. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Neagu O. (2011). How the Investment in R&D is related to the Human Capital Accumulation? The Case of Romania. *Annales Universitatis Apunlensis Series Oeconomica*, 13, 2, 539-548.
- OECD, (1988), “Human Capital Investment: An International Comparison”, Centre for Educational Research and Innovation, Paris.
- Öz, Ersan. & Gözde, Bilal (2016). Orta gelir tuzağı ve Türkiye'nin konumu. *Maliye Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 77-93.
- Roberts J. (2000). The Drive to Codify: Implications for the Knowledge-Based Economy. 8 th International Joseph A. Schumpeter Society Conference, 28th June 2000, University of Manchester.
- Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Eco.* 98, 71-102.
- Schütt F. (2003), The Importance of Human Capital for Economic Growth, Institute for World Econmics and International Management, University of Bremen.
- Tahsin, E., & Kalmaç, H. (2020). Orta Gelir Tuzağı ve Büyüme-Eğitim İlişkisi Bağlamında; Türkiye, Brezilya ve Meksika Deneyimi. *Yildiz Social Science Review*, 6(1), 33-59.
- The World Bank (2013). “China 2030: Building a Modern, Harmonious and Creative High-Income Society”, [http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/China-2030 complete.pdf](http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/China-2030-complete.pdf).
- Woo, W. T. (2012). China Meets the Middle-Income Trap: The Large Potholes in The Road to Catching-Up. *Journal of Chinese Economic and Business Studies*, 10 (4), 313-336.



## İNOVASYON SÜRECİNİ SİSTEM DİNAMİKLERİ İLE MODELLEYEN YAKLAŞIMLAR

Özcan KARAHAN

Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü  
ORCID ID: 0000-0002-1179-2125

### ÖZET

Günümüzde sürdürülebilir hızlı ekonomik büyüme seviyesine ulaşmak için ekonominin her aşamasında inovasyon yeteneğini artırmak gerekmektedir. İnovasyon yeteneğinin gelişmesi sonucu elde edilen teknolojik ilerlemelerin büyüme gücüne kattığı yüksek ivme gelişmiş ülkelerin uzun dönemli büyüme trenlerinde kolaylıkla görülebilmektedir. Bu yüzden inovasyon dinamiklerini harete geçirecek politikaların başarılı biçimde tasarlanması bütün ülkelerde önem kazanmıştır. Bunun üzerine inovasyon dinamiklerini her yönü ile araştıran oldukça geniş bir literatür ortaya çıkmıştır. Söz konusu literatürde son dönemde sistem dinamikleri ile inovasyon sürecini analiz eden modeller oldukça popüler olmuştur. Çünkü sistem yaklaşımının sunduğu teknik araçların inovasyon sürecini etkileyen unsurları en etkili şekilde analiz edilebileceğine ilişkin görüş büyük bir kabul görmüştür. Böylece sistem analizi tekniği kullanılarak geliştirilen inovasyon süreci analizleri yaygınlık kazanmış ve bunun sonucunda sistem yaklaşımı kullanılarak farklı inovasyon modelleri tasarlanmıştır. Temel olarak ulusal, bölgesel ve sektörel seviyede olmak üzere üç ayrı model geliştirilmiştir. Bu şekilde geliştirilen modeller yardımı ile inovasyon sürecinin dinamiklerine ilişkin farklı ölçekte bir çok tespit yapılmıştır. Çalışma kapsamında sistem yaklaşımı ile geliştirilen bu üç inovasyon modeli karşılaştırmalı bir biçimde incelenmiştir. Böylece inovasyon sürecinin dinamiklerine ilişkin farklı düzeylerde yapılan sistem analizlerinden elde edilen bulgularla geniş bir teorik alt yapı oluşturulmuştur. Bunun sonucunda mikro düzeyden makro düzeye kadar inovasyon politikalarının etkin bir biçimde tasarımına rehberlik edebilecek kapsamlı bir analitik çerçeveye ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İnovasyon Süreci Dinamikleri, İnovasyon Sistemleri,

### APPROACHES MODELLING THE INNOVATION PROCESS BY SYSTEM DYNAMICS

### ABSTRACT

Today, in order to reach a sustainable level of rapid economic growth, it is necessary to increase innovation ability at every stage of the economy. The high acceleration that technological advances gained as a result of the development of innovation ability adds to the

growth power can be easily seen in the long-term growth trends of developed countries. Therefore, successfully designing policies that will activate innovation dynamics has gained importance in all countries. Thereupon, a very extensive literature has emerged that investigates every aspect of innovation dynamics. In the relevant literature, models analysing system dynamics and the innovation process have become very popular recently. Because the view that the technical tools offered by the system approach can analyse the elements affecting the innovation process in the most effective way has been widely accepted. Thus, innovation process analyses developed using the system analysis technique have become widespread and as a result, different innovation models have been designed using the system approach. Basically, three separate models have been developed at the national, regional and sectoral level. With the help of models developed in this way, many determinations have been made at different scales regarding the dynamics of the innovation process. Within the scope of the study, these three innovation models developed with the system approach were examined comparatively. Thus, a broad theoretical infrastructure has been created with the findings obtained from system analysis at different levels regarding the dynamics of the innovation process. As a result, a comprehensive analytical framework has been achieved that can guide the effective design of innovation policies from micro to macro levels.

**Keywords:** Innovation Process Analysis, Innovation Systems

## 1. GİRİŞ

Globalleşmenin artması ile birlikte uluslararası ticari ve finansal ilişkilerin yoğunlaşması bütün ülkelerde işletmeler açısından rekabeti küresel boyuta taşımıştır. Buna bağlı olarak sürekli yenilik yaratarak rekabette üstünlük kazanmak uluslararası piyasalarda etkinlik gösterebilmek için zorunlu hale gelmiştir. Çünkü uluslararası ticaretin yapısı incelendiğinde yüksek teknoloji ürünlerin gittikçe daha büyük bir paya sahip olmaya başladığı görülmektedir. Böylece yüksek teknoloji ürün üretip satan firmalara sahip olan ülkeler dış ticaretten yüksek gelirler elde ederek ekonomilerinde yüksek büyüme oranlarına ulaşabilmektedir. Bunun için bütün ülkeler yenilik yaratma kapasitelerini geliştirerek uluslararası ticarete rekabet üstünlüğü elde etmeyi en temel hedef haline getirmiştir. Bu bağlamda mikro düzeyden makro düzeye kadar ekonominin her aşamasında yenilik yaratma kapasitesini geliştirmek büyük bir önem kazanmıştır. Yenilik yaratma kapasitesinde her düzeyde etkinlik kazanmak için inovasyon politikalarının başarılı bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Dolayısı ile yenilik yaratma süreci dinamiklerinin etkin bir şekilde analiz ederek inovasyon politikalarına rehberlik sağlamayı amaçlayan çalışmalar literatürde artmıştır.

Yenilik yaratma sürecinin analizinde ilk dönemler ağırlıklı olarak doğrusal modellerden yararlanıldığı görülmektedir. Bu çerçevede inovasyon sürecinde etkili olan faktörler doğrusal çizgide tek yönlü olarak sıralanarak yenilik yaratma sürecinin dinamikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Doğrusal inovasyon modellerinde genellikle firmalar ya da araştırma birimlerinin önemi vurgulanmıştır. Buna uygun olarak da inovasyon politikaları firmalara sağlanan desteklere veya araştırma geliştirme faaliyetlerinin artırılmasına yönelik uygulamalara odaklanmıştır. Böylece inovasyon süreçlerinin doğrusal modeller kapsamında basit bir şekilde analiz edilmesi sonucunda politika çözümleri oldukça yalın ve basit olmuştur. Ancak bu tür inovasyon politikalarına yönelik etki analizleri yapıldığında kendilerinden beklenen olumlu sonuçları sağlayamadıkları tespit edilmiştir.

Doğrusal modellerden yenilik yaratma süreçlerine ilişkin etkili sonuçlar elde edilememesi üzerine daha karmaşık modellerin kullanımına geçilmiştir. Bu kapsamda yenilik yaratma sürecinde rol oynayan aktör sayısını artıran ve aynı zamanda söz konusu aktörler arasındaki karşılıklı ilişkinin önemini vurgulayan modeller geliştirilmiştir. Böylece yenilik yaratma sürecine ilişkin analizlerin kapsamını oldukça genişlettiği ve karmaşıklaştığı görülmektedir. Sistem dinamiklerini esas alarak yenilik yaratma sürecinin belirleyicilerini anlamaya çalışan modeller zaman içinde iyice gelişerek literatürde büyük bir kabul görmeye başlamıştır. İnovasyonun sistem mekaniği içinde ele alan modeller daha ileri dönemlerde sistemin alt yapı ve üst yapı unsurlarını analize katan yaklaşımlarla iyice zenginleşmiştir. Bunun sonucunda sistem aktörleri, aktörler arası ilişkiler ile sistemin alt ve üst yapı unsurlarını kapsayan oldukça geniş bir analitik çerçeveye ulaşılmıştır.

Günümüzde yenilik yaratma sürecini sistem dinamikleri ile analiz eden araştırmalar iktisat biliminin ekonomik büyüme alt dalını oldukça zenginleştiren büyük bir literatür oluşturmuştur. Söz konusu literatüre göz atıldığında inovasyon olgusunun farklı düzeydeki yapılardan oluşmuş sistem ölçeklerine göre analiz edildiği görülmektedir. Buna göre inovasyon sürecinin analizinde kullanılan sistem yaklaşımlarını sektörel, bölgesel ve ulusal olmak üzere üç ana grupta sınıflandırmak mümkündür.

Yukarıda yapılan tespitlerden hareketle çalışmamızda yenilik yaratma sürecini araştıran sistem yaklaşımları ele alınarak yaptıkları tespitler incelenmiştir. İlk bölümünde sektörel inovasyon sistemi analiz edilmiştir. İkinci bölümde bölgesel inovasyon sistemine ilişkin bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde ise ulusal inovasyon sistemine yönelik açıklamalarda bulunulmuştur. Çalışmanın sonuç kısmında ise farklı sistem modellerinin ortaya koyduğu tespitlerden hareketle inovasyon politikalarının tasarımına ilişkin bazı çıkarımlarda bulunulmuştur.

## 2. SEKTÖREL İNNOVASYON SİSTEMLERİ

Ülke içinde var olan sektörler diğer sektörlerle etkileşim derecesi, rekabet gücü ve organizasyonel yapı bakımından farklılaşabilir. Bütün bu farklılıklar sektörlerin yenilik yaratma süreçlerinin işleyişini de farklı kılmaktadır. Dolayısı ile bütün sektörler için homojen bir yenilik yaratma sürecinin işlediğini söylemek imkansızdır (Breschi ve Malerba, 1997: 131). Ekonomi içinde bazı sektörler taşıdıkları belirli nitelikler nedeni ile özel yenilik yaratma kapasitesine ulaşabilir. Ekonomide yenilik yaratma sürecinin bu şekilde bütün sektörlerde aynı biçimde ve hızda gerçekleşmemesi yenilik yaratma sürecine ilişkin analizlerin sektörel bazda araştırılmasını gerekli kılmıştır. Bu durum yenilik yaratma kapasitesini belirleyen dinamikleri sektörün sınırları içinde belirlemeye çalışan sektörel yenilik sistemi analizinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Böylece sektörel yenilik sistemi belirli bir ürün grubunu geliştiren ve üretim pazarlayan kendine özgü bilgi yaratım ve öğrenme süreci ile arz ve talep yapısına sahip sektörel alan içinde sistem analizi tekniklerini kullanarak yenilik yaratma dinamiklerini analiz etmektedir (Malerba, 2002: 248).

Sektörlerin birbirinden farklılaşmasını sağlayan en önemli faktörlerden bir tanesi sektörün ulusal ve küresel boyutta ortaya çıkan değişimlerden ne oranda etkilendiğidir. Bazı sektörler ulusal bazda bazı sektörler ise global düzeyde diğer sektörlerle etkileşime girmekte ve bu bağlamda teknolojik gelişmişlik çizgileri buna göre belirlenmektedir. Bunun için firmalar açısından bu bağımlılık ilişkilerinin sektörel düzeyde farklılık göstermesi göz önünde bulundurularak yenilik analizleri yapılmalıdır. Özellikle bazı endüstrilerin etkileşim açısından organizasyonlarını uluslararası sınırlara taşıması farklı sektörel yenilik sistemi analizlerinin önemini ortaya koymaktadır (Chang ve Chen, 2004: 22).

Sektörel yenilik sistemi, belirli bir sektöre ait teknolojileri geliştiren ve kullanan bir grup firmadan oluşan yapıdır. Ayrıca sektör içindeki firmalar hem sektör içinde ve hem de ulusal veya uluslararası düzeyde aktörlerle etkileşim halinde bulunmaktadır. Burada sektör içi ilişkiler kendine has özellikler taşıdığından yeniliklerin oluşum ve yayılım sürecinde çok önemli roller oynar. Bunun yanında sektör içindeki firmaların sektör dışında karşılıklı etkileşim halinde bulunduğu aktörlerde yenilik yaratma kapasitelerini etkilemektedir. Böylece sektör firmaları için her türlü iş birliği ve ağ bağlantıları büyük önem taşımaktadır (Malerba ve Orsenigo, 1997: 111-112).

Birçok yenilikçi şirketin aynı zamanda mekânsal anlamda yoğunlaştığı sektörel inovasyon sistemine en güzel örnek Silikon Vadisi'dir. Küresel bilgi akışına sahip yazılım, mikro elektronik ve biyoteknoloji gibi alanlarda faaliyet gösteren Silikon Vadisi firmaları oldukça kapsamlı ve ileri derece bir sektörel inovasyon sistemi oluşturmaktadır. Sektörel

inovasyon sistemi olarak alanında çok çeşitli teknolojik çözümler üretebilen ve böylece yüksek teknolojik bilgi birikimi sahip bir yapı oluşmuştur. Burada yeni bilimsel bilgilerin sürekli olarak sisteme entegre edilmesi ve firmaların örtük bilgisi ile birleşmesi sonucunda dünyaya yön veren yenilikler yaratılmaktadır (**Breschi ve Malerba, 1997: 148**).

Şüphesiz sektörel inovasyon sistemlerinin hepsi Silikon Vadisinde vücut bulan şekli ile ileri düzey bir yenilik yaratma kapasitesine sahip değildir. Bu bağlamda sektörlerin teknolojik gelişim yapılarını farklı sınıflamalar altında değerlendirmek gerekmektedir. Buna uygun olarak **Pavitt (1984)** yenilik kapasitelerindeki gelişime göre sektörel teknolojik değişim kalıplarını tanımlamıştır. Buna göre teknolojik değişim kalıpları dört grup altında aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır

**1. Bilime Dayalı Sektörler:** Daha çok ilaç ve elektronik endüstrilerini kapsar. İnovasyon bilim ve Ar-Ge'deki ilerlemelere dayanmaktadır. Bu bağlamda araştırma laboratuvarları önemlidir ve ayrıca ürün inovasyonu üzerinde yoğunlukla durulmaktadır. Bu sektör patent alma eğiliminin yüksek olan endüstrileri içermektedir.

**2. Uzmanlaşmış Tedarikçi Sektörler:** Daha çok makine ve ekipman üreten sektörlerdir dolayısı ile burada yaratılan yenilikler diğer endüstriler için üretim süreci yenilikleri yaratmaktadır. Ar-Ge mevcuttur ancak önemli bir yenilikçi girdi daha çok işgücünde yer alan örtülü bilgi ve tasarım becerilerinden gelmektedir. Ortalama firma büyüklüğü küçüktür ve inovasyon motivasyonu müşterilerle yakın ilişki içerisinde yürütülmektedir.

**3. Ölçek Yoğun Sektörler:** Bu sektörler daha çok ana metal ve otomotiv endüstrilerini içermektedir. Ölçek ekonomilerinin işlemesi nedeni ile üretim süreçlerinde belirli bir katılık mevcuttur. Dolayısıyla teknolojik değişim genellikle artımlı olarak gerçekleşebilir. Burada süreç ve ürün inovasyonu bir arada gerçekleştirilmektedir.

**4. Tedarikçi Egemen Sektörler:** Bu sektörde tarım ve tekstil gibi geleneksel firma faaliyetleri yürütülmektedir. İçinde küçük firmaların yaygın olduğu ve çok fazla Ar-Ge veya diğer yenilikçi faaliyetlerin yürütmediği sektördür. Teknolojik değişimin tedarikçiler tarafından sağlanan girdiler ve makineler yoluyla tanıtılması söz konusu olmaktadır.

Pavitt (1984) sektörleri teknolojik gelişim süreçleri bakımından yukarıda belirtildiği şekilde sınıflama yanında söz konusu bu sektörler arasındaki teknolojik etkileşim hakkında da bazı yorumlar yapmıştır. Buna göre Bilime Dayalı ve Ölçek Yoğun Sektörler Uzmanlaşmış Tedarikçi Sektörlerden hem teknoloji alırlar hem de onlara teknoloji transfer ederler. Öte yandan Bilime Dayalı Sektörler hem Tedarikçi Egemen Sektöre hem de Ölçek Yoğun Sektöre

teknoloji transferi sağlamaktadır. Ölçek Yoğun Sektör ise ayrıca Tedarikçi Egemen Sektöre teknoloji transferi yapmaktadır (Pavitt, 1984: 364).

## 2. BÖLGESEL İNNOVASYON SİSTEMLERİ

Bölgesel inovasyon sistemi yaklaşımı yenilik yaratma yeteneğini ortaya çıkaran faktörleri bir bölgede bulunan aktörler, iletişim ağları ile alt ve üst yapı çerçevesinde açıklamaktadır. Bu faktörlerin bölgeye özel nitelikleri sayesinde bölgeye ilişkin yenilik yaratma kapasitesi oluşmaktadır. Buna uygun olarak sistem analizi bölgedeki temel bileşenleri belirli bir çerçeve içinde bulunan birimler, bu birimler arasındaki etkileşim ile alt ve üst yapı unsurları olarak belirlemektedir. Burada yenilik yaratmaya ilişkin sistem analizinin bölgesel düzeyde gerçekleşmesinin ana gerekçesi “bölge” olarak tanımlanan alanda temel bileşenlerin kendine has özelliklerle göstermesidir. Bu anlamda bölgesel inovasyon sistemi analizleri bölgenin fiziki coğrafi sınırlarından çok o bölgede bulunan sistem unsurlarının kendine has özellikler taşıdığını var sayar. Bölgenin kendine has sistem bileşenlerinin olması bölgeleri ayrı ayrı yenilik yaratma süreçlerine ait dinamikler bakımından analiz etmeyi gerekli kılmaktadır.

Bölgenin belirli coğrafi sınırlarla belirlenmiş doğal bir alan olması yanında içinde benzer tarih ve geleneklere sahip unsurları beslemesi ve ortaya çıkarması çok önemlidir. Bunun için her bölge kendine has birimlere, birimler arası ilişkilere, alt ve üst yapıya sahip olabilmektedir. Dolayısı ile de kendine has bu sistem bileşenlerine sahip olmak yenilik yaratma sürecinde o bölgede farklı etkiler yaratabilmektedir. Başka bir ifade ile yenilik yaratma süreci farklı bölgelerde farklı şekillerde işeyebilmektedir. Bu anlamda bölgesel inovasyon sistemi analizleri bölgenin kendine has özelliklerine gerekli önemi vererek yenilik yaratma dinamiklerini anlamamanın bir yöntemidir.

Yenilik yaratma sürecinin en temel dinamiğini oluşturan örtük bilgi birikimi ve bilgi taşmaları (spillover) en orijinal şekilde yerel düzeyde oluşması bölgesel inovasyon sistemi analizlerinin gelişmesinde çok etkili olmuştur (Chang ve Chen, 2004: 22). Örtük bilginin gelişmesi ve kuşaktan kuşağa aktarılmasında benzer gelenek ve iletişim kodlarına sahip olmak büyük rol oynamaktadır. Aynı zamanda enformel olarak gelişen etkileşimlerle bilgi taşmaları yerel bilgi birikiminin kendine has yapı içinde evrilmesine imkan vermektedir. Örtük bilgilerin taraflar arasında aktarılmasında benzer kültür, dil, gelenek ve iletişim kodlarına sahip olma ve aynı kurumsal çevrede geçmişten gelen iş birliği ve enformel etkileşimler bu bilgilerin yerel olarak birikimini sağlamaktadır. Yukarıda ifade edildiği şekilde yenilik

yaratma süreçlerini analiz etmenin önemine varılmış ve bölgesel yenilik sistemi modelleri 1990'lı yıllardan itibaren geliştirilmeye başlanmıştır (Asheim ve Gertler, 2004: 293).

Her bölge kendi içinde firmalar, eğitim ve araştırma kurumları, finans kurumlar, danışmanlık ve düzenleyici kurumlar gibi önemli aktörlere sahiptir. Buna göre bölgenin birimleri veya aktörleri kendine has özellikleri ile ülke içinde bölgeye önemli bir alt sistem kimliği kazandırmaktadır (Asheim ve Coenen, 2005: 1177). Bölgenin tarihi içinde belirli bir gelişme trendi ile bu birimlerin doğup büyüdüğü görülmektedir. Zaman içinde bölge koşullarına ayak uyduramayıp zayıf veya güçlü bir biçimde varlıklarını sürdüren birimlerin hepsi birlikte bölgenin içinde temel sistem birimlerini oluşturmaktadır. Bu noktada bölge koşulları içinde güçlenerek yerine getirdiği işlevler sayesinde hangi birimlerin yenilik yaratma sürecinde başat rol oynadığı sistem analizi açısından büyük önem taşımaktadır. Öte yandan, aynı kapsamda bölge koşullarında zayıflayan birimler yüzünden bölgedeki yenilik yaratma sürecinin nasıl güçsüzleştiğini belirlemek de önemlidir.

Sistem analizi bölgesel düzeyde faaliyette bulunan birimler ve onların niteliği yanında bölgedeki birimler arasında gelişen etkileşimin niteliğini de yenilik yaratma sürecinde önemli bulur. Bölge birimlerinin arasında güven unsuru birimler arası etkileşimi etkileyen en önemli faktör olarak belirlenmektedir. Çünkü birimler arasında yeteri güven duygusu geliştiğinde yenilik yaratma sürecinin en önemli dinamiklerinden bir tanesi olan birimler arası iş birliği de gelişmektedir. Öyle ki, bölgedeki firmaların aralarındaki sistemik ilişkiler bölgenin yenilikçilik yeteneğinin gelişmesinde ve rekabette öne çıkmasında önemli bir faktör olarak belirlenmektedir (Asheim ve Gertler, 2004: 299).

Bölgesel inovasyon sistemlerinde başta ulaşım ve iletişim olmak üzere alt yapı unsurları da büyük rol oynamaktadır. Alt yapı unsurları bölgenin hem kendi içinde hem de özellikle bölge dışı ile etkileşiminde çok önemlidir. Bölgenin istihdam niteliklerine mobilite katmak, etkin pazar bağlarına katılmak ve sermaye sirkülasyonunu optimum düzeyde sağlamak için bölgesel alt yapı kritik rol oynamaktadır. Bunun yanında bölge dışından gerekli yenilik fikirlerin transfer edilmesi her bakımdan bölge dışı ile güçlü etkileşimi dolayısı ile bu etkileşime imkan sağlayacak fiziksel alt yapıyı gerekli kılmaktadır. Böylece bölgesel yenilik sistemlerinin diğer bölgeler yanında ulusal ve küresel düzeyde bağlantısını güçlendirerek yeni bilgi üretimi ve kullanımı yeteneği gelişmektedir (Asheim ve Coenen, 2005: 1174).

Yerelde sahip olunan gelenek ve görenekler bölgesel inovasyon sistemine dinamiğini veren bir başka önemli özelliktir. Bu bağlamda informel kurallar çerçevesinde düzenlenen ilişkilerin yerelde yenilik yaratma yeteneğine önemli dışsalıklar sağlaması mümkün olabilmektedir. Bunun yanında gelenek görenekler hem iç hem de dış dünya ile bağlantı



kurma mantalitesini biçimlendirerek yerel ortak öğrenme kapasitesine önemli derecede etkilemektedir. Bu bağlamda kamu-üniversite-sanayi arasındaki ağ yapıların ve üretici-kullanıcı etkileşimlerinin oluşturulması bölgesel yenilik sistemlerinin performansı açısından çok belirleyici olmaktadır (Kiper, 2009: 194-196). Dolayısı ile her düzeyde sistem bileşenleri arasında gerçekleştirilecek iş birlikleri büyük önem taşımaktadır.

### 3. ULUSAL İNNOVASYON SİSTEMLERİ

Günümüzde modern yaklaşımda yenilik yaratma sürecini uzmanlık ve yetkinlikleri farklı çok sayıdaki ekonomik birimin katkılarının bir araya getirildiği ve böylece “iş bölümü” ve “karşılıklı etkileşime” dayalı bir yapının ürünü olarak görmektedir. Burada piyasa içi ve piyasa-dışı birçok alt mekanizmanın işlemesi ile yenilik süreçlerinin temel dinamiğini kazandığına işaret edilmektedir (OECD, 2002: 16). En genel anlamda inovasyon sürecinin bu şekilde analiz edilmesi ise sınırları ulusal düzeyde çizilen bir sistem içinde modellenmesi ile mümkün olabilmektedir. Her ne kadar sektörel ve bölgesel inovasyon sistem analizleri inovasyon politikalarının tasarımı için bazı önemli katkılar sunsa da ulusal düzeyde politikaların oluşturulmasında daha genel bir sistematik analize ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda ulusal inovasyon sistemi yaklaşımının geliştirildiğini ve oldukça geniş bir uygulama alanı bulduğu görülmektedir.

Ulusal inovasyon sistemi ilk olarak Freeman (1987: 1) tarafından “faaliyet ve etkileşimleri yeni teknolojilerinin oluşumuna, ithal edilmesine ve yayılımına katkı sağlayan kamu ve özel sektör içindeki kuruluşların oluşturduğu ağ” olarak tanımlanmıştır. Nelson ve Rosenberg (1993: 4) tarafından ise ulusal inovasyon sistemi, firmaların ulusal düzeydeki yenilik performanslarını etkileyen ulusal düzeydeki kurumlar kümesi olarak tanımlanmıştır. Ulusal inovasyon sistemi yaklaşımının temel kurucuları olarak kabul edilen bu bilim insanlarının yaptıkları tanımlardan görüldüğü gibi yenilik yaratma sürecini olabildiğince geniş alanda çok sayıdaki aktör ve onlar arasındaki etkileşim çerçevesinde açıklama gayreti bulunmaktadır. Burada analiz sınırlarının ulusal düzeyde çizilmesi yanında çok sayıda aktör ve bunların arasındaki etkileşimden söz edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Ulusal inovasyon sistemi içindeki aktörlere ilişkin literatürde oldukça geniş tanımlar yapılmış ve birçok aktör sayılmıştır. Balzat (2006: 17) yenilik yaratmada rol alan aktörleri ulusal düzeyde belirlerken “yenilikçi çabaları, aralarındaki etkileşimleri ve performansları ülkeye ait kurumsal çevre tarafından etkilenen “devlet, firmalar, araştırma kurumları ve ulusal eğitim sistemi” olmak üzere dört temel aktöre işaret etmektedir. Goto (2000: 104) ulusal yenilik sistemi aktörlerinin endüstri, üniversiteler ve devlet olmak üzere her biri ayrı fonksiyonları yerine getiren üç temel sektörde toplanacağını ifade etmiştir. Taymaz (2001: 26)

ise ulusal yenilik sistemini oluşturan aktörleri altı grupta toplamıştır. Bunlar firmalar, kâr amacı gütmeyen kuruluşlar, üniversiteler, destek ve köprü kuruluşlar, finansör kuruluşlar ve düzenleyici denetleyici kuruluşlardan oluşmaktadır. Liu ve White (2001: 1095) ise inovasyon sürecinde faaliyet yürüten birimleri üç grup içinde sınıflandırmıştır. Birinci grupta araştırma yapan, yeni teknolojileri uygulayan veya teknolojinin çıktılarını kullanan aktörlerle eğitim fonksiyonunu ve sistemdeki etkileşim ve bağlantıları güçlendiren aktörler yer almaktadır. İkinci grupta birinci gruptaki aktörlerin davranış biçimlerini direkt veya endirekt olarak biçimlendiren bütün aktörler yer almaktadır. Bütün bu tanımlardan görüldüğü gibi ulusal inovasyon sistemi birçok aktörün yenilik sürecine farklı ölçülerde katkılarda bulunduğu çoğulcu bir yapıdır.

Ulusal inovasyon sistemi birçok aktörden oluşan çoğulcu bir yapı olmanın yanında bu aktörler arasındaki karşılıklı ilişkileri öne çıkarması ile aynı zamanda interaktif bir yapıyı da ifade etmektedir. Öyle ki ulusal yenilik sistemi temel dinamiğini içindeki üniversiteler, kamu araştırma kuruluşları ve özel sektör firmaları gibi aktörlerin arasındaki iş birliği ve bilgi akışından almaktadır. Bu bağlamda Archibugi vd. (1999: 5) ulusal yenilik sisteminin performansını firmaların ve organizasyonların bireysel öğrenmelerden daha çok firma ve organizasyonlar arası çeşitli düzeylerdeki sistem içi karşılıklı ve kolektif öğrenme yeteneğine bağlamaktadır. Elçi, (2006: 49) tarafından da yenilik sistemlerinin gelişim odağında bilginin üretilmesi yanında yayılımını sağlayan kurumlar arası etkileşimin önemi vurgulanmıştır. Böylece, sistem içindeki aktörlerin karşılıklı etkileşim olmadan bilginin yayılımı sağlanamayacağından yaratılan yeniliklerden tam anlamı ile yararlanılması mümkün olmaz. Öte yandan Lundwall (2016: 86) ulusal inovasyon sistemi içerisinde aktörler arası ilişkinin önemini sistem içi geri bildirim süreçlerini öne çıkararak ortaya koymaktadır. Buna göre ulusal inovasyon sistemi yenilik yaratma sürecinde geri bildirimler yolu ile sistem bileşenlerinin birbirlerini güçlendirdikleri dinamik bir sosyal sistemdir. Bu bağlamda Metcalfe (1995: 35) yenilik politikalarının tasarımında ulusal inovasyon sistemi içinde rol oynayan farklı kurumlar arasındaki bağlantı mekanizmalarını güçlendirmeye yönelik uygulamalara özel olarak vurgu yapmıştır.

Literatürde ulusal yenilik sistemlerine ilişkin olarak sistem aktörleri ve aktörler arası ilişkiler yanında kurumsal yapının önemine ilişkin çok sayıda tespit yapıldığı görülmektedir. Çünkü kurumsal yapıda ulusal düzeyde yeni bilgi yaratımı ve yayılımı sürecini çok yakından etkilemektedir. Bu bağlamda Chang ve Chen (2004: 19) ulusal yenilik sistemin etkin işleminde kurumsal yapı özelliklerini odağa koymakta gelişim dinamiklerini kurumsal yapıdaki dönüşümlerle eş anlamlı olarak açıklamaktadır. Edquist (2004: 188) sistem içinde

organizasyonları ve oyunun kurallarını belirleyen kurumsal özellikleri yenilik yaratma sürecinin ana bileşeni olarak değerlendirmektedir. Bunun yanında yenilik yaratma sürecinde ülkeler arasında farklılık yaratan dinamiklerin en çok kurumsal özelliklerde etkilendiğini ve değiştirilmesinin oldukça zor olduğunu ileri sürmüştür. Meltcafe (1995: 38) ulusal inovasyon sistem dinamiklerini belirleyen kurumsal yapı özelliklerini çok geniş bir biçimde tanımlayarak önemine işaret etmiştir. Buna göre sistem içinde kurumsal yapı ulusal niteliği temsil eden adet ve kültür gibi özellikler yanında kanunlar ve diğer hukuki düzenlemeleri de içine almakta ve bilgi ve becerinin yaratılması ve transfer edilmesinde çok önemli işlevleri yerine getirmektedir.

Yukarıda ifade edildiği şekilde ulusal inovasyon sistemi analizleri literatürde yaygınlık kazandıkça aynı zamanda devlet ulusal inovasyon sistemlerin oluşturulmasında ve güçlendirilmesinde başat aktör konumuna gelmektedir. Ulusal inovasyon sisteminin yapısı ve işleyişi ve bunlar sonunda sağladığı olumlu işlevler devlet müdahalesi için oldukça güçlü bir motivasyon oluşturmaktadır. Tarihsel olarak bakıldığında devletin ekonomiye müdahalesi konusunun oldukça tartışmalı olduğu görülür. Bir yaklaşım devletin müdahalesine her koşulda karşı çıkarken diğer taraf müdahaleye ilke olarak cevaz vermektedir. Ancak yeni ekonomik süreç ile birlikte teknolojik gelişmelerin önemli pozitif dışsallıklar sağlayarak büyüme sürecini etkilemesi ile birlikte bu konuda devlet müdahalesine ilişkin geleneksel tartışmalar şiddetini yitirmiştir. Çünkü ekonomide teknolojik gelişmenin yönü ve hızını ulusal inovasyon sistemini güçlendirerek organize etmek açısından devlete önemli görevler düşmektedir. Öyle ki, ulusal inovasyon sistemi analizleri literatürde yaygınlık kazandıkça piyasa mekanizmasına dayalı kapitalist sistemini en ateşli şekilde savunan ülke yönetimleri bile inovasyon politikalarını yoğun bir şekilde uygulamaya başlamıştır (**Böyükaslan ve Tiryakioğlu, 2016: 594**).

#### 4. SONUÇ

Verimliğe dayalı yüksek teknolojlili üretimin uluslararası rekabette avantaj kazandırması ile birlikte inovasyon politikaları günümüzde büyüme politikalarının önemli bir parçası haline gelmiştir. Bu bağlamda inovasyon politikalarının etkin bir şekilde tasarımında ise sistem yaklaşımının yenilik yaratma sürecinin dinamiklerini incelemeye yönelik geliştirdiği modeller daha çok ağırlık kazanmaya başlamıştır. Böylece büyüme politikalarının etkin şekilde tasarlanmasında sistem yaklaşımı dinamikleri çerçevesinde ülkedeki yenilik yaratmaya yeteneğini her düzeyde artıracak uygulamalar belirleyici olmaktadır. Buna uygun olarak politikaların sektörel, bölgesel ve ulusal düzeyde gerçekleştirilen inovasyon sistemi analizlerinin bulgularına göre organize edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Sektörel inovasyon sistemi analizleri sektörlerin işleyişinde önemli farklılıklara işaret ettiğinden bütün sektörler için politikaları aynı kalıp içinde değerlendirmek yanlış olur. Dolayısı ile inovasyon politikaları tasarımının etkinleşmesi açısından mikro düzeyde sektörel özelliklere hassasiyet gösterilmesi politikaların başarı ile uygulanması için önem kazanmaktadır. Buna göre diğer sektörler için yeni girdi ve bilgi akışı sağlayarak ekonomik sistemde ürün ve hizmet çeşitliliğini artıran ve böylece üretim sürecinde niteliksel dönüşümleri gerçekleştirme potansiyeli yüksek olan sektörler inovasyon politikaları çerçevesinde daha büyük kaynaklara sahip olmalıdır.

Bölgesel inovasyon sistemine yönelik araştırmalarda yenilik sürecinin bölgesel bağlamda oldukça farklı değişkenlerle belirlendiğini ortaya koymaktadır. Dolayısı ile inovasyon politikası destekleri çerçevesinde ülke içinde kaynakları dağıtırken bölge odaklı bir bakış açısından hareket etmek büyük bir zorunluluktur. Politikaların uygulanmasında kullanılan kaynakların kısıtlı olduğu göz önüne alınarak kendi içine ve çevresine en fazla olumlu etkiyi yaratacak bölgelere farklı düzeylerde destek sağlanması doğru olacaktır. Bu bağlamda her bölgenin kendine has özelliklerini göz önüne alan ayrıntılı bir inovasyon politikası tasarım süreci için gerekli ayrıntılı ön hazırlıklar yapılmalıdır. Bütün zorluklara rağmen böyle bir bakış açısı ile hazırlanacak bölgesel politika seti uygulamalardan beklenen başarılı sonuçlara ulaşılmasında büyük katkı sağlayacaktır.

İnovasyon politikalarının tasarımı mikro ve orta düzeyde geliştirilecek özel stratejilere sahip olmasının yanında makro düzeyde yani ulusal çapta bazı unsurları da içinde barındırmalıdır. Çünkü sektörel ve bölgesel farklılıklar yanında ülkenin bir bütün olarak ihtiyaç duyacağı bazı inovasyon desteklerine de ihtiyaç bulunmaktadır. Bu şekilde geliştirilecek inovasyon politikaları ulusal inovasyon sistemini bir bütün olarak yukarı çekecek özellikler taşımalıdır. Söz konusu uygulamalar ulusal sistemin dinamiklerini birbirinden ayrı şekilde ele alarak etkilemeye çalışmamalıdır. Bunun yerine sistem dinamiklerinin birbirini tamamlayacak şekilde gelişmesine imkân vermelidir. Böylece bütüncül bakış açısı içinde tasarımlar “izole politikalar” şeklinde değil “politika paketleri” şeklinde kurgulanmalı ve uygulanmalıdır.

## KAYNAKÇA

Asheim, B.T.; M. S. Gertler (2004). *The Geography of Innovation Systems: Regional Innovation Systems*. Ed: J.Fagerberg, D.Mowery ve R.Nelson, Handbook of Innovation içinde (pp.291-317), Newyork: Oxford University Press.

Asheim, B.T., L.Coenen (2005). *Knowledge Bases and Regional Innovation Systems: Comparing Nordic Clusters*, Research Policy, Volume 34, Issue 8, ss.1173-1190.

- Archibugi, D., Howells, J., Michie, J. (1999). Innovation Systems and Policy in a Global Economy, D.Archibugi, J. Howells and J. Michiel (Ed.), *Innovation Policy in a Global Economy* in, (pp.1-16), Cambridge: CUP.
- Balzat, M. (2006). *An Economic Analysis of Innovation Extending the Concept of National Innovation Systems*. London: Edward Elgar Publishing.
- Breschi S., F.Malerba (1997). *Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics and Spatial Boundaries*, (Ed:Edquist C.), *Systems of Innovation: Technologies, Organizations and Institutions*. London, Pinter, pp.130–156.
- Böyükaslan, A., M. Tiryakioğlu (2016). *Girişimci Devlet, Yenilikçi Finansman: Türkiye İçin Bir Politika Arayışı*, İşletme Araştırmaları Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, ss.592-618.
- Chang, C.Y., Chen, H.M (1997). Comparing Approaches to Systems of Innovation: The Knowledge Perspective, *Technology in Society*, Vol 26, Issue 1, pp. 17–37
- Edquist, C. (2004). Final Remarks: Reflections on the Systems of Innovation, Science and Public Policy, Vol 31, Issue 6, pp.485-489.
- Elçi, Ş. (2006). *İnovasyon: Kalkınmanın ve Rekabetin Anahtarı*, İstanbul: Meteksan Bilişim Grubu ve BT Haber, 7. Baskı.
- Freeman, C (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons From Japan*, Pinter Publishers, London.
- Goto, A (2000). Japan 's National Innovation System: Current Status and Problems, *Oxford Review of Economic Policy*, Volume 16, Issue 2, ss.103-113.
- Liu, X., S. White (2001). Comparing Innovation Systems: A Framework and Application to China's Transitional Context, *Research Policy*, Volume 30, Issue 7, ss. 1091–1114
- Lundvall, B.A. (2016). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, (Ed.) Lundvall, B.A., *The Learning Economy and The Economics of Hope* in (pp. 85-107). New York: Anthem
- Malerba, F., and Orsenigo, L. (1997). Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities, *Industrial and Corporate Change*, 6(1), 83-117.
- Malerba, F (2002) "Sectoral Systems of Innovation and P roduction", *Research Policy*, Vol 31, Issue 2, pp. 247–264.
- Metcalf, J.S. (1995). Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework", *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 25-46.
- Nelson, R., Rosenberg, N. (1993). Technical Innovation and National Systems, R.R. Nelson (Ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis* içinde, (pp. 3-21), New York: Oxford University Press.
- OECD (2002). *Dynamising National Innovation Sytsems*, Paris: OECD
- Pavitt, K. (1984). Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy", *Research Policy*, Volume 13, Issue 6, pp.343-373.
- Taymaz, E. (2001). *Ulusal Yenilik Sistemi: Türkiye İmalat Sanayiinde Teknolojik Değişim ve Yenilik Süreçleri*. TÜBİTAK/TTGV/DİE: Ankara.

## NAXÇIVAN MUXTAR RESPUBLİKASININ SOSIAL-İQTİSADİ İNKİŞAFINA İNNOVASIYANIN TƏSİRİ

**Allahverdiyeva Medina Arrahman**

Head teacher of "International trade and management" cafe, Nakhchivan State University

### ÖZƏT

Milli sosial rifah səviyyəsinin davamlı artması məqsədilə yüksək, dayanıqlı, inklüziv və başlıca olaraq özəl təşəbbüslərə arxalanan iqtisadi artımın sürətlənməsi, azad edilmiş ərazilərə əhalinin qayıdışının təmini Azərbaycanın yeni inkişaf magistralının ideoloji nüvəsini təşkil edir. Ölkəmizin və muxtar respublikanın uzun müddətli davamlı və sürətli inkişafı üçün cəmiyyət, biznes və dövlət üçlüyünü uğurlu əlaqəsi möhkəmləndirilir. Dövlətin iqtisadiyyatda rolunun bazaryönlü islahatlar vasitəsilə effektiv və səmərəli idarə olunması, özəl mülkiyyət institutlarının gücləndirilməsi, biznesə dost dövlət idarəetməsi və xarici bazarlara yerli məhsulların çıxışını artırmaq məqsədilə ticarət rejimlərinin daha da liberallaşdırılması iqtisadi yüksəlişin təməl amilləridir. Ölkədə özəl təşəbbüslərin yaradıcı və innovativ əsaslarla inkişaf etdirilməsi iqtisadi resursların daha yüksək əlavə dəyər yaradan sahələrə istiqamətlənməsini təmin edir.

**Açar sözlər:** Azərbaycan, Milli social rifah, innovasiya, cəmiyyət, dövlət, biznes,

### THE INFLUENCE OF INNOVATION ON THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF NAKCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

#### ABSTRACT

Acceleration of high, sustainable, inclusive and mainly private initiatives-based economic growth in order to continuously increase the level of national social welfare, ensuring the return of the population to the liberated areas it forms the ideological core of Azerbaijan's new development highway. For the long-term sustainable and rapid development of our country, the successful relationship of society, business and the state is strengthened.

Effective and efficient management of the state's role in the economy through market-oriented reforms, strengthening of private property institutions, business-friendly state management, and further liberalization of trade regimes in order to increase the access of local products to foreign markets were the main factors of economic growth. The development of private initiatives in the country on a creative and innovative basis ensures that economic resources are directed to areas that create higher added value.

**Key words:** Azerbaijan, national social welfare, innovation, society, state, business



## GİRİŞ

Elmi-texniki tərəqqinin sürətlənməsi qloballaşması inkişaf amilini ortaya çıxarır və onun dövlətdə innovasiya fəaliyyəti dövlətin və cəmiyyətin institusional strukturuna təsir edən və onların inkişafını şərtləndirən əsas amillərdəndir.

Təşkilatların fəaliyyətində innovasiyadan istifadə onda ilkin istehsalın amili kimi istifadə olunan və istehsal nəticəsində yaranan kapitaldan istifadənin səmərəliliyini artırmağa, həmçinin innovasiya bizə daha yüksəkləri yaratmağa imkan verir.

İqtisadiyyatın inkişafı və ölkələrin bu sahədə irəliləyişləri yüz illərdən bəri iqtisadçıların tədqiqərində yer almaqdadır. İnnovasiyanın çoxlu tərifləri məlumdur. Bununla belə, müxtəlif elm adamları tədqiqatın mövzusunda və obyektindən asılı olaraq bu anlayış müxtəlif yollarla şərh edirlər.

“İnnovasiya” termini latınca “novatio” sözündən olub, “yenilənmə” deməkdir. İlk dəfə olaraq yenilik anlayışı XIX-cu əsrin elmi tədqiqatlarında ortaya çıxdı. “Yenilik” anlayışı XX-ci əsrin əvvəllərində yeni həyat aldı.

Geniş mənada bu gün “innovasiya” anlayışı qarşılıqlı əlaqənin məqsədi kimi başa düşülür və fundamental biliklər sferasında yaranan şüurlu şəkildə başlanmış dəyişikliklər, elmi-texniki sahədə davam edən və istehlak sferasında yeni ilə bitən mövcud ehtiyacları ödəmək və ya yeni ehtiyaclar yaratmaq üçün bir yoldur.

Bir cəmiyyətin iqtisadi baxımdan güclü olması onun rəqabət gücünə bağlıdır. Rəqabət gücünü artıran ən önəmli vasitə isə innovasiyadır. Çünki innovasiya məhsuldarlığı artırır. Bu səbəblə innovasiya ölkələr üçün iqtisadi inkişafın və rifahının yüksəlişinin açarıdır. Hal hazırda innovasiya əsaslı iqtisadiyyat dövrünün dinamik və gəlirli istiqamətlərindən sayılır. İnnovasiya termin olaraq yen ideyalarla elm və texnikanı inkişaf etdirib istehsal sahələrinə tətbiq etmək, gəliri artırıb, işsizliyi aradan qaldırmaq və iqtisadi vəziyyəti inkişaf etdirmək deməkdir. İnnovasiyanı fərqli edən xüsusiyyətlər isə onun elmi-texniki nailiyyətlərdən geniş istifadə etməsinə, yeni texnologiyanın tətbiqinə, istehsal edilən məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin artırılmasına və beləliklə də, iqtisadi artımın əldə edilməsinə yönəldilmiş olmasıdır.

İqtisadiyyatın hərtərəfli inkişafını təmin etmək, yüksək texnologiyalar əsasında sənayenin davamlı inkişafına və şaxələndirilməsinə nail olmaq iqtisadi siyasətin əsas məqsədlərindən biridir. Son illər Muxtar Respublikada müasir dövrün tələblərinə uyğun həyata keçirilən uğurlu siyasət davamlı iqtisadiyyatın sənayeləşməsinə və innovativ istehsalın inkişaf etdirilməsini daha da sürətləndirib.



Naxçıvan Muxtar Respublikasının sosial-iqtisadi inkişafı getdikcə innovativ xarakter alır və bununla da regional səviyyədə innovasiya proseslərinin davamlı dinamikasını təmin etmək üçün dövlət qarşısında yeni vəzifələr qoyulur. Bütövlükdə ölkənin, eləcə də onun regionlarının innovativ inkişafının müəyyən edici şərti müxtəlif səviyyələrdə innovativ fəallığı və rəqabət qabiliyyətini artıran bütün sahələr kompleksinə effektiv tənzimləyici təsirdir.

## 2. TƏDQIQATLAR VƏ NƏTİCƏLR

### 2.1. Eksperimental Tədqiqatlar

İnnovasiya:

-iqtisadi və sosial sahələrdə dəyərli yeniliklərin istehsalı və ya qəbul edilməsi, assimilyasiya edilməsi və istismarıdır;

-məhsulların, xidmətlərin və bazarların yenilənməsi və genişləndirilməsidir;

- istehsalın yeni metodlarının işlənilib hazırlanmasıdır və yeni idarəetmə sistemlərinin yaradılmasıdır. Bu, həm proses, həm də nəticədir

Qeyd etmək lazımdır ki, müasir innovasiya siyasəti dövlətin sosial – iqtisadi siyasətinin tərkib hissəsi olmaqla yanaşı hakimiyyət orqanlarının elm, texnika və elmi-texniki nəaliyyətlərinin həyata keçirilməsi sahəsində apardığı fəaliyyətin məqsədini, istiqamətini, formalarını müəyyənləşdirir. Müvafiq siyasətin əsasını elmi-texniki inkisafın konseptual hüquqi əsasları təşkil edir. Həmin əsasların işlənilib hazırlanması zamanı əsaslandırılmış müddəalar elmin aparıcı sahələrinin inkisaf istiqamətlərinin və texnoloji proseslərin yerləşdirilməsi tədbirlərini əhatə etməlidir. Bu zaman elmi-texniki inkisafın stimullaşdırılması sisteminin təkmilləşdirilməsi, elmin və texnikanın prioritet inkisaf istiqamətlərinin seçilməsi, lisenziya-patent hüquqi, eləcə də intellektual mülkiyyət hüquqlarının qorunması, elmi infrastrukturun yeniləşdirilməsi, elmi kadrların mövcud tələblər səviyyəsində hazırlanması və s. kimi tədbirlər diqqət mərkəzində saxlanılmalıdır.

İnkişaf etmiş ölkələrdə olduğu kimi Azərbaycan Respublikasında da innovasiya siyasətinin həyata keçirilməsi dövlət səviyyəsində çox böyük əhəmiyyət malikdir. Demək olar ki, dövlətin innovasiya siyasətinin əsas məqsədləri aşağıdakı kimi ifadə olunur:

-innovasiya fəaliyyəti üçün iqtisadi, hüquqi və təşkilati şəraitin, yaradılması;

- innovasiya fəaliyyətinin stimullaşdırılmasına, habelə innovasiya sferasında bazar münasibətlərinin və sahibkarlığın inkişafına yardım göstərmək;

-innovasiya fəaliyyətinə dövlət yardımının genişləndirilməsi, innovasiya fəaliyyətinin inkişafına yönləndirilmiş dövlət resurslarından istifadənin səmərəliliyinin yüksəldilməsi;

-beynəlxalq bazarlarda milli innovasiya məhsullarının satışı

Dünya təcrübəsi göstərir ki, innovasiya texnologiyalarından geniş istifadə olunması ölkənin hərtərəfli inkişafına xidmət edir. Bu texnologiyalar əhalinin sosial-iqtisadi vəziyyətində müşahidə olunan problemlərin həlli, həmçinin yoxsulluq səviyyəsinin azaldılması üçün tutarlı vasitələrdəndir.

Müasir bazar iqtisadi sisteminə malik olan hər bir ölkənin sosial-iqtisadi tərəqqisi elmin, insan kapitalının və innovasiya amillərinin inkişafından asılıdır. İnnovativ milli biznesin formalaşması ölkənin milli iqtisadi gücünün və mənafeələrinin səmərəli formada reallaşması istiqamətlərini müəyyən edir. Bu baxımdan, məqalənin mövzusu aktualıq kəsb edir. Mövzunun aktuallığını səciyyələndirən arqumentlər aşağıdakılardan ibarətdir:

- Ölkənin sosial-iqtisadi inkişaf strategiyasında nəzərdə tutulmuş vəzifələrin reallaşdırılması;
- Ölkənin texniki-iqtisadi rəqabət gücünün formalaşdırılması;
- Milli məhsulların keyfiyyətinin və rəqabət qabiliyyətinin artırılması;
- Müqayisəli üstünlüyə malik olan istehsal sahələrinin innovativ inkişafına dövlət dəstəyinin artırılması;
- İnnovativ yönümlü məhsulların beynəlxalq bazarlara çıxışının təmin olunması;
- Regionlarda innovative yönümlü sahələrin inkişafının dövlət tərəfindən həvəsləndirilməsi və s.

Dövlət siyasətində iqtisadiyyatı texnoloji müasirləşdirmək, elmi və elmi-texniki fəaliyyətin nəticəvi keyfiyyətli artımı əsasında onun innovasiya inkişafı yoluna keçmək, innovasiya fəaliyyətinin səmərəsini artırmaq kimi vacib məsələlər ön plana çəkilmişdir. Buna nail olmaq üçün ölkənin bütün imkanlarından, mövcud iqtisadi, sosial və siyasi ehtiyatlardan tam və maksimal səmərəli istifadə, respublika potensialının gücləndirilməsi üçün şəraitin yaradılması vacib şərtlərdir. İnnovasiya infrastrukturunun inkişafı, regionların inkişafına daimi diqqət, hər bir regionun rəqabət üstünlüklərini nəzərə alaraq müxtəlif inkişaf mərkəzlərinin formalaşdırılması, şəhər və kənd yerlərində infrastrukturun və sosial xidmətlərin inkişafı nəzərdə tutulmuşdur ki, bu da respublikanın elmi və innovasiya siyasətinin inkişaf etdirilməsi və yenidən təşkili deməkdir.

Azərbaycanda regionların tarazlı inkişafının təmin edilməsi, artıq uzun müddətdir ki, ölkənin qarşısında duran mühüm vəzifələrdən, həm də ölkənin dayanıqlı inkişafının zəruri şərtlərindən biridir. Regionların sosial-iqtisadi inkişafında tarazlığın əldə olunması özündə regionların sərvətlərindən və təbii şəraitindən səmərəli istifadə etmək, kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalını artırmaq, qeyri-neft sənaye sahələrinin, o cümlədən emal

sənayesinin, xidmət və digər infrastruktur obyektlərinin, turizmin inkişafını təmin etmək, məşğulluğun səviyyəsini yüksəltmək və əhalinin güzəranını daha da yaxşılaşdırmaq kimi komponentləri ehtiva edir. Regionların sosial-iqtisadi cəhətdən inkişaf edilmiş səviyyəyə çatdırılması ölkənin makroiqtisadi sabitliyinin təmin edilməsində, işsizlik probleminin həllində, ölkənin ticarət dövriyyəsində müsbət saldo əldə edilməsində, yeni innovasiyaların inkişaf etdirilməsində çox mühüm amil sayılır.

## 2.2.Eksperimental Nəticələr

Dövlətimizin bəyan etdiyi ən mühüm prioritetlərdən birini məhs sosial-iqtisadi inkişaf təşkil edir. Ümumiyyətlə, yaxın perspektiv üçün nəzərdə tutulan ən mühüm hədəflər siyahısında regionlarda yeni innovasiyalara əsaslanan məhsul və xidmət istehsalı sahələrinin dəyər zəncirinin bütün həlqələri üzrə inkişaf etdirilməsi, elmi-texniki tərəqqinin nailiyyətlərinin tətbiqi ilə yaşıl iqtisadiyyatın inkişafı üçün münbit şəraitin yaradılması da daxildir.

İqtisadiyyatın inkişafının innovasiya mərhələsinin əsas hədəfi milli iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətliliyinin yüksəldilməsinə və dünya təsərrüfat sistemində səmərəli inteqrasiyasına nail olmaqla, uzunmüddətli perspektivə ölkədə dinamik sosial-iqtisadi inkişafın davamlılığını təmin etməkdən ibarətdir. Bunlara ölkənin malik olduğu iqtisadi potensialın gücləndirilməsi və bu potensialın kompleks şəkildə səmərəli reallaşdırılması, o cümlədən qeyri-neft sektorunun inkişaf etdirilməsi (neftdən asılı olmayan güclü Azərbaycan iqtisadiyyatının formalaşdırılması), hər bir regionun malik olduğu potensialdan tam və səmərəli istifadə olunması və onların inkişafının tarazlaşdırılması, çoxlu sayda yeni iş yerlərinin açılmasına şərait yaradılması, sahibkarlığın inkişaf etdirilməsi, sosial xidmətlərin həcmnin, keyfiyyətinin və ünvanlılığının əhəmiyyətli dərəcədə artırılması, yoxsulluğun azaldılması kimi vəzifələri aid etmək olar.

Hazırda müstəqillik şəraitində Azərbaycan və muxtar respublika iqtisadiyyatının inkişafının əsas amillərindən birini ölkənin innovasiya potensialı təşkil edir. Məhz ona görə də respublikanın gələcək sosial-iqtisadi inkişafı ilk növbədə iqtisadiyyatın innovasiya yoluna keçirilməsindən, yeni texnoloji proseslərin yaradılması və tətbiqi ilə rəqabətə davamlı məhsulların, əmək və maliyyə ehtiyatlarının artırılmasından asılıdır.

Bu gün elm və texnologiyanın sürətli inkişafı texnika və texnologiyaların az müddətdə mənəvi köhnəlməsinə rəqabətliyin aşağı düşməsinə səbəb olur. Ona görə də istehsalçıların elmi biliklərə, elm ilə təmasa maraqları artmalıdır. Digər tərəfdən elmtutumlu texnologiyalar bir-birləri ilə bağlıdır. Onların kompleks istifadəsi, yeni proses, ideya və prinsiplərin tətbiqi üçün yeni sahələr açan fundamental işləmələr lazımdır. Rəqabət qabiliyyətinin,

müvəffəqiyyətin, iqtisadi artımın, həyat səviyyəsinin yüksəldilməsi, digər milli üstünlüklərin həyata keçməsinin təmin edilməsinin əsas şərti elmi-tədqiqat və işləmələrin nəticələrinin səmərəli istifadəsidir. Bu şəraitdə texniki, istehsal, təşkilati, marketinq, maliyyə əməliyyatlarının məcmusu olan və səmərəli yeniliklərin iqtisadiyyat və sosial sahələrə tətbiqini təmin edən innovasiya sisteminin inkişafı daha böyük məna kəsb edir. Elmə ayrılan vəsaitlərin azlığı, innovasiya məhsulunun xüsusi çəkisinin aşağı olması, elmi nailiyyətlərin istehsalata zəif tətbiqi və s. milli innovasiya sisteminin inkişafına mane olur.

İnnovasiya iqtisadiyyatına keçid fundamental və tətbiqi elm arasında innovasiya məhsulu və istehsal arasında qarşılıqlı əlaqənin gücləndirilməsi zamanı mümkün ola bilər. İnnovasiya sisteminin inkişafının prioritet istiqaməti sivil əqli və sənaye mülkiyyəti bazarının inkişaf mexanizmlərinin yaradılmasıdır.

Beynəlxalq Elm Parkları Birliyinin (IASP) tərifinə görə "Texnoparklar universitet, sənaye, araşdırma mərkəzləri, sahibkarlar və bazarlar arasındakı əməkdaşlığı artırmaq, bilik və texnologiya transferini asanlaşdırmaq məqsədilə yüksək əlavə dəyərli tədqiqat və inkişafa söykənən qabaqcıl texnologiyalı məhsul və xidmətlərin istehsalına uyğun infrastruktur, üstqurum və xidmətlər ilə təsir edən təşkilatlardır. Ölkəmizdə davamlı sosial-iqtisadi inkişafın təmin edilməsi Azərbaycan hökumətinin qarşıya qoyduğu və çox böyük müvəffəqiyyətlə həyata keçirdiyi mühüm prioritetlərdən biridir. Bəlli olduğu kimi, bu, ölkə iqtisadiyyatının hərtərəfli, şaxələndirilmiş şəkildə inkişafını nəzərdə tutur. Burada neft sektorundan əldə edilən gəlirlər hesabına qeyri-neft sektoruna böyük sərmayələrin yatırılması, beləliklə də, ölkə iqtisadiyyatının müxtəlif sahələrinin davamlı şəkildə inkişaf etdirilməsi başlıca hədəf kimi götürülür. Bu baxımdan, bilavasitə, Prezident İlham Əliyevin təşəbbüsü və rəhbərliyi ilə regionların davamlı sosial-iqtisadi inkişafının təmin edilməsi ilə bağlı hazırlanan və müvəffəqiyyətlə həyata keçirilən dövlət proqramları olduqca təqdirəlayiqdir. Bütün incəliklərinə görə, yüksək dəqiqliklə işlənib hazırlanan, məntiqi ardıcılıqla biri digərini tamamlayan bu proqramlar əhalinin yüksək iqtisadi fəallığını stimullaşdırır, bölgələrdə yaşayış səviyyəsinin əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşmasına, Azərbaycanın regionlarının hərtərəfli tərəqqisinə yol açır.

Prinsip etibarını ilə, ölkə regionlarının davamlı, sürətli inkişafının reallaşması tək cəmiyyət iqtisadi deyil, həm də mənəvi məsələdir. Başqa sözlə, burada insan amili öz həlledici təsirini göstərir, insanların sosial-iqtisadi fəallığı və təşəbbüskarlığı mühüm rol oynayır. Müvafiq məqamlar regionların sosial-iqtisadi inkişafı ilə bağlı qəbul edilən Dövlət Proqramları ciddi nəzərə alınıb. Burada bölgələrdə işgüzar sahibkarlıq təşəbbüslərinin yüksək səviyyədə dəstəklənməsi, regionlarda ən yeni texnologiyalara söykənən aqrar-sənaye komplekslərinin

yaradılması, yüngül sənayenin, qida sənayesinin inkişaf etdirilməsi, yoxsulluğun, işsizliyin tam aradan qaldırılması, əhalinin yüksək məşğulluğun təmin edilməsi nəzərdə tutulub. Rayon və şəhərlərin, xüsusilə kəndlərin sosial-iqtisadi inkişafı sahəsində əldə olunan nailiyyətlərin daha da artırılması, regionların inkişafına təsir edən amillərin - tənzimlənməsi steminin, qanunvericilik bazasının, institusional və iqtisadi mexanizmlərin və digər komponentlərin daha da təkmilləşdirilməsi, investisiya və innovasiya fəallığının artırılması, iqtisadiyyatın şaxələndirilməsi, bazar infrastrukturunun modernləşdirilməsi, əsas əhali qruplarının sosial müdafiəsinin gücləndirilməsi, təbii ehtiyatlardan daha da səmərəli istifadə olunması və ekoloji təhlükəsizliyin qorunması üzərində nəzarətin möhkəmləndirilməsi və bu kimi mühüm nüanslar uğurla icra olunan müvafiq Dövlət proqramlarında öz əksinin tapıb. Prezident İlham Əliyevin göstərişi ilə həyata keçirilən 2004-2008, 2009-2013 və 2014-2018, 2019-2023-cü illəri əhatə edən regionların sosial-iqtisadi inkişafı üzrə Dövlət proqramlarının hər birinin əsasında məhz ölkə vətəndaşlarının rifah halının yüksəldilməsi və vətəndaşların məmnunluğu, dövlətimizin, xalqımızın maraqları dayanıb.

### 2.3. Nəticə

Ölkəmizdə davamlı sosial-iqtisadi inkişafın təmin edilməsi Azərbaycan və eləcə də muxtar respublika hökumətinin qarşıya qoyduğu və çox böyük müvəffəqiyyətlə həyata keçirdiyi mühüm prioritetlərdən biridir. Bəlli olduğu kimi, bu, ölkə iqtisadiyyatının hərtərəfli, şaxələndirilmiş şəkildə inkişafını nəzərdə tutur. Burada neft sektorundan əldə edilən gəlirlər hesabına qeyri-neft sektoruna böyük sərmayələrin yatırılması, beləliklə də, ölkə iqtisadiyyatının müxtəlif sahələrinin davamlı şəkildə inkişaf etdirilməsi başlıca hədəf kimi götürülür. Bu baxımdan, bilavasitə, Prezident İlham Əliyevin təşəbbüsü və rəhbərliyi ilə regionların davamlı sosial-iqtisadi inkişafının təmin edilməsi ilə bağlı hazırlanan və müvəffəqiyyətlə həyata keçirilən dövlət proqramları olduqca təqdirəlayiqdir. Bütün incəliklərinə görə, yüksək dəqiqliklə işlənib hazırlanan, məntiqi ardıcılıqla biri digərini tamamlayan bu proqramlar əhalinin yüksək iqtisadi fəallığını stimullaşdırır, bölgələrdə yaşayış səviyyəsinin əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşmasına, Azərbaycanın, muxtar respublikanın regionlarının hərtərəfli tərəqqisinə yol açır. Prinsip etibarlı ilə, ölkə regionlarının davamlı, sürətli inkişafının reallaşması təkcə iqtisadi deyil, həm də mənəvi məsələdir. Başqa sözlə, burada insan amili öz həlledici təsirini göstərir, insanların sosial-iqtisadi fəallığı və təşəbbüskarlığı mühüm rol oynayır. Müvafiq məqamlar regionların sosial-iqtisadi inkişafı ilə bağlı qəbul edilən hər iki Dövlət Proqramında ciddi nəzərə alınıb. Burada bölgələrdə işgüzar sahibkarlıq təşəbbüslərinin yüksək səviyyədə dəstəklənməsi, regionlarda ən yeni texnologiyalara söykənən aqrar-sənaye komplekslərinin yaradılması, yüngül sənayenin, qida

sənayesinin inkişaf etdirilməsi, yoxsulluğun, işsizliyin tam aradan qaldırılması, əhalinin yüksək məşğulluğun təmin edilməsi nəzərdə tutulub. Hazırda ölkəmizin davamlı inkişaf sahəsində əldə etdiyi böyük uğurlar inkişafın Azərbaycan modelindən danışmağa imkan verir. Dünya təcrübəsi göstərir ki, innovasiya texnologiyalarından geniş istifadə olunması ölkənin hərtərəfli inkişafına xidmət edir. Bu texnologiyalar əhalinin sosial-iqtisadi vəziyyətində müşahidə olunan problemlərin həlli, həmçinin yoxsulluq səviyyəsinin azaldılması üçün tutarlı vasitələrdəndir. İqtisadiyyatın inkişafının innovasiya mərhələsinin əsas hədəfi milli iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətliliyinin yüksəldilməsinə və dünya təsərrüfat sistemində səmərəli inteqrasiyasına nail olmaqla, uzunmüddətli perspektivə ölkədə dinamik sosial-iqtisadi inkişafın davamlılığını təmin etməkdən ibarətdir. Bunlara ölkənin malik olduğu iqtisadi potensialın gücləndirilməsi və bu potensialın kompleks şəkildə səmərəli reallaşdırılması, o cümlədən qeyri-neft sektorunun inkişaf etdirilməsi), hər bir regionun malik olduğu potensialdan tam və səmərəli istifadə olunması və onların inkişafının tarazlaşdırılması, çoxlu sayda yeni iş yerlərinin açılmasına şərait yaradılması, sahibkarlığın inkişaf etdirilməsi, sosial xidmətlərin həcmnin, keyfiyyətinin və ünvanlılığının əhəmiyyətli dərəcədə artırılması, yoxsulluğun azaldılması kimi vəzifələri aid etmək olar. Azərbaycanın və Naxçıvan Muxtar Respublikasının iqtisadi strategiyasında insan kapitalının formalaşdırılması prioritet məqsəd kimi, müasir bilik və nanotexnologiyalar isə innovasiyanın inkişaf vasitələri kimi müəyyən edilmiş, strategiyanın elmi cəhətdən təhlili və əsaslandırılması mövcud uğurların davamlılığının və effektivliyinin təminatı kimi qiymətləndirilir. Ölkənin hər hansı bir fəaliyyət sahəsində innovasiyanı tətbiq etməzdən əvvəl bu sahənin innovasiya potensialını müəyyən edirlər. İnnovasiya potensialı innovasiya fəaliyyətinin həyata keçirilməsi üçün zəruri olan maddi, maliyyə, intellektual, elmitexniki və digər resursların məcmusudur. İnnovasiya inkişafını yeni və daha yaxşılaşdırıcı texnologiyaların işlənilməsi və reallaşdırılması əsasında təsərrüfat subyektinin iqtisadi artımı kimi müəyyən etmək olar. İnnovasiya inkişafının səviyyəsi həm innovasiya prosesinin resurs tərkibi (innovasiya potensialı) kimi, həm də innovasiya texnologiyaları transferinin effektivliyi ilə müəyyən edilir. Hazırda müstəqillik şəraitində Azərbaycan və Azərbaycanın ayrılmaz tərkib hissəsi olan Naxçıvan Muxtar Respublikası iqtisadiyyatının inkişafının əsas amillərindən birini ölkənin innovasiya potensialı təşkil edir. Məhz ona görə də respublikanın gələcək sosial-iqtisadi inkişafı ilk növbədə iqtisadiyyatın innovasiya yoluna keçirilməsindən, yeni texnoloji proseslərin yaradılması və tətbiqi ilə rəqabətə davamlı məhsulların, əmək və maliyyə ehtiyatlarının artırılmasından asılıdır. Yalnız effektiv elmi biliklərin olması şəraitində dövlət istehsal elmitexniki tərəqqinin nəticələrini tətbiq edə bilər. Müasir dövrdə istənilən dövlətin iqtisadi



vəziyyəti elmin, texnikanın və texnologiyanın inkişafı, eləcə də onların tətbiqi ilə birbaşa qarşılıqlı surətdə əlaqəlidir. Qabaqcıl ölkələrdə iqtisadiyyatın inkişafında innovasiya siyasətinin formalaşması əsas məsələlərdən biri hesab olunur. İnnovasiyalara əsaslanan iqtisadiyyatın bir xüsusi cəhəti ondadır ki, fundamental və tətbiqi elmi tədqiqat işlərinin çoxunun yerinə yetirilməsi ilə bağlı böyük xərcləri bir təşkilat çəkir, mühüm nəticələri isə başqa müəssisələr əldə edə bilirlər. Odur ki, innovasiya proseslərinin təhlil olunması və tənzimlənməsi ciddi zəruri məsələlərdən birinə çevrilmişdir. Belə olan halda innovasiyaların, innovasiya proseslərinin və strukturlarının həm iqtisadiyyat və cəmiyyət üçün əhəmiyyətini, həm də onların iqtisadi mahiyyət və məzmununu, həmçinin onların fəaliyyətinin səmərəliliyini və nəticəni qiymətləndirməyə ehtiyac yaranmışdır. İnnovasiya proseslərinin tənzimlənməsi Azərbaycan Respublikasında dövlətin sosial-iqtisadi siyasətinin əsas tərkib hissəsi olan innovasiya siyasəti vasitəsilə həyata keçirilir. Bu siyasətə uyğun olaraq ölkədə investisiya mühitinin daha da yaxşılaşdırılması üçün müvafiq innovasiya strukturlarının, başqa sözlə innovasiya mərkəzlərinin, texnoloji biznes-inkubatorların, texnoparkların yaradılması nəzərdə tutulmuşdur. Bundan başqa, “Azərbaycan Respublikasında 2009-2015-ci illərdə Elmin inkişafı üzrə Milli Strategiya” sı və “Azərbaycan Respublikasında 2022–2030-cu illərdə elmin dayanıqlı inkişafı üzrə Milli Strategiya”sı innovasiya fəaliyyəti infrastrukturunun inkişaf etdirilməsi, o cümlədən texnoparklar, texnoloji mərkəzlər, biznes inkubatorları şəbəkəsinin genişləndirilməsi, elmi tədqiqatların prioritetlərinin dünya elminin inkişaf istiqamətlərinə və ölkənin mühüm ictimai-mədəni məsələlərinin həllinə uyğun müəyyənləşdirilməsinə, biliklərə əsaslanan yeni tipli iqtisadiyyatın formalaşdırılmasına, elm sahəsində idarəetmə sisteminin, elmi infrastrukturun modernləşdirilməsinə, elmi tədqiqat müəssisələrinin və bütövlükdə elmin maliyyələşdirilmə mexanizmlərinin təkmilləşdirilməsinə, yüksəkixtisaslı kadrların hazırlanmasına, elmi məktəblərin qorunması və elmdə varisliyin təmin edilməsinə, elmin, təhsilin və istehsalın inteqrasiyasına, elmi işçilərin sosial təminatının yaxşılaşdırılmasına, elmin normativ hüquqi bazasının və informasiya təminatının, innovasiya fəaliyyətinin gücləndirilməsinə, Azərbaycan elminin beynəlxalq elm məkanına inteqrasiyasına yönələcəyini bir vəzifə kimi qarşıya qoyulmuşdur..

### **ƏDƏBİYYAT SİYAHISI**

“Azərbaycan Respublikasının milli iqtisadiyyat perspektivi üzrə Strateji Yol Xəritəsi haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Fərmanı. 6 dekabr 2016-cı il. Azərbaycan Respublikası regionlarının 2019-2023-cü illərdə sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramı” haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Fərmanı. 29 yanvar 2019-cu il. Azərbaycanın xarici iqtisadi əlaqələri: nailiyyətlər və perspektivlər. AMEA nin İqtisadiyyat İnstitutu. Bakı: “Avropa” nəşriyyatı, 2015.



A.Musayev. İnnovasiya iqtisadiyyatı və vergi stimullaşdırılması.

Z.M.Nəcəfov. Milli innovasiya sistemlərinin əsasları. Bakı: “Elm”, 2006.

A.D.Hüseynova. Azərbaycanca innovasiya potensialının təhlili. Bakı: “Elm və təhsil”, 2013.

T.Əliyev, L.Babayev. Regional innovasiya sisteminin təşkili və idarə edilməsi, Elm və təhsil, Bakı-2013.

F.Qasimov, T.Əliyev, Z.Nəcəfov. Milli innovasiya sisteminin təşkili və idarə edilməsi, Elm və təhsil. Bakı-2013.

### **İNTERNET MƏNBƏLƏRİ.**

Azərbaycan Dövlət Statistika Komitəsinin internet saytı - [www.azstat.org](http://www.azstat.org)

İqtisadi İnkişaf Nazirliyinin internet saytı - [www.economy.gov.az](http://www.economy.gov.az)

Ümumdünya Ticarət Təşkilatının internet saytı - [www.wto.org](http://www.wto.org)

Azərbaycan və Ümumdünya Ticarət Təşkilatının internet saytı - [www.wto.az](http://www.wto.az)

## ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN PISA TÜRÜNDEKİ PROBLEMLERİ KURMA BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

**Öğrt. Sümeyye Güner BEDİR**

23 Nisan Ortaokulu

**ORCID ID:** 0000-0002-2090-0044

**Prof. Dr. Ayten Pınar BAL**

Çukurova Üniversitesi

**ORCID ID:** 0000-0003-1695-9876

### ÖZET

Başarının belirlenmesine yönelik araştırmaların yanında ülkeler çapında seviyeyi belirleyen uluslararası araştırmalar da önemlidir. Ülkemizde PISA (Programme for International Student Assessment) matematik okuryazarlık ölçeği alanında değerlendirilen sorular ile benzer nitelikteki sorular gerekmektedir. Öğrencilerin matematik okuryazarlığı arttırılması ile PISA sorularına hazırlıklı olmaları önem kazanmaktadır. Bu araştırma ortaokul öğrencilerinin PISA türündeki problemleri kurma becerilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu genel amaç kapsamında problemlerin bağlam, içerik, süreç becerisi ve orjinallik açısından nasıl oldukları incelenmiştir. Çalışma grubu, 2018-2019 eğitim öğretim yılında Hatay ilinin Dörtyol ilçesindeki 43 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma, derinlemesine araştırma yapabilmek amacıyla bilgi açısından zengin durumların seçilmesinden dolayı amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt örnekleme türüne göre Cresswell, 2007; Yıldırım & Şimşek, 2011) çalışma grubu belirlenmiştir. Ölçüt olarak bölgedeki en başarılı okullardan biri ve en iyi sınıflardan biri seçilmiştir. Araştırmada verileri toplama aracı olarak PISA doğasına uygun üç problem kurmaları istenmiştir ve kurdukları problemleri veri analiz çerçevesinde değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinin ne olduğunun farkında olmaları ve bu tarzda problemleri oluşturabilmeleri beklenmektedir. Ayrıca araştırmaya katılan öğrencilerin günlük yaşam ile matematik dersi arasında bağ kurarak aktif katılımı ile anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmesi beklenmektedir. Böylece matematik dersini sadece bir ders olarak değil tüm yaşamları boyunca gerekli olduğunun farkında olmaları beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Rutin Olmayan Problemler, Matematiksel Okuryazarlık, PISA, TIMSS, Akademik Başarı, Soru Yazma Süreci Özellikleri.

**NOT:** Tezden üretilmiştir.

## EXAMINATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS' SKILLS IN POSING PISA TYPE PROBLEMS

### ABSTRACT

In addition to researches to determine success, international studies that determine the level across countries are also important. In our country, similar questions are required with the questions evaluated in the field of PISA (Programme for International Student Assessment) mathematical literacy scale. It is important for students to be prepared for PISA questions by increasing their mathematical literacy. This research was carried out to examine the skills of middle school students to pose problems in the PISA type. Within the scope of this general purpose, how the problems are in terms of context, content, process skill and originality has been examined. The study group consists of 43 sixth grade students in Dörtyol district of Hatay province in the 2018-2019 academic year. The research, (Cresswell, 2007; Yıldırım & Şimşek, 2011) working group was determined. One of the most successful schools in the region and one of the best classrooms was chosen as the benchmark. In the research, they were asked to pose three problems in accordance with the nature of PISA as a data collection tool, and their problems were evaluated within the framework of data analysis. As a result of the research, students are expected to be aware of real life problems and to be able to create such problems. In addition, the students participating in the research are expected to make meaningful learning with their active participation by establishing a connection between daily life and mathematics lesson. Thus, they are expected to be aware that the mathematics course is not only a course but also necessary throughout their lives.

**Keywords:** Non-routine Problems, Mathematical Literacy, PISA, TIMSS, Academic Achievement, Question Writing Process Characteristics.

## ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN PISA TÜRÜNDE KURDUKLARI PROBLEMLERİN ÇÖZÜM SÜRECİNİN İNCELENMESİ

**Öğrt. Sümeyye Güner BEDİR**

23 Nisan Ortaokulu

**ORCID ID:** 0000-0002-2090-0044

**Prof. Dr. Ayten Pınar BAL**

Çukurova Üniversitesi

**ORCID ID:** 0000-0003-1695-9876

### ÖZET

Dinamik bilgi çağı olan 21.yüzyılda değişimin kaçınılmazlığı, öğrencilerin matematik okuryazarlığının artırılması ile PISA sorularına hazırlıklı olmaları önem kazanmaktadır. Matematik öğretim programlarının amaçları arasında kişinin gerçek yaşamında karşılaştığı problemlerin üstesinden gelebilmesi ve olaylar arasındaki ilişkileri görebilmesi ve özgün çözüm yollarını üretebilmesi yer almaktadır. Yapılan araştırmalar, matematiksel kavramların kazanılması ile problem çözme süreci arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir (Yılmaz & Yenilmez, 2008). PISA kapsamındaki soru tipleri yaratıcı düşünme, verilen bilgiyi okuma-yorumlama- değerlendirme, problem çözümüleme-sonuç çıkarma gibi becerileri ölçülmeyi amaçlamaktadır (Savran, 2004). Matematik eğitimi ile öğrenciler problem çözme becerilerini geliştirerek onların üstesinden gelecektir. Bu sebepler öğrencilerin problem kurma becerileri ön plana çıkarmaktadır. Bu araştırma ortaokul öğrencilerinin PISA türünde kurdukları problemlerin çözüm sürecinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma grubu, 2018-2019 eğitim öğretim yılında Hatay ilinin Dörtöyöl ilçesindeki 43 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma, derinlemesine araştırma yapabilmek amacıyla bilgi açısından zengin durumların seçilmesinden dolayı amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt örnekleme türüne göre Cresswell, 2007; Yıldırım & Şimşek, 2011) çalışma grubu belirlenmiştir. Ölçüt olarak bölgedeki en başarılı okullardan biri ve en iyi sınıflardan biri seçilmiştir. Araştırmada verileri toplama aracı olarak PISA doğasına uygun üç problem kurmaları istenmiştir ve kurdukları problemlerin çözümlerini veri analiz çerçevesinde değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinin ne olduğunun farkında olmaları ve bu tarzda problemleri oluşturabilmeleri beklenmektedir. Öğrencilerin problem çözmede farklı stratejiler kullanması ve farklı bakış açıları geliştirmeleri beklenmektedir. Ayrıca araştırmaya katılan öğrencilerin günlük yaşam ile matematik dersi arasında bağ kurarak aktif katılımı ile anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmesi beklenmektedir. Böylece matematik dersini sadece bir ders olarak değil tüm yaşamları boyunca gerekli olduğunun farkında olmaları beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Matematiksel Okuryazarlık, PISA, TIMSS, GME, Bağlam Temelli Sorular, Problem Kurma, Problem Çözme, Problem Çözüm Süreci Özellikleri, Soru Yazma Süreci Özellikleri.

**NOT:** Tezden üretilmiştir.

## **INVESTIGATION OF THE SOLUTION PROCESS OF THE PROBLEMS POSED BY SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN PISA TYPE**

### **ABSTRACT**

In the 21st century, which is the dynamic information age, the inevitability of change, it is important for students to be prepared for PISA questions by increasing their mathematical literacy. The aims of mathematics teaching programs are to be able to overcome the problems encountered in real life, to be able to see the relationships between events and to produce original solutions. Studies show that there is a relationship between the acquisition of mathematical concepts and the problem solving process (Yılmaz & Yenilmez, 2008). Question types within the scope of PISA aim to measure skills such as creative thinking, reading-interpreting-evaluation of the given information, problem-solving-resulting (Savran, 2004). With mathematics education, students will develop their problem-solving skills and overcome them. These reasons bring students' problem posing skills to the fore. This research was conducted to examine the solution process of the problems posed by secondary school students in the PISA type. The study group consists of 43 sixth grade students in Dörtyol district of Hatay province in the 2018-2019 academic year. The research, (Cresswell, 2007; Yıldırım & Şimşek, 2011) working group was determined. One of the most successful schools in the region and one of the best classrooms was chosen as the benchmark. In the research, they were asked to pose three problems in accordance with the nature of PISA as a data collection tool, and the solutions of the problems they posed were evaluated within the framework of data analysis. As a result of the research, students are expected to be aware of real life problems and to be able to create such problems. Students are expected to use different strategies and develop different perspectives in problem solving. In addition, the students participating in the research are expected to make meaningful learning with their active participation by establishing a connection between daily life and mathematics lesson. Thus, they are expected to be aware that the mathematics course is not only a course but also necessary throughout their lives.

**Keywords:** Mathematical Literacy, PISA, TIMSS, GME, Context-Based Questions, Creating Problems, Problem Solving, Problem Solving Process Characteristics, Question Writing Process Characteristics.

## SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARI ÜZERİNDE MATEMATİKSEL MODELLEMeye YÖNELİK BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

**Prof. Dr. Perihan DİNÇ ARTUT**

Çukurova Üniversitesi/ADANA

**ORCID ID:** 0000-0002-1585-0222

**Öğrt. Ahsen Hande KAYADELEN**

Karacaoğlan Ortaokulu, Yüreğir/ADANA

**ORCID ID:** 0000-0002-5503-8781

### ÖZET

Toplumların eğitim sisteminden geçen öğrencilerin sahip olmaları gereken becerilerle ilgili beklentileri her geçen sene değişmektedir. Bu gelişme matematik eğitimi de etkilemiştir. Matematik eğitimi açısından bakıldığında gerçek problem durumlarında etkili çözümler üretebilen ve öğrendiği matematiği günlük yaşamında etkili bir şekilde kullanabilen bireylerin yetişmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda bireylere matematiğin gerçek dünya ile olan ilişkisini fark ettirebilecek şekilde bir matematik eğitimi verilmelidir. Bu bağlamda öğrencilerin matematiğe temel oluşturmasını sağlayacak olan sınıf öğretmenlerine önemli görevler düşmektedir. Bu gerekçe doğrultusunda bu çalışma, matematiksel modellemeye yönelik bir uygulama örneği olarak geleceğin sınıf öğretmenleri olacak sınıf öğretmeni adayları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma bir durum çalışması olup Çukurova Üniversitesi 2019-2020 eğitim öğretim yılı sınıf öğretmenliği 3.sınıfta öğrenim görmekte olan ve matematik eğitimi dersini almış 45 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Çalışma öncesinde sınıf öğretmeni adaylarına model ve matematiksel modellemeye yönelik ön görüşme formu uygulanmıştır. Sonraki iki hafta boyunca öğretmen adaylarına araştırmacı tarafından matematiksel modelleme ile ilgili eğitim verilmiştir. Eğitimden sonra sınıf öğretmeni adaylarına matematiksel modellemeye temel oluşturması amacıyla üç adet ısındırma problemi ve üç adet uygulama etkinliği uygulanmıştır. Uygulamanın son aşamasında, öğretmen adaylarına matematiksel modellemeye yönelik son görüşme formu uygulanmıştır. Ön ve son görüşme formlarından elde edilen veriler betimsel analiz tekniği ile analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının ısındırma problemleri ve uygulama etkinliklerindeki matematiksel modelleme performansları “matematiksel modelleme performansını ölçmeye yönelik puanlama anahtarı” kullanılarak belirlenmiştir. Matematiksel modellemeye yönelik puanlar iki kodlayıcı tarafından belirlenmiştir. Kodlayıcılar arasındaki uyum Kappa istatistik tekniği ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda kodlayıcılar arasında önemli derecede bir uyum olduğu görülmüştür. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşlerinin olumlu yönde değiştiği ve uygulama boyunca yapılan etkinlikler arttıkça

öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliliklerinde pozitif yönde gelişmeler elde ettikleri görülmüştür. Bununla birlikte bazı öğretmen adaylarının özellikle verilen problemin çözümü için geçerli olacak doğru matematiksel modeli oluşturmada bazı eksikliklerinin devam ettiği görülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ışığında önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Model, matematiksel modelleme, öğretmen adayları

### **PRIMARY PROSPECTIVE TEACHERS RELATED TO APPLICATION EXAMPLE ON A REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION**

#### **ABSTRACT**

Society's expectations regarding the skills that students passing through the education system should have change every year. This development also affected mathematics education. From the perspective of mathematics education, it is aimed to raise individuals who can produce effective solutions in real problem situations and use the mathematics they have learned effectively in their daily life. In this regard, individuals should be given mathematics education in a way that makes them aware of the relationship of mathematics with the real world. In this context, classroom teachers have important duties to ensure that students develop a foundation in mathematics. In line with this justification, this study was conducted on prospective classroom teachers, who will be future classroom teachers, as an application example for mathematical modeling. The research is a case study and was conducted with 45 teacher candidates who were studying in the 3rd grade of classroom teaching at Çukurova University in the 2019-2020 academic year and took the mathematics education course. Before the study, a preliminary interview form for model and mathematical modeling was applied to the prospective classroom teachers. During the next two weeks, the prospective teachers were given training on mathematical modeling by the researcher. After the training, three warm-up problems and three application activities were applied to the prospective classroom teachers in order to form a basis for mathematical modeling. In the last stage of the application, a final interview form for mathematical modeling was applied to teacher candidates. The data obtained from the preliminary and final interview forms were analyzed using the descriptive analysis technique. Pre-service teachers' mathematical modeling performances in warm-up problems and practice activities were determined using the "scoring key for measuring mathematical modeling performance". Scores for mathematical modeling



were determined by two coders. Agreement between coders was analyzed using the Kappa statistical technique.

As a result of the analysis, it was seen that there was a significant degree of agreement between the coders. As a result of the research, it was seen that the views of the prospective teachers towards mathematical modeling changed positively and as the activities carried out throughout the application increased, the prospective teachers achieved positive developments in their mathematical modeling competencies. However, it has been observed that some teacher candidates continue to have some deficiencies, especially in creating the correct mathematical model that will be valid for solving the given problem. Suggestions were made in the light of the results obtained from the research.

**Key Words:** Model, mathematical modeling, teacher candidates

## LİSE FEN VE MATEMATİK GRUBU ÖĞRETMENLERİNİN OKUL DIŞI ÖĞRENMEYİ DÜZENLEME DURUMLARININ İNCELENMESİ

**Melike ZEYTİNLİ ÜNAL**

Demirci Ortaokulu, Milli Eğitim Bakanlığı, Trabzon, Türkiye

**ORCID ID:** 0000-0001-5711-5157

**Ali İhsan BENZER**

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Hatay, Türkiye

**ORCID ID:** 0000-0002-5032-7058

**Suat ÜNAL**

Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Trabzon, Türkiye

**ORCID ID:** 0000-0002-0495-8385

### ÖZET

Bu araştırmanın amacı, liselerde görev yapan fen ve matematik alanındaki öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumlarını incelemektir. Bu amaçla veri toplama aracı olarak “Okul Dışı Öğrenmeyi Düzenleme Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek 29 madde içermekte olup; “bilgi”, “planlama”, “uygulama” ve “değerlendirme” olmak üzere dört alt boyuttan oluşmaktadır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcıları Trabzon ilindeki liselerde görev yapan toplam 139 fizik, kimya, biyoloji ve matematik öğretmenidir. Verilerin analizi için betimsel istatistik, t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Elde edilen veriler, cinsiyet, branş, hizmet yılı, eğitim düzeyi, mezun olunan fakülte türü ve okul dışı öğrenme ortamı düzenleme konusunda deneyimli olma değişkenleri açısından incelenmiştir. Ölçeğin hem genelinden hem de alt boyutlarından alınan ortalama puanlar analiz edildiğinde; katılımcı öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme açısından “Çok Katılıyorum (yüksek)” düzeyinde bir algıya sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca değişkenlere göre yapılan analizler sonucunda; sadece okul dışı öğrenme ortamı düzenleme konusunda önceden deneyimli olma bakımından ölçek puanlarında anlamlı farklılık olduğu; bunun dışında cinsiyet, branş, hizmet yılı, eğitim düzeyi ve mezun olunan fakülte türü değişkenleri açısından katılımcıların hem toplam hem de alt boyutlardaki puanları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara ve sonuçlara dayalı olarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Okul Dışı Öğrenme, Okul Dışı Öğrenmeyi Düzenleme, Lise Fen ve Matematik Grubu Öğretmenleri

## INVESTIGATION OF HIGH SCHOOL SCIENCE AND MATHEMATICS TEACHERS' PERCEPTIONS ON REGULATING OUT-OF-SCHOOL LEARNING ENVIRONMENTS

### ABSTRACT

The purpose of this research is to examine the perception of science and mathematics teachers working in high schools to regulate out-of-school learning environments. For this purpose, "Out-of-School Learning Regulation Scale" was used as a data collection tool. The scale contains 29 items and consists of four sub-dimensions: "information", "planning", "implementation" and "evaluation". The correlational survey model, one of the quantitative research methods, was used in the study. The participants of the study are a total of 139 physics, chemistry, biology, and mathematics teachers working in high schools in Trabzon province. Descriptive statistics, t test and one-way analysis of variance (ANOVA) were used to analyze the data. The data obtained were examined in terms of variables such as gender, branch, years of service, education level, type of faculty graduated from and experience in organizing out-of-school learning. When the average scores of both the general and sub-dimensions of the scale are analyzed; it was determined that the participating teachers had a "I agree very much (high)" level of perception in terms of regulating out-of-school learning environments. Additionally, as a result of the analysis made according to the variables; there was a significant difference in scores only in terms of previous experience in organizing an out-of-school learning environment. Apart from this, it was determined that there was no significant difference between the participants' scores in both the total and sub-dimensions in terms of variables such as gender, branch, years of service, education level and type of faculty graduated from. At the end, some suggestions were made based on the findings and results of the study.

**Keywords:** Out-of-School Learning, Regulating Out-of-School Learning, High School Science and Mathematics Teachers

### 1. GİRİŞ

Öğrenmenin sadece okulda bir plan ve program eşliğinde yürütülen bir süreç olduğu düşünülmektedir. Halbuki yaşamımız boyu öğrendiğimiz bilgilerin büyük çoğunluğunu okul dışında öğrenirken, geriye kalan daha az bir kısmını okulda öğreniriz. Yaşam süresince öğrenilen bilgilerin büyük bölümünü kapsayan okul dışı öğrenmelerde; öğrenme alanlarının çeşitliliği, sosyal etkileşim ve yaparak-yaşayarak öğrenme öne çıkmaktadır (Bell vd., 2009). Okul dışı öğrenmelerin okulda gerçekleşen öğrenme süreçlerini önemli ölçüde etkilediği ve

desteklediği bilinmektedir (Luehmann, 2009). Bu bakımdan okul dışı öğrenme ortamlarına son yıllarda özel bir vurgu yapılmaktadır.

Okul dışı öğrenme öğrencilerin karmaşık konuları daha kolay anlamasında oldukça etkilidir. Bu yüzden özellikle matematik ve fen bilimleri gibi derslerde okul dışı öğrenme ortamlarının bir tamamlayıcı olarak kullanılması önem taşımaktadır (Karademir ve Erten 2013). Bu ortamlar öğrenmenin kolaylaştırıldığı, tüm duyuların kullanılmasının sağlandığı ve uzman kişilerle çalışma fırsatının olduğu yerlerdir. Okul dışı öğrenmede temel özellik olarak öğrenci merkeze alınır. Daha çok deneyimlere dayalıdır. Okul dışı öğrenme ortamları sayesinde öğrenciler gerçek yaşamla iç içe olur, birçok uyarıcı üzerinde çalışarak veya gözlem yaparak deneyimler kazanırlar. Deneyimler üzerine kurulu okul dışı öğrenme ortamları öğrencilerin derslerde öğrendikleri teorik bilgilerin işe yaramaz ve durağan olmadıklarını, günlük hayatın içinde var olduklarını ve işlevsel olduklarını fark etmelerini sağlar (Ertaş vd., 2011).

Okul dışı öğrenme ortamlarının daha birçok avantajı bulunmaktadır. Öğrenmeyi eğlenceli hale getirerek, öğrenmeye ve derse karşı motivasyonu olumlu etkiler. Farklı şekillerde öğrenen, bireysel farklılıkları olan öğrencilere, öğrenme ortamında çeşitlilik sağlanmış olur. Okul ortamında gerektiği ölçüde gelişme gösteremeyen bazı öğrenciler için okul dışı eğitim ortamları etkili olabilmektedir (Çalikoğlu, 2014). Fakat bu kadar avantaja rağmen öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları konusunda endişeli oldukları bilinmektedir (Tatar ve Bağrıyanık, 2012). Bu duruma iki önemli faktörün sebep olduğu söylenebilir. İlk sebep; çoğu öğretmenin formal eğitim anlayışına sahip olması, okul dışı öğrenme ortamları konusunda deneyimsiz olması ve bu nedenle de okul dışı öğrenme ortamlarını derslerine nasıl entegre edebilecekleri konusunda yardıma ihtiyaç duymalarıdır (Faria ve Chagas, 2012). Diğer önemli sebep ise okul dışı öğrenme ortamlarıyla ilgili olumsuz bir ön yargıya sahip olmaları, okul dışı öğrenme deneyimlerinin öğrencilerin akademik gelişimine katkı sağlamayacağını düşünmeleridir (Stern vd., 2012).

İlgili literatürde Avrupa'da eğitim sürecinde okul dışı öğrenme ortamlarına önem verildiği ancak ülkemiz için bu durumun pek de böyle olmadığı ifade edilmektedir. Fakat son yıllarda ülkemizde de okul dışı öğrenme ortamlarına olan ilginin giderek arttığı görülmektedir. Bunun bir göstergesi olarak ülkemizde bilim sanat merkezlerinin ve müzelerin sayısındaki artışlar gösterilebilir. Ayrıca yeni öğretim programlarında öğretmenleri ve velileri okul dışı öğrenme ortamlarını kullanmaları konusunda teşvik edici yönerge ve açıklamalara yer verilmektedir (MEB, 2018).

Okul dışı öğrenme ortamları gelişigüzel değil, belirli bir plan ve program doğrultusunda eğitim-öğretim süreci içerisinde kullanılmalıdır. Okul dışı öğrenme ortamları okul programlarını destekleyecek şekilde planlanmaz ve gerçekleştirilmez ise öğrenmeye pek de katkı sağlamayacaktır (Remmen ve Frøyland, 2017). Bu bakımdan okul dışı öğrenme ortamlarının dezavantajlı olabileceği, öğretmenlerin bu tür etkinlikleri iyi planlamaları gerektiği, eğer iyi bir planlama yapmazlarsa sıradan bir geziden daha öteye gidemeyeceği ifade edilmektedir (Üner, 2019).

Fen (fizik, kimya, biyoloji) ve matematik dersleri çok sayıda soyut kavram içermekte, bu nedenle öğretim esnasında somutlaştırma gerektirmektedir. Bu bağlamda fen (fizik, kimya, biyoloji) bilimlerinin ve matematiğin öğretiminde okul dışı öğrenme ortamlarının büyük önem taşıdığı söylenebilir. Bu araştırmanın amacı, lise fen (fizik, kimya ve biyoloji) ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumlarını çeşitli değişkenler açısından incelemektir. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın temel problem cümlesi: *“Lise fen (fizik, kimya ve biyoloji) ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları nasıldır?”* şeklindedir. Bu temel problem kapsamında aşağıdaki alt problemler cevap aranmıştır:

1. Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları nasıldır?
2. Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları cinsiyete göre nasıl farklılaşmaktadır?
3. Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları branşa göre nasıl farklılaşmaktadır?
4. Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları hizmet yılına göre nasıl farklılaşmaktadır?
5. Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları eğitim düzeylerine göre nasıl farklılaşmaktadır?
6. Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları mezun olunan fakülte türüne göre nasıl farklılaşmaktadır?
7. Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları okul dışı öğrenme ortamı düzenleme konusunda deneyimli olma durumlarına göre nasıl farklılaşmaktadır?

## 2. YÖNTEM

Bu çalışma, lise düzeyinde görev yapan fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenmeyi düzenleme durumlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Nicel yaklaşımın kullanıldığı bu çalışmada, araştırmanın amacına ve doğasına uygun olarak çoklu tarama modellerinden biri olan ilişkisel tarama deseni kullanılmıştır. İlişkisel tarama çalışmalarında iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişki mevcut haliyle tanımlanmaya çalışılır (Büyüköztürk vd., 2020).

Çalışmaya, Trabzon ilinde Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı ortaöğretim kurumlarında fen (fizik, kimya ve biyoloji) ve matematik branşlarında çalışan toplam 139 öğretmen katılmıştır. Çalışmaya katılan öğretmenlerin özelliklerine ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmektedir.

**Tablo 1.** Katılımcı öğretmenlerin demografik özellikleri

Değişkenler	Kategori	N	%
Cinsiyet	Kadın	75	54
	Erkek	64	46
Branş	Matematik	33	24
	Fizik	35	25
	Biyoloji	34	24
	Kimya	37	27
	0-5 Yıl	22	16
Hizmet Yılı	6-10 Yıl	25	18
	11-15 Yıl	23	17
	16-20 Yıl	21	15
	21-25 Yıl	23	17
Eğitim Düzeyi	26 Yıl ve üzeri	25	18
	Lisans	106	76
	Lisansüstü	33	24
Mezuniyet	Eğitim Fakültesi	101	73
	Fen Edebiyat Fakültesi	38	27
Okul dışı eğitim deneyimi	Hayır	50	36
	Evet	89	64

Tablo 1'de görüldüğü gibi, çalışmaya katılan öğretmenlerin 75'i (% 54) kadın; 64'ü (% 46) ise erkektir. Katılımcı öğretmenlerin 33'ü (%24) Matematik; 35'i (%25) Fizik, 34'ü (%24) Biyoloji; 37'si (%27) Kimya öğretmenidir. Katılımcıların 89'u (%64) okul dışı eğitim ile ilgili deneyimi olduğunu; 50'si (%36) ise okul dışı eğitim ile ilgili herhangi deneyimi olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmanın verileri Bolat ve Köroğlu (2020)'nin geliştirdiği “Okul Dışı Öğrenmeyi Düzenleme Ölçeği” kullanılarak toplanmıştır. Ölçek, “bilgi”, “planlama”, “uygulama” ve “değerlendirme” olarak dört faktörden oluşmaktadır. “Bilgi” alt boyutunda 8 madde (1-8. maddeler), “Planlama” alt boyutunda 8 madde (9-16. Maddeler), “Uygulama” alt boyutunda

6 madde (17-22. Maddeler) ve “Değerlendirme” alt boyutunda 7 madde (23-29. Maddeler) olmak üzere ölçekte toplam 29 madde yer almaktadır ve 5’li likert tipindedir. Maddeler “1- Hiç Katılmıyorum”, “2- Az Katılıyorum”, “3-Orta Düzeyde Katılıyorum”, “4- Çok Katılıyorum”, “5- Tamamen Katılıyorum” olarak puanlanmaktadır. Öğretmenlerin ölçekten alabilecekleri en düşük puan 29, en yüksek puan ise 145’tir. Ölçeğin Cronbach Alpha değerlerinin 0,87 olduğu, alt boyutlar için ise 0.73 ile 0.86 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir (Bolat ve Köroğlu, 2020). Buna göre ölçeğin hem alt boyutlar hem de genel itibarıyla güvenilir olduğu söylenebilir.

Çalışmada, öğretmenlerin okul dışı öğrenmeyi düzenleme durumlarının; cinsiyet, branş, hizmet yılı, eğitim düzeyi, mezun olunan fakülte türü ve okul dışı öğrenme ortamı düzenleme konusunda deneyimli olma değişkenleriyle olan ilişkisi değerlendirilmiştir. Çalışmanın verileri SPSS 22.0 programıyla analiz edilmiştir. Analize başlamadan, eldeki veriler için hangi analiz tekniklerinin kullanılacağını belirlemek amacıyla normallik testleri yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Ölçeğin geneline ve alt boyutlarına ilişkin normallik değerleri

Ölçek ve alt boyutlar	Analiz	Değer	Ss
Bilgi boyutu	Basıklık	,064	,408
	Çarpıklık	-,833	,206
Planlama boyutu	Basıklık	-,202	,408
	Çarpıklık	-,627	,206
Uygulama boyutu	Basıklık	-,208	,408
	Çarpıklık	-,650	,206
Değerlendirme boyutu	Basıklık	-,149	,408
	Çarpıklık	-,516	,206
Genel ortalama	Basıklık	,746	,408
	Çarpıklık	-,763	,206

Normallik testlerinde çarpıklık ve basıklık değerlerinin +1.00 ve -1.00 arasında olması beklenmektedir (Can, 2013). Yapılan normallik testi sonucunda Tablo 2’den görüldüğü gibi tüm değişkenlere ait verilerin normal dağılım gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Verilerin analizinde betimsel istatistik, bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır.



### 3. BULGULAR

Araştırmanın temel amacı; lise fen (fizik, kimya ve biyoloji) ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesidir. Çalışmanın alt problemlerine yönelik olarak elde edilen bulgular sırasıyla sunulmaktadır.

Araştırmanın ilk alt problemi; *"Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları nasıldır?"* şeklindedir. Bu probleme cevap bulabilmek hesaplanan betimsel istatistik sonuçları Tablo 3'te verilmektedir.

**Tablo 3.** Ölçekten ve alt boyutlarından alınan puanlara ilişkin betimsel istatistik sonuçları

Ölçek ve alt boyutlar	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>Ss</i>
Bilgi boyutu	139	3,94	,921
Planlama boyutu	139	3,89	,943
Uygulama boyutu	139	3,98	,934
Değerlendirme boyutu	139	3,91	,969
Genel ortalama	139	3,93	,830

Tablo 3'ten de görüldüğü gibi; hem genel hem de alt boyutlardan alınan ortalama puanlar değerlendirildiğinde katılımcı öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme açısından "Çok Katılıyorum (yüksek)" düzeyinde bir algıya sahip oldukları tespit edilmiştir (5-1=4/5=0,80; 1,00-1,80: çok düşük; 1,81-2,60: düşük; 2,61-3,40: orta; 3,41-4,20: yüksek; 4,21-5,00: çok yüksek).

Araştırmanın ikinci alt problemi; *"Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları cinsiyete göre nasıl farklılaşmaktadır?"* şeklindedir. Bu probleme cevap bulabilmek için bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4'te verilmektedir.

**Tablo 4.** Katılımcıların cinsiyetleri ile ölçekten ve alt boyutlarından aldıkları puanlara ilişkin bulgular

Ölçek ve alt boyutlar	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
Bilgi boyutu	Kadın	75	3,97	,86	137	,373	,710
	Erkek	64	3,91	,98			
Planlama boyutu	Kadın	75	3,99	,88	137	1,303	,195
	Erkek	64	3,78	,99			
Uygulama boyutu	Kadın	75	4,04	,90	137	,741	,460
	Erkek	64	3,92	,97			
Değerlendirme boyutu	Kadın	75	3,98	,90	137	,894	,373
	Erkek	64	3,83	1,03			
Genel ortalama	Kadın	75	3,99	,76	137	,954	,342
	Erkek	64	3,86	,89			

Tablo 4'ten görüldüğü gibi öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme ölçeğinden ve alt boyutlarından aldıkları puanlar cinsiyet değişkeni bakımından anlamlı farklılık göstermemektedir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi; “Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları branşa göre nasıl farklılaşmaktadır?” şeklindedir. Bu probleme cevap bulabilmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 5’te verilmektedir.

**Tablo 5.** Katılımcıların branşları ile ölçekten ve alt boyutlarından aldıkları puanlara ilişkin bulgular

Ölçek ve alt boyutlar	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Bilgi boyutu	Gruplar arası	,516	3	,172	,199	,897
	Gruplar içi	116,632	135	,864		
	Toplam	117,147	138			
Planlama boyutu	Gruplar arası	,334	3	,111	,123	,947
	Gruplar içi	122,538	135	,908		
	Toplam	122,872	138			
Uygulama boyutu	Gruplar arası	,727	3	,242	,273	,845
	Gruplar içi	119,743	135	,887		
	Toplam	120,469	138			
Değerlendirme boyutu	Gruplar arası	,833	3	,278	,291	,832
	Gruplar içi	128,869	135	,955		
	Toplam	129,702	138			
Genel ortalama	Gruplar arası	,203	3	,068	,096	,962
	Gruplar içi	94,957	135	,703		
	Toplam	95,160	138			

Tablo 5’te görüldüğü gibi öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme ölçeğinden ve alt boyutlarından aldıkları puanlar branş değişkeni bakımından anlamlı farklılık göstermemektedir.

Araştırmanın dördüncü alt problemi; “*Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları hizmet yılına göre nasıl farklılaşmaktadır?*” şeklindedir. Bu probleme cevap bulabilmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 6’da verilmektedir.

**Tablo 6.** Katılımcıların hizmet yılı ile ölçekten ve alt boyutlarından aldıkları puanlara ilişkin bulgular

Ölçek ve alt boyutlar	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Bilgi boyutu	Gruplar arası	1,909	5	,382	,441	,819
	Gruplar içi	115,238	133	,866		
	Toplam	117,147	138			
Planlama boyutu	Gruplar arası	2,893	5	,579	,641	,668
	Gruplar içi	119,979	133	,902		
	Toplam	122,872	138			
Uygulama boyutu	Gruplar arası	2,948	5	,590	,667	,649
	Gruplar içi	117,522	133	,884		
	Toplam	120,469	138			
Değerlendirme boyutu	Gruplar arası	3,166	5	,633	,666	,650
	Gruplar içi	126,535	133	,951		
	Toplam	129,702	138			
Genel ortalama	Gruplar arası	1,306	5	,261	,370	,868
	Gruplar içi	93,854	133	,706		
	Toplam	95,160	138			

Tablo 6’dan görüldüğü gibi öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme ölçeğinden ve alt boyutlarından aldıkları puanlar hizmet yılı değişkeni bakımından anlamlı farklılık göstermemektedir.

Araştırmanın beşinci alt problemi; “*Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları eğitim düzeylerine göre nasıl farklılaşmaktadır?*” şeklindedir. Bu probleme cevap bulabilmek için bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 7’de verilmektedir.

**Tablo 7.** Katılımcıların eğitim düzeyleri ile ölçekten ve alt boyutlarından aldıkları puanlara ilişkin bulgular

Ölçek ve alt boyutlar	Eğitim Düzeyi	n	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p																																												
Bilgi boyutu	Lisans	106	3,94	,90	137	-,035	,972																																												
	Lisansüstü	33	3,95	1,00				Planlama boyutu	Lisans	106	3,87	,90	137	-,422	,674	Lisansüstü	33	3,95	1,05	Uygulama boyutu	Lisans	106	3,97	,90	137	-,313	,755	Lisansüstü	33	4,03	1,02	Değerlendirme boyutu	Lisans	106	3,85	,92	137	-1,313	,191	Lisansüstü	33	4,10	1,08	Genel ortalama	Lisans	106	3,90	,80	137	-,589	,557
Planlama boyutu	Lisans	106	3,87	,90	137	-,422	,674																																												
	Lisansüstü	33	3,95	1,05				Uygulama boyutu	Lisans	106	3,97	,90	137	-,313	,755	Lisansüstü	33	4,03	1,02	Değerlendirme boyutu	Lisans	106	3,85	,92	137	-1,313	,191	Lisansüstü	33	4,10	1,08	Genel ortalama	Lisans	106	3,90	,80	137	-,589	,557	Lisansüstü	33	4,00	,91								
Uygulama boyutu	Lisans	106	3,97	,90	137	-,313	,755																																												
	Lisansüstü	33	4,03	1,02				Değerlendirme boyutu	Lisans	106	3,85	,92	137	-1,313	,191	Lisansüstü	33	4,10	1,08	Genel ortalama	Lisans	106	3,90	,80	137	-,589	,557	Lisansüstü	33	4,00	,91																				
Değerlendirme boyutu	Lisans	106	3,85	,92	137	-1,313	,191																																												
	Lisansüstü	33	4,10	1,08				Genel ortalama	Lisans	106	3,90	,80	137	-,589	,557	Lisansüstü	33	4,00	,91																																
Genel ortalama	Lisans	106	3,90	,80	137	-,589	,557																																												
	Lisansüstü	33	4,00	,91																																															

Tablo 7’den görüldüğü gibi öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme ölçeğinden ve alt boyutlarından aldıkları puanlar eğitim düzeyi değişkeni bakımından anlamlı farklılık göstermemektedir.

Araştırmanın altıncı alt problemi; “*Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları mezun olunan fakülte türüne göre nasıl farklılaşmaktadır?*” şeklindedir. Bu probleme cevap bulabilmek için bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 8’de verilmektedir.

**Tablo 8.** Katılımcıların mezun oldukları fakülte türü ile ölçekten ve alt boyutlarından aldıkları puanlara ilişkin bulgular

Ölçek ve alt boyutlar	Mezun Olunan Fakülte Türü	n	$\bar{X}$	ss	sd	t	p																																												
Bilgi boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,95	,92	137	,018	,986																																												
	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,94	,93				Planlama boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,90	,93	137	,245	,807	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,86	,98	Uygulama boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,95	,91	137	-,718	,474	Fen Edebiyat Fakülte	38	4,07	,98	Değerlendirme boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,92	,95	137	,259	,796	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,87	1,01	Genel ortalama	Eğitim Fakültesi	101	3,93	,80	137	-,011	,992
Planlama boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,90	,93	137	,245	,807																																												
	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,86	,98				Uygulama boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,95	,91	137	-,718	,474	Fen Edebiyat Fakülte	38	4,07	,98	Değerlendirme boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,92	,95	137	,259	,796	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,87	1,01	Genel ortalama	Eğitim Fakültesi	101	3,93	,80	137	-,011	,992	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,93	,89								
Uygulama boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,95	,91	137	-,718	,474																																												
	Fen Edebiyat Fakülte	38	4,07	,98				Değerlendirme boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,92	,95	137	,259	,796	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,87	1,01	Genel ortalama	Eğitim Fakültesi	101	3,93	,80	137	-,011	,992	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,93	,89																				
Değerlendirme boyutu	Eğitim Fakültesi	101	3,92	,95	137	,259	,796																																												
	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,87	1,01				Genel ortalama	Eğitim Fakültesi	101	3,93	,80	137	-,011	,992	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,93	,89																																
Genel ortalama	Eğitim Fakültesi	101	3,93	,80	137	-,011	,992																																												
	Fen Edebiyat Fakülte	38	3,93	,89																																															

Tablo 8’den görüldüğü gibi öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme ölçeğinden ve alt boyutlarından aldıkları puanlar mezun olunan fakülte türü değişkeni bakımından anlamlı farklılık göstermemektedir.

Araştırmanın son alt problemi; “*Lise fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları okul dışı öğrenme ortamı düzenleme konusunda deneyimli olma değişkenine göre nasıl farklılaşmaktadır?*” şeklindedir. Bu probleme cevap bulabilmek için bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 9’da verilmektedir.

**Tablo 9.** Katılımcıların okul dışı öğrenme ortamı düzenleme konusunda deneyimli olma durumları ile göre ölçekten ve alt boyutlarından aldıkları puanlara ilişkin bulgular

Ölçek ve alt boyutlar	Deneyim	n	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p																																												
Bilgi boyutu	Hayır	50	3,70	1,06	137	-2,386	,018																																												
	Evet	89	4,08	,80				Planlama boyutu	Hayır	50	3,61	1,06	137	-2,720	,007	Evet	89	4,05	,83	Uygulama boyutu	Hayır	50	3,72	1,03	137	-2,563	,011	Evet	89	4,13	,84	Değerlendirme boyutu	Hayır	50	3,63	1,05	137	-2,603	,010	Evet	89	4,07	,88	Genel ortalama	Hayır	50	3,66	,97	137	-2,933	,004
Planlama boyutu	Hayır	50	3,61	1,06	137	-2,720	,007																																												
	Evet	89	4,05	,83				Uygulama boyutu	Hayır	50	3,72	1,03	137	-2,563	,011	Evet	89	4,13	,84	Değerlendirme boyutu	Hayır	50	3,63	1,05	137	-2,603	,010	Evet	89	4,07	,88	Genel ortalama	Hayır	50	3,66	,97	137	-2,933	,004	Evet	89	4,08	,69								
Uygulama boyutu	Hayır	50	3,72	1,03	137	-2,563	,011																																												
	Evet	89	4,13	,84				Değerlendirme boyutu	Hayır	50	3,63	1,05	137	-2,603	,010	Evet	89	4,07	,88	Genel ortalama	Hayır	50	3,66	,97	137	-2,933	,004	Evet	89	4,08	,69																				
Değerlendirme boyutu	Hayır	50	3,63	1,05	137	-2,603	,010																																												
	Evet	89	4,07	,88				Genel ortalama	Hayır	50	3,66	,97	137	-2,933	,004	Evet	89	4,08	,69																																
Genel ortalama	Hayır	50	3,66	,97	137	-2,933	,004																																												
	Evet	89	4,08	,69																																															

Tablo 9’dan görüldüğü gibi öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme ölçeğinden ve alt boyutlarından aldıkları puanlar daha önce okul dışı öğrenme ortamı düzenlemiş olma değişkeni bakımından anlamlı farklılık göstermektedir.

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, liselerde görev yapan fen ve matematik alanındaki öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme durumları; cinsiyet, branş, hizmet yılı, eğitim düzeyi, mezun olunan fakülte türü ve okul dışı öğrenme ortamı düzenleme konusunda deneyimli olma değişkenleri açısından incelenmiştir.

Ölçeğin hem genelinden hem de alt boyutlarından alınan puanlar dikkate alındığında; fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme algılarının “Çok Katılıyorum (yüksek)” düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum liselerde görev yapan fen ve matematik grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenmenin bilgi, planlama, uygulama ve

değerlendirme boyutlarında kendilerini yeterli hissettikleri sonucuna işaret etmektedir. Benzer sonuç Ustabulut (2021) tarafından da rapor edilmiş; Türkçe öğretmen adaylarının okul dışı öğrenmenin değerlendirme, planlama, uygulama ve bilgi boyutlarında kendilerini özyeterli gördükleri belirlenmiştir. Buna karşın literatürde farklı sonuçlara ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Duman (2022) öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme ölçeğinde genel itibariyle, “Uygulama” ve “Değerlendirme” alt boyutlarında “iyi/yüksek” düzeyde olduklarını, ancak “Planlama” ve “Bilgi” alt boyutlarında “Orta” düzeyde olduklarını rapor etmiştir. Bozpolat ve Alem (2022) çalışmalarında planlama, bilgi, değerlendirme alt boyutlarında ve ölçeğin tümünde ortaokul öğretmenlerinin “*Orta Düzeyde Katılıyorum*” düzeyinde, uygulama alt boyutunda ise “*Çok Katılıyorum*” düzeyinde algıya sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Yapılan analizler sonucunda katılımcıların okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme ölçeğinin genelindeki ve alt boyutlarındaki ortalama puanlarında cinsiyet, branş, hizmet yılı, eğitim düzeyi ve mezun olunan fakülte türü değişkenleri açısından anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle; liselerde görev yapan fen ve matematik grubu öğretmenlerinin cinsiyetlerinin, branşlarının, hizmet yıllarının, eğitim düzeylerinin ve mezun oldukları fakülte türünün onların okul dışı öğrenmeyi düzenleme algılarında bir farklılık yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Cinsiyet bakımından bu çalışmayla benzer sonuçlara Bezzekci (2020), Bolat ve Köroğlu (2022), Bozpolat ve Alem (2022), Cirit Gül vd. (2023) ve Ustabulut (2021) tarafından da ulaşılmış; ölçeğin genelindeki ve alt boyutlarındaki puanlarda cinsiyet bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna karşın literatürde farklı sonuçlara ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Duman (2022) örneklemdaki öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme ölçeği genel puanlarında, “uygulama” ve “değerlendirme” alt boyutlarında aldıkları puanlarda erkekler lehine anlamlı farklılık olduğunu rapor etmiştir.

Branş bakımından bu çalışmayla benzer sonuçlara Bolat ve Köroğlu (2022) ve Cirit Gül vd. (2023) tarafından da ulaşılmıştır. Buna karşın literatürde farklı sonuçlara ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Bezzekci (2020) çalışmasında eğitim yöneticilerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme algılarının branşlarına göre farklılık gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

Hizmet yılı bakımından bu çalışmayla benzer sonuçlara Duman (2022), Bezzekci (2020) ve Bozpolat ve Alem (2022) tarafından yapılan çalışmalarda da ulaşılmıştır. Duman (2022) sınıf öğretmenlerinin, Bezzekci (2020) eğitim yöneticilerinin ve Bozpolat ve Alem (2022) ise

ortaokul öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme ölçeğinden ve alt boyutlarından aldıkları puanların kıdeme (hizmet yılına) göre istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşmışlardır. İlgili literatürde hizmet yılı açısından farklı sonuçlara ulaşan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Eğitim düzeyi bakımından bu çalışmayla benzer sonuçlara literatürdeki farklı çalışmalarda da rastlanılmıştır. Duman (2022) sınıf öğretmenlerinin, Bezzekci (2020) ise eğitim yöneticilerinin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme ölçeğinden aldıkları puanların eğitim düzeyine göre değişmediğini rapor etmişlerdir. İlişkili literatür incelendiğinde sadece Bozpolat ve Alem (2022)'in çalışmasında farklı bir sonuç ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada katılımcıların okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme ölçeğinin “uygulama”, “bilgi”, “planlama” alt boyutlarından ve ölçeğin tümünden aldıkları puanların eğitim düzeyi değişkenine göre anlamlı farklılık göstermediği, “değerlendirme” alt boyutunda lisansüstü mezunu öğretmenler lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Mezun olunan fakülte türü değişkeni açısından bu çalışmayla benzer sonuç Bozpolat ve Alem (2022) tarafından yapılan çalışmada da ortaya çıkmıştır. Gerek eğitim fakültesi gerekse diğer fakültelerden mezun olmuş ortaokul öğretmenlerinin hem ölçeğin tümünden hem de tüm alt boyutlarından almış oldukları ortalama puanların mezun olunan fakülte türüne göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir. Literatürde mezun olunan fakülte türü ile okul dışı öğrenme ortamı düzenleme algısı arasındaki ilişkiye odaklanan başka bir çalışmanın yapılmamış olduğu görülmüştür.

Araştırmada katılımcı öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme ölçeğinden aldıkları puanların anlamlı farklılık gösterdiği tek değişkenin; “*okul dışı öğrenme ortamları düzenleme konusunda deneyimli olma*” değişkeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre; katılımcı öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme ölçeğinin tümünden ve alt boyutlarından aldıkları ortalama puanlar kıyaslandığında, daha önce okul dışı öğrenme ortamı düzenleme konusunda deneyimli olan öğretmenler lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Konu hakkında sahip oldukları bilgi ve deneyim, katılımcı öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme algılarını anlamlı düzeyde etkilemiş olabilir. Bu sonuçla uyumlu olarak Dillon ve diğerleri (2006) çalışmalarında okul dışı öğrenmeyi etkileyen faktörlerden birinin, bu ortamlar hakkında önceden bilgi ve deneyim sahibi olmak olduğunu ifade etmişler, konu hakkında ön bilgi ve deneyim sahibinin okul dışı öğrenme ortamları düzenleme bakımından olumlu farklılaşmaya sebep olduğunu rapor etmişlerdir.

Çalışmadan ortaya çıkan sonuçlara dayalı olarak şu önerilerde bulunulabilir:



- Öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenleme konusunda bilgi ve becerilerini arttırmaya yönelik çeşitli çalışmalar, hizmet içi eğitimler, seminerler, çalıştaylar vb. etkinlikler yapılabilir.
- Farklı branşlardaki öğretmenlerin okul dışı öğrenme etkinliklerini derslerine nasıl entegre edebilecekleri ve ne tür etkinlikler kullanabilecekleri konularında kılavuz kitaplar hazırlanabilir ve bunlar öğretmenlerin kullanımına sunulabilir.
- Öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını derslerinde daha fazla ve etkili kullanmaları için il ve ilçe milli eğitim müdürlükleri veya okul yönetimleri tarafından teşvik edici uygulamalar yapılabilir.
- Okul dışı öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin fen ve matematik başarısı üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik deneysel araştırmalar yürütülebilir.

## KAYNAKÇA

- Bell, P., Lewenstein, B., S., Andrew W. & Feder Michael A. (2009). *Learning science in informal environments: People, places and pursuits*. Washington: National Academies Press.
- Bezzekci, S. (2020). Okul dışı öğrenme ortamlarına ilişkin eğitim yöneticilerinin algıları, (Merkezefendi ve Sarayköy ilçe örneği). (Tezsiz yüksek lisans projesi). Denizli, Pamukkale Üniversitesi.
- Bolat, Y. & Köroğlu, M. (2020). Out-of-school learning and scale of regulating out-of-school learning: Validity and reliability study, *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 5(13), 1630-1663.
- Bolat, Y. & Köroğlu, M. (2022). Türkçe ve Türk dili edebiyatı öğretiminde okul dışı öğrenmenin farklı değişkenlerle incelenmesi: öğretmenler üzerine bir araştırma. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, 31, 94-107.
- Bozpolat, E., & Alem, F. (2022). Ortaokul Öğretmenlerinin Okul Dışı Öğrenmeyi Düzenlemeye İlişkin Algılarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(36), 1368-1397.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2020). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. (29. Baskı). Pegem Akademi.
- Can, A. (2013). SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Cirit Gül, A. Tağrikulu, P., & Omca Çobanoğlu, E. (2023). Öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını düzenlemeye ilişkin yeterliliklerinin incelenmesi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 1462-1499.
- Çalıkoglu, B., S. (2014). Üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin derinlik ve karmaşıklığa göre farklılaştırılmış fen öğretiminin başarı, bilimsel süreç becerileri ve tutuma etkisi. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dillon J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School Science Review*, 87(320), 107-111.

- Duman, M. (2022). Sınıf Öğretmenlerinin Okul Dışı Öğrenme Ortamlarına Yönelik Algıları. (Tezsiz Yüksek Lisans Projesi). Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Ertaş, H., Şen, A. İ., & Parmaksızoğlu, A. (2011). Okul dışı bilimsel etkinliklerin 9. sınıf öğrencilerinin enerji konusunu günlük hayatla ilişkilendirme düzeyine etkisi. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi [EFMED], 5(2), 178-198.
- Faria, C. & Chagas, I. (2012). School-visit to a science centre: student interaction with exhibits and the relevance of teachers' behaviour. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 582-594.
- Karademir, E. & Erten, S. (2013). Determining the factors that affect the objectives of preservice science teachers to perform outdoor science activities. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(4), 270-293.
- Luehmann A. (2009). Students' perspectives of a science enrichment programme: Out of school inquiry as access, *International Journal of Science Education*, 31(13), 1831-1855.
- MEB (2018) Güçlü yarınlar için 2023 eğitim vizyonu. Erişim tarihi: 07.12.2023. Erişim adresi: [https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023\\_E%C4%9Fitim%20Vizyonu.pdf](https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023_E%C4%9Fitim%20Vizyonu.pdf)
- Remmen, K.B. & Frøyland, M. (2017). "Utvidet klasserom"- Et verktøy for å designe uteundervisning i naturfag. *NorDiNa*, 13(2), 218-229.
- Stern J., M. Wright M., E. and Powell R., B. 2012. Motivating participation in national park service curriculum - based education programs. *Visitor Studies*, 15(1), 28-47.
- Tatar, N., & Bağrıyanık, K. E. (2012). Fen ve Teknoloji dersi öğretmenlerinin okul dışı eğitime yönelik görüşleri. *İlköğretim Online*, 11(4), 883-896
- Ustabulut, M. Y. (2021). Türkçe öğretmeni adaylarının okul dışı öğrenme ile ilgili görüşleri. *Mavi Atlas*, 9(1), 232-249.
- Üner, S. (2019). Fen grubu öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik kaygı düzeyi değerlendirme ölçeği çalışması. (Yüksek Lisans tezi), Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

## 9. SINIF KİMYA DERS KİTABININ ANAHTAR YETKİNLİKLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

**Melike ZEYTİNLİ ÜNAL**

Demirci Ortaokulu, Milli Eğitim Bakanlığı, Trabzon, Türkiye

**ORCID ID:** 0000-0001-5711-5157

**Ali İhsan BENZER**

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Hatay, Türkiye

**ORCID ID:** 0000-0002-5032-7058

**Suat ÜNAL**

Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Trabzon, Türkiye

**ORCID ID:** 0000-0002-0495-8385

### ÖZET

Bu araştırmanın amacı, seçilen bir 9. sınıf kimya ders kitabını öğretim programlarında yer alan anahtar yetkinlikler açısından analiz etmektir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın veri kaynağı, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı liselerde 9. sınıf düzeyinde okutulan ve rasgele belirlenen bir kimya ders kitabıdır. Verilerin analizi için betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Ders kitabı, Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ) tarafından oluşturulan ve öğretim programlarında da yer alan sekiz anahtar yetkinliğe göre incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yetkinliklerin, ders kitabında dengeli bir dağılım göstermediği, genel olarak “matematikselsel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler” ve “sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler” kategorilerine daha fazla yer verildiği görülmüşken; “dijital yetkinlik”, “inisiyatif alma ve girişimcilik yetkinliği”, “kültürel farkındalık ve ifade yetkinliği” ile “yabancı dillerde iletişim yetkinliği” kategorilerine daha az yer verildiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, ders kitaplarının hazırlanmasında anahtar yetkinliklerin dağılımına dikkat edilmesi ve her bir yetkinliğe yer verilmesine özen gösterilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Anahtar Yetkinlikler, Kimya Ders Kitabı, Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi

## REVIEW OF THE 9TH GRADE CHEMISTRY TEXTBOOK IN TERMS OF KEY COMPETENCIES

### ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze a selected 9th grade chemistry textbook in terms of the key competencies included in the curricula. Document analysis method, one of the qualitative research methods, was used in the research. The data source of the research is a randomly determined chemistry textbook approved by the Ministry of National Education to be taught at the 9th grade levels in high schools in the 2023-2024 academic year. Descriptive analysis method was used to analyze the data. The textbook was examined according to eight key competencies created by the Turkish Qualifications Framework (TQF) and included in the curricula. According to the research results, it was concluded that the key competencies did not show a balanced distribution in the textbook. While the examined 9th grade chemistry textbook included more expressions regarding the categories of "mathematical competence and basic competences in science/technology" and "social and citizenship-related competences", it was determined that the expressions regarding the categories of "digital competence", "initiative and entrepreneurial competence", "cultural awareness and expression competence" and "communication competence in foreign languages" were included less frequently. Considering the results obtained, it is recommended that attention should be paid to the distribution of key competencies in the preparation of textbooks and care should be taken to include each competency.

**Keywords:** Key Competencies, Chemistry Textbook, Turkish Qualifications Framework

### 1. GİRİŞ

Günümüzde her alanda hızlı bir değişim yaşanmaktadır ve toplumsal hayatın etkin bir parçası olabilmek için bireylerin bu değişime ayak uydurmaları gerekmektedir (Marzano ve Heflebower, 2011). Toplumsal hayata ayak uydurabilmek için bireylerin bazı beceri ve niteliklere sahip olmaları gerekmektedir. Bu gerçek geçmişten bu yana değişmeye de bireylerin sahip olmaları gereken beceriler zamana bağlı olarak değişebilmektedir (Rotherdam ve Willingham, 2010). Okuma, yazma, aritmetik, üst düzey düşünme, teknoloji kullanma gibi beceriler geçmişten bugüne hep bahsedilse de bu becerilerin içerik ve yapılarında farklılaşma olmaktadır. Bu kritik becerilere temel düzeyde sahip olmak, bireyin hem öğrencilik yaşamında hem de toplumsal yaşamında birçok avantaj elde etmesine olanak tanır. Bu bağlamda bahsedilen becerilerin öğrencilere kazandırılması, onları hayata daha iyi hazırlamak açısından önem taşımaktadır (Rotherdam ve Willingham, 2010). 21. yüzyıl becerileri olarak

da adlandırılan bu becerilerin öğrencilere kazandırılmasının, öğrencilerin akademik başarısını da olumlu etkilediği bilinmektedir (Soh vd., 2010).

Bilgiye olan değer arttığı bu çağda, eleştirel düşünme, üretkenlik, yaratıcılık, esneklik, çözüm odaklılık ve yansıtıcı düşünme gibi beceriler kritik öneme sahiptir (Binkley vd., 2012). Dahası bu çağda, çeşitli teknolojik araçları farklı amaçlarla etkili bir şekilde kullanabilme ihtiyacı da giderek artmıştır. Bilgi çağı olarak adlandırılan bu çağda hayat boyu öğrenme ve öğrenmeyi öğrenme becerileri ön plana çıkmıştır. Bu beceriler düşünüldüğünde, bilgi çağında duyuşsal niteliklerin de önemli olduğu söylenebilir. Bazı kaynaklar 21. yüzyıl becerilerini sadece dijital yeteneklerle sınırladırsa da aslında bu beceriler çok daha geniş bir yelpazeye yayılmaktadır (Van Laar vd., 2017).

21. Yüzyılda bireylerin başarılı olabilmesi için teknolojik araçlardan yararlanabilmeden etkili sosyal ilişkiler kurabilmeye kadar geniş bir yelpazede farklı becerilere sahip olmaları gerekmektedir (Saavedra ve Opfer, 2012). Bu durum, eğitim sürecini de derinden etkileyerek birçok ülkede eğitim sisteminde yapı ve işleyiş bakımından ciddi değişikliklerin yapılmasına yol açmıştır (DuFour ve DuFour, 2010). Ülkemiz de dahil olmak üzere birçok ülkede öğretim programlarının 21. yüzyıla uygun hale getirilmesi gerekliliği oluşmuştur. Ülkemiz bu değişime ayak uyduran ülkelerden biridir ve 2018 yılı öğretim programları 21. yüzyıl becerilerini temel alan Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ) dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi, ülkemizin ulusal yeterlilik çerçevesini oluşturan ve Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ) ile uyumlu bir şekilde tasarlanan belgedir. Bu belge, ilk, orta, lise ve yükseköğretim de dahil olmak üzere genel ve mesleki eğitim programları ile diğer öğrenme ortamlarında kazanılan tüm yeterlilik esaslarını tanımlar. TYÇ, Bakanlar Kurulu kararıyla 19/11/2015 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Eğitim sisteminin amacı, öğrencileri hayata hazırlamak ve onları çağın gerektirdiği bilişsel, duyuşsal ve psikomotor niteliklerle donatarak uluslararası boyutta rekabet edebilen bireyler olarak yetiştirmektir (MEB, 2018). Bu bağlamda eğitim sisteminin en önemli unsuru olan öğretim programlarının da bu amaca uygun bir şekilde düzenlenmesi gerekir. 2018 yılında yapılan öğretim programları güncellemeleri sonucunda yürürlükteki TYÇ ile uyumlu olarak tüm öğretim programlarına anahtar yetkinliklere yer verilmiştir. Kimya dersi de dahil tüm derslerin öğretim programlarında yer alan anahtar yetkinlikler şunlardır (MEB, 2018):

- 1) Anadilde iletişim
- 2) Yabancı dillerde iletişim
- 3) Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler
- 4) Dijital yetkinlik
- 5) Öğrenmeyi öğrenme
- 6) Sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler
- 7) İnişiyatif alma ve girişimcilik
- 8) Kültürel farkındalık ve ifade

Anahtar yetkinlikler; bilgi toplumunun gerektirdiği, kişilerin sahip olmaları gereken, bireylerin hayat boyu öğrenme kapsamında hem bireysel gelişimlerini hem de etkili ve sorumlu bireyler olarak topluma katılımlarını destekleyen temel bilgi beceri ve yetkinliklerin toplamıdır. Ancak uluslararası çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin hayat boyu öğrenme yeterliliklerinde ciddi eksiklikler olduğu ifade edilmektedir (Yüksel ve Taneri, 2020). Bu bağlamda, hayat boyu öğrenme anahtar yetkinliklerine derslerde ve ders kitaplarında ne ölçüde yer verildiğinin, sistematik bir şekilde belirlenmesi ve buna göre gerekli adımların atılması önem arz etmektedir.

Bu nedenle çalışmada bir 9. sınıf kimya ders kitabının Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi kapsamında hazırlanmış öğretim programlarında yer alan anahtar yetkinlikler açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmanın temel problem cümlesi; “9. sınıf düzeyinde okutulmakta olan bir kimya ders kitabında öğretim programlarında bulunan sekiz anahtar yetkinliğe ne ölçüde yer verilmiştir?” şeklindedir.

## 2. YÖNTEM

Araştırmada, nitel araştırma desenlerinden biri olan doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi, araştırılması düşünülen olgu veya olgular ile ilgili yazılı belgelerin analiz edilmesi anlamına gelmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Araştırmada 9. sınıf kimya ders kitabındaki metinler ve etkinlikler, 2018 Kimya Dersi Öğretim Programı’nda yer alan anahtar yetkinliklere göre incelenmiştir.

Araştırmanın veri kaynağını Talim Terbiye Kurulu tarafından ders kitabı olarak okutulması onaylanmış ve Türkiye’de 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Millî Eğitim Bakanlığına bağlı

liselerde aktif olarak kullanılan ve rasgele olarak belirlenen bir 9. sınıf ders kitabı oluşturmaktadır.

Araştırmada veri analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle göre, veriler, araştırma öncesinde belirlenmiş temalara göre özetlenir ve yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu doğrultuda çalışmanın veri kaynağını oluşturan ders kitabı, 2018 Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan anahtar yetkinlikler açısından analiz edilmiştir. Bu doğrultuda araştırmacılar tarafından sekiz anahtar yetkinliği içeren bir çizelge oluşturulmuştur. İncelenen ders kitabı, oluşturulan çizelge göz önünde bulundurularak iki araştırmacı tarafından bağımsız bir şekilde analiz edilmiş ve araştırmacının güvenilirliği için Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği güvenilirlik formülü kullanılmıştır (Güvenirlilik = Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı). Araştırmanın güvenilirliği için yapılan hesaplama sonucunda katsayı %84 olarak hesaplanmıştır.

### 3. BULGULAR

Araştırmanın temel problemi “*Kimya dersi öğretim programında yer alan anahtar yetkinliklere 9. sınıf düzeyinde okutulmakta olan bir kimya ders kitabında ne ölçüde yer verilmiştir?*” sorusuna yönelik istatistiksel veriler Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Kimya ders kitabındaki anahtar yetkinliklerin dağılımı



Anahtar Yetkinlikler	Sayı
Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler	267
Sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler	55
Anadilde iletişim	15
Öğrenmeyi Öğrenme	13
İnisiyatif alma ve girişimcilik	4
Kültürel farkındalık ve ifade	3
Yabancı dillerde iletişim	3
Dijital yetkinlik	2
Toplam	362

Tablo 1 incelendiğinde “*Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler*” kategorisine en çok yer verildiği görülmektedir. Bunu “*Sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler*” kategorisi izlemektedir. En az yer verilen yetkinliğin ise “*Dijital Yetkinlik*” olduğu görülmüştür. Dijital yetkinliğin yanı sıra, “*inisiyatif alma ve girişimcilik*”, “*kültürel*



*farkındalık ve ifade*” ve *“yabancı dillerde iletişim”* yetkinliklerine de oldukça az yer verildiği tespit edilmiştir.

Ders kitabında anahtar yetkinliklerle ilişkilendirilen ifadelerden birkaçı ve sayfa numaraları örnek olarak aşağıda verilmiştir:

<p>Başta Fransız bilim insanı Antoine Lavoisier (Antuan Lavazir) (Görsel 11.4) olmak üzere pek çok bilim insanı, hava ve gazlarla ilgili yaptıkları deneyler sonucu yanma olayına açıklık getirmişlerdir. 18. yüzyılın sonlarından itibaren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deneylerde terazi ve tartının kullanılması,</li> <li>• Sistematik bilgi birikiminin deneylerde kullanılması,</li> <li>• Teorilerin gözlem ve deney sonuçlarına dayandırılarak doğruluklarının sınanması,</li> <li>• Yapılan çalışmaların kayıt altına alınması, kimya biliminin başlangıcı olarak düşünülebilir.</li> </ul> <p>(Sayfa 15)</p>	 <p>Görsel 11.4: Antoine Lavoisier (Temsili)</p>	<p><i>Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler</i></p>
<p>Ümraniye Hekimbaşı çöplüğünde yıllarca biriken çöp nedeniyle 28 Nisan 1993 tarihinde metan gazının patlaması sonucu meydana gelen faciada 39 kişi hayatını kaybederken 12 kişi de kayboldu. Kaybolan 12 kişi bulunamadı. Bu tür felaketselere karşı çevre konusunda duyarlı olmalı, sorumlu bir vatandaş olarak görevlileri ve yetkili kişileri uyarmalıyız.</p> <p>(Sayfa 187)</p>		<p><i>Sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler</i></p>
<p> <b>Gezelim Görelim</b></p> <p>Yaşadığımız yörede bulunan hastane ya da varsa kimya ile ilgili sanayi kuruluşlarına ilgili makamlardan gerekli izinleri aldıktan sonra bir gezi düzenleyiniz. Bu kuruluşlarda iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili gerekli önlemler alınmış mı? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.</p> <p>(Sayfa 39)</p>		<p><i>Öğrenmeyi öğrenme</i></p> <p><i>İnisiyatif alma ve girişimcilik</i></p> <p><i>Anadilde iletişim</i></p>



Görsel 14.1: Roma soylu sınıfı sakat ve ölü doğumların sebeğini tartışmışlardır. (Temsili)

Roma İmparatorluğu Dönemi'nde Roma soylu sınıfı halktan farklı olmak için yıllarca yemeklerini kurşundan yapılmış kaplarda pişirip yiyorlardı. Roma soylu sınıfındaki sakat ve ölü doğumlar halkla kıyaslandığında göze çarpmak kadar fazlaydı.

Sakat ve ölü doğumların sebeğinin kurşun kaplar olduğunu düşünen soylular, zamanla bu geleneklerini terk ettiler.

(Sayfa 36)

*Kültürel farkındalık ve ifade*



Bunları Biliyor musunuz?

Mol sözcüğü İngilizce "mole" den gelir. "Mole" İngilizcede köstebek anlamına gelir. Köstebek, gözleri görmeyen bir hayvan olup toprak altında yaşar. Toprak altında hareket edebilmek için kendine tüneller açar. Burada ortaya çıkan toprağı yuvanın girişine yığar. İngilizcede aynı zamanda bu toprak yığının da adı moledür (mol = yığın).



Görsel 4.4.10: Köstebek

(Sayfa 171)

*Yabancı dillerde iletişim*



İzleyelim

Kimyasal bağlarla ilgili bilgiler için videoyu izleyebilirsiniz.



(Sayfa 113)

*Dijital yetkinlik*

### 3. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Kimya dersi öğretim programında yer alan anahtar yetkinliklere 9. sınıf düzeyinde okutulmakta olan bir kimya ders kitabında ne ölçüde yer verildiğini belirlemeyi amaçlayan bu araştırmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

İncelenen 9. sınıf kimya ders kitabında tüm yetkinlik alanlarına yönelik ifadelere yer verildiği sonucuna ulaşılmıştır. Bazılarına oldukça sınırlı sayıda, bazılarına ise daha fazla olmak üzere tüm anahtar yetkinliklere incelenen ders kitabında yer verilmesi olumlu bir durumdur. Araştırmaların birçoğunda da benzer sonuç görülmüştür. Örneğin Soysal ve Kurudayıoğlu (2018), Yüksel ve Taneri (2020) ve Kana ve Kiler (2021) tarafından yapılan çalışmalarda incelenen farklı düzeydeki ders kitaplarında tüm anahtar yetkinliklere en azından birer kere yer verildiği anlaşılmıştır. Sadece Maden ve Durmaz'ın (2023) 8. sınıf Türkçe ders kitabını inceledikleri çalışmada farklı sonuca ulaşılmış; yabancı dilde iletişim yetkinliğine dair herhangi bir ifadeye rastlanmamıştır.

İncelenen 9. sınıf kimya ders kitabında en fazla karşılaşılan anahtar yetkinliklerin “*matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler*” ve “*sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler*” kategorilerinde olduğu belirlenmiştir. Farklı branşlardaki ders kitaplarını anahtar yetkinlikler açısından analiz eden daha önceki çalışmalarda bu çalışmadakinden farklı sonuçlarla karşılaşılmıştır. Örneğin; Maden ve Durmaz (2023) 8. sınıf Türkçe ders kitabında “*anadilde iletişim*” ve “*öğrenmeyi öğrenme*”; Soysal ve Kurudayıoğlu (2018) 9. sınıf Türk Dili ve Edebiyatı ders kitabında “*anadilde iletişim*” ve “*kültürel farkındalık ve ifade*”, Kana ve Kiler (2021) ortaokul Türkçe ders kitaplarında, “*anadilde iletişim*” ve “*sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler*” ve Yüksel ve Taneri (2020) Hayat bilgisi ders kitaplarında “*sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler*” ve “*anadilde iletişim*” kategorilerindeki yetkinliklere daha fazla yer verildiğini belirlemişlerdir. Bu ve benzeri çalışmalarda sonuçların farklılaşmasının sebebi ders kitaplarının ait oldukları alanla ilgili olabilir. Türkçe ve Edebiyat derslerinin amacına bağlı olarak Türkçeyi doğru, güzel ve etkili kullanma, iletişim, sosyallik, vatandaşlık, kültürel farkındalık ve ifade gibi yetkinliklerin ön planda olması beklenen bir durumdur. Buna karşın kimya dersinin amaçlarına öğretim programından (MEB, 2018) bakıldığında öğrencilerin;

- Kimya biliminin temel kavramları, ilkeleri, modelleri, teorileri ve yasaları hakkında bilgi sahibi olmaları,
- Kimya biliminin ve insanlığın ortak mirası olan bilimsel bilginin gelişim sürecini ve doğasını, bilimsel bilginin etik değerlere uygun olarak kullanılmasının önemini kavramaları,
- Sosyal, ekonomik, çevresel faktörlerin insan hayatını desteklemek ve korumak için nasıl bir etkileşim içinde olduğunu fark etmeleri ve bu etkileşim içinde kimya biliminin rolünü kavramaları

gibi hedefleri olduğu görülmektedir. Bu nedenle incelenen kimya ders kitabında en fazla vurgulanan yetkinliklerinin “*matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler*” ve “*sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler*” olması beklenen bir sonuçtur.

İncelenen 9. sınıf kimya ders kitabında en az karşılaşılan anahtar yetkinliklerin “*dijital yetkinlik*”, “*inisiyatif alma ve girişimcilik*”, “*kültürel farkındalık ve ifade*” ve “*yabancı dillerde iletişim*” kategorilerinde olduğu belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde “*kültürel farkındalık ve ifade*” yetkinliği dışındaki diğer yetkinliklerle ilgili benzer sonuçlar görülmüştür. Örneğin; Maden ve Durmaz (2023) 8. sınıf Türkçe ders kitabında “*dijital yetkinlik*” ve “*inisiyatif alma ve girişimcilik*” yetkinliklerine çok az yer verildiği, “*yabancı dillerde iletişim*” yetkinliğine ise hiç yer verilmediği bulgusuna ulaşmışlardır. Soysal ve Kurudayıoğlu (2018) 9. sınıf Türk Dili ve Edebiyatı ders kitabında, Yüksel ve Taneri (2020) Hayat bilgisi ders kitaplarında ve Kana ve Kiler (2021) ise ortaokul Türkçe ders kitaplarında, “*dijital yetkinlik*” ve “*inisiyatif alma ve girişimcilik*” ve “*yabancı dillerde iletişim*” yetkinliklerine düşük oranlarda yer verildiği sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, şu önerilerde bulunulabilir.

1. Ders kitaplarının hazırlanmasında anahtar yetkinliklerin dağılımına dikkat edilmelidir.
2. Ders kitaplarında sekiz yetkinliğin tamamına/her birine yer verilmesine özen gösterilmelidir.
3. Bu çalışmada sadece 9. sınıf kimya ders kitabı incelenmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda diğer sınıf düzeylerindeki (10, 11 ve 12) kimya ders kitapları da anahtar yetkinlikler açısından incelenebilir.
4. Kimya dersi öğretim programında ifade edilen “*Bilişim teknolojilerini kullanarak edindikleri bilgileri kimyanın sembolik diline ve bilimsel içeriğe uygun olarak düzenlemeleri, sunmaları, raporlaştırmaları ve paylaşmaları*” amacına uygun olarak kimya ders kitaplarında dijital yetkinliklere daha fazla vurgu yapılabilir.

## KAYNAKÇA

Binkley, M., Erstad, O., Hermna, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M. & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, E. Care & B. McGaw(Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17-66), Dordrecht: Springer.

DuFour, R., & DuFour, R. (2010). The Role of Professional Learning Communities in Advancing 21st Century Skills. In J. A. Bellanca & R. S. Brandt (Eds.), *21st century skills: rethinking how students learn* (pp 77-95). Bloomington: Solution Tree Press.

- Kana, F. & Kiler, B. (2021). Ortaokul Türkçe ders kitaplarının öğretim programındaki anahtar yetkinlikler açısından incelenmesi. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 10(2), 741-755.
- Maden, S. & Durmaz, N. (2023). Türkçe ders kitaplarının anahtar yetkinlikler açısından incelenmesi (8. sınıf örneği). *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 12(3), 1201-1220.
- Marzano, R. J., & Heflebower, T. (2011). *Teaching & assessing 21st century skills*. Bloomington: Solution Tree Press.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expedited sourcebook*. (2nd Edition). California: SAGE Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). Ortaöğretim 9., 10., 11. ve 12. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Rotherham, A. J., & Willingham, D. T. (2010). 21st-century” skills. *American educator*, 17(1), 17-20.
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Learning 21st-century skills requires 21st-century teaching. *Phi Delta Kappan*, 94(2), 8-13.
- Soh, T. M. T., Arsad, N. M., & Osman, K. (2010). The relationship of 21st century skills on students’ attitude and perception towards physics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 7, 546-554.
- Soysal, T. & Kurudayıoğlu, M. (2018). Milli Eğitim Bakanlığı 9. sınıf Türk Dili ve Edebiyatı ders kitabının 2017 programındaki yeterlilikler ve beceriler açısından incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (48), 238-254.
- Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in human behavior*, 72, 577-588.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H., (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yüksel, S., & Taneri, A. (2020). Hayat bilgisi ders kitaplarının anahtar yetkinlikler açısından incelenmesi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 185-209.



## LİSE ÖĞRENCİLERİNİN SANAL RİSK ALGILARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

**Didem ALSANCAK SIRAKAYA**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0003-3201-3001

**Mustafa SIRAKAYA**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0002-7964-4399

### ÖZET

Günlük hayatın rutinleri başta olmak üzere hemen her iş ve işlem dijital ortam ve araçlar vasıtasıyla yapılabilmektedir. E-devlet, e-okul, e-banka, e-ticaret gibi sayılabileceğimiz platformlar sayesinde, bireysel ve kurumsal pek çok iş zaman ve mekan sınırı olmadan kolayca halledilebilmektedir. Bu durum her kesimden bireyin İnterneti çeşitli ihtiyaç ve amaçlarla kullanmasıyla sonuçlanmıştır. İnternetin ve sosyal medyanın bu denli yoğun ve çeşitli amaçlarla kullanımı sayısız avantajlarla birlikte beraberinde bazı olumsuz durumları da getirmektedir. Mesajlaşma uygulamaları, sohbet odaları, sosyal medya platformlarının her türlü bilgi, çoklu medya vb. paylaşımına müsaade etmesi bu teknolojilerin bazı kullanıcılar tarafından rahatsız edici biçimlerde kullanımına neden olmaktadır. Sanal ortamların kontrolsüz ve yaygın kullanımı kullanıcıların İnternet bağımlılığı, sanal zorbalık, sanal kumar, dolandırıcılık gibi risklerle karşı karşıya gelmesine neden olmaktadır. Bu kavramların yanısıra özellikle son dönemlerde araştırmalara konu olan sanal dünya risk algısı kavramı karşımıza çıkmaktadır. Bu araştırmayla lise öğrencilerinin sanal ortamlarda hissettikleri risk algılarını ortaya çıkarmak ve sanal ortam risk algılarının çeşitli demografik özelliklere göre değişip değişmediğini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 91 lise öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak Sanal Dünya Risk Algısı Ölçeği ve Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda katılımcıların sanal dünya risk algılarının akıllı telefonunu arkadaş edinmek için kullanmaya göre anlamlı farklılaşırken oyun oynamak, akademik amaçlar ve alışveriş yapmak amaçlarıyla kullanmaya göre farklılık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte sanal dünya risk algısının cinsiyete, sosyal medya kullanım yılına ve akıllı telefon kullanım yılına göre anlamlı farklılık göstermediği anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sanal Risk Algısı, Lise Öğrencileri, Sosyal Medya.

## INVESTIGATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS' VIRTUAL RISK PERCEPTIONS IN TERMS OF VARIOUS VARIABLES

### ABSTRACT

Almost every job and transaction, especially the routines of daily life, can be done through digital media and tools. Thanks to platforms such as e-government, e-school, e-bank, e-commerce, many individual and corporate tasks can be easily handled without time and space limitations. This has resulted in individuals from all walks of life using the Internet for various needs and purposes. Such intense and diverse use of the internet and social media brings with it numerous advantages but also some negative situations. Messaging applications, chat rooms, social media platforms provide all kinds of information, multi-media, etc. Allowing the sharing of data causes these technologies to be used in disturbing ways by some users. Uncontrolled and widespread use of virtual environments causes users to face risks such as Internet addiction, cyber bullying, virtual gambling and fraud. In addition to these concepts, the concept of virtual world risk perception, which has been the subject of recent research, emerges. This research aims to reveal the risk perceptions felt by high school students in virtual environments and to determine whether virtual environment risk perceptions vary according to various demographic characteristics. The sample of the research consists of 91 high school students. Virtual World Risk Perception Scale and Personal Information Form were used as data collection tools. As a result of the analysis, it was concluded that the virtual world risk perceptions of the participants differ significantly according to using their smart phones to make friends, but do not differ according to using them for playing games, academic purposes and shopping. However, it has been understood that the risk perception of the virtual world does not differ significantly according to gender, social media usage year and smartphone usage year.

**Keywords:** Virtual risk perception, high school students, social media.

### 1. GİRİŞ

Mobil teknolojilerin gelişmesi ve yaygınlaşması İnternet tabanlı uygulamaları hayatımızın vazgeçilmezi durumuna getirmiştir (Mıhçı ve Çakmak, 2017). Günlük hayatın rutinleri başta olmak üzere hemen her iş ve işlem dijital ortam ve araçlar vasıtasıyla yapılabilmektedir (Anklam, 2009; Komito ve Bates, 2009; Lee ve Cho, 2011). E-devlet, e-okul, e-banka, e-ticaret gibi sayabileceğimiz platformlar sayesinde, bireysel ve kurumsal pek çok iş zaman ve mekan sınırı olmadan kolayca halledilebilmektedir. Bu durum her kesimden bireyin İnterneti çeşitli ihtiyaç ve amaçlarla kullanmasıyla sonuçlanmıştır. Tüm dünyada olduğu gibi



ülkemizde de İnternet kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. TÜİK tarafından yapılan Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması da bu durumu ortaya çıkarmıştır. 2023 yılı verilerine göre evden İnternete erişim imkanı olan hanelerin oranı bir önceki yıla göre 1,4 puan artarak %95,5 olmuştur. İnternet kullanım oranına bakıldığında, 2022 yılında %85,0 olan oranın 2023 yılında %87,1'e yükseldiği görülmektedir. Benzer olarak e-devlet hizmetlerinden yararlanma oranının da %73,9 olarak yüksek olduğu görülmektedir. İnternet üzerinden mal veya hizmet satın alma ya da sipariş verme oranı %49,5 olarak hesaplanmıştır.

İnternetin ve sosyal medyanın bu denli yoğun ve çeşitli amaçlarla kullanımı sayısız avantajlarla birlikte beraberinde bazı olumsuz durumları da getirmektedir. Bireyler sınırların esnek olduğu sanal ortamda kendilerini özgür hissederek daha rahat paylaşımlar yapmaktadırlar. Mesajlaşma uygulamaları, sohbet odaları, sosyal medya platformlarının her türlü bilgi, çoklu medya vb. paylaşımına müsaade etmesi bu teknolojilerin bazı kullanıcılar tarafından rahatsız edici biçimlerde kullanımına neden olmaktadır. Sanal ortamlarda takipçi kazanmak, paylaşımların etkileşim sayılarını artırmak gibi amaçlarla bu mecraların farklı amaç ve içeriklerle kullanıldığı görülmektedir. Sanal ortamların kontrolsüz ve yaygın kullanımı kullanıcıların İnternet bağımlılığı, sanal zorbalık, sanal kumar, dolandırıcılık gibi risklerle karşı karşıya gelmesine neden olmaktadır. Bu kavramların yanısıra özellikle son dönemlerde araştırmalara konu olan sanal dünya risk algısı kavramı karşımıza çıkmaktadır. Sanal risk algısı alanyazında daha yeni çalışılmaya başlanmış güncel bir araştırma konusudur. Bu yönüyle araştırma sonucunda elde edilecek verilerin öğretmenler, veliler ve araştırmacılar açısından yön gösterici olması beklenmektedir.

Bu araştırmanın amacı lise öğrencilerinin sanal ortamlarda hissettikleri risk algılarını ortaya çıkarmak ve sanal ortam risk algılarını çeşitli demografik özelliklere göre değişip değişmediğini belirlemektedir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemler irdelenmektedir:

1. Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algıları cinsiyete göre anlamlı değişiklik göstermekte midir?
2. Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algıları akıllı telefon kullanım amaçlarına göre anlamlı değişiklik göstermekte midir?
  - a. Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algıları akıllı telefonunu arkadaş edinmek için kullanmaya göre anlamlı değişiklik göstermekte midir?



Kategori	Sınıflama	f	Ss
Cinsiyet	Kadın	25	22,49
	Erkek	66	21,06
	Toplam	91	
Sosyal medya kullanım yılı	1 yıldan az	4	67,25
	1-3 yıl arası	7	75,29
	4-6 yıl arası	23	68,70
	7-9 yıl arası	28	72,00
	9 yıldan fazla	29	70,38
	Toplam	91	70,69
Akıllı telefon kullanım yılı	1 yıldan az	1	.
	1-3 yıl arası	3	12,85
	3-5 yıl arası	11	17,64
	5-7 yıl arası	33	20,23
	7 yıldan fazla	43	23,89
	Toplam	91	21,48

**Tablo 2.1.** Katılımcıların demografik özelliklere göre dağılımı

### 2.3. Veri Toplama Araçları

**Kişisel Bilgiler Formu:** Katılımcılara ilişkin demografik bilgiler araştırmacılar tarafından geliştirilen Kişisel Bilgiler Formu ile toplanmıştır. Bu formda katılımcıların cinsiyet, akıllı telefon kullanım amaçları, sosyal medya kullanım yılı ve akıllı telefon kullanım yılı hakkında sorular bulunmaktadır.

**Sanal Dünya Risk Algısı Ölçeği:** Arslankara ve Usta (2018) tarafından lise öğrencileri için geliştirilen Sanal Dünya Risk Algısı Ölçeği (SDRA) 26 madde, 5 faktörden oluşmaktadır. Ölçek maddeleri, “Tamamen yansıtıyor”, “Çok yansıtıyor”, “Orta düzeyde yansıtıyor”, “Az yansıtıyor” ve “Hiç yansıtıyor” ifadeleri aracılığıyla bireyin ölçekte yer alan maddelerin kendi algısını ne düzeyde yansıttığını ortaya koyacağı şekilde ölçeklendirilmiştir. Arslankara ve Usta (2018) yaptıkları analizler sonucunda ölçeğin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu belirtmektedir.

### 2.4. Verilerin Analizi

Betimsel istatistikler, ilişkisiz örneklem t-testi ve ilişkisiz örneklem için tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) testleri kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin tespitinde, örneklem sayısı 50’den büyük olduğu için Kolmogorov-Smirnov testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2007). Yapılan test sonucunda normal dağılım değerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ( $p>.05$ ) anlaşılmıştır.

### 3.BULGULAR

#### 3.1. Sanal Dünya Risk Algısının Cinsiyete Göre Değişimi

Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem t-testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Cinsiyet	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Kadın	25	66,64	22.5	89	-1.109	.271
Erkek	66	72,23	21.1			

**Tablo 3.1.** Sanal dünya risk algısının cinsiyete göre değişimi

Tablo 3.1. incelendiğinde kadın öğrencilerin sanal dünya risk algısının ( $\bar{X}= 66.64$ ) erkek öğrencilere göre ( $\bar{X}=72.23$ ) daha düşük olmasına rağmen, aradaki farkın anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır ( $t_{(89)}= -1.109, p>.05$ ). Bu bulgu sanal dünya risk algısı üzerinde cinsiyet değişkeninin anlamlı farklılık yaratmadığı şeklinde yorumlanabilir.

#### 3.2. Sanal Dünya Risk Algısının Akıllı Telefon Kullanma Amaçlarına Göre Değişimi

Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının akıllı telefon kullanma amaçlarına göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem t-testi uygulanmıştır. İlk olarak akıllı telefonunu yeni arkadaşlar edinmek amacıyla kullanıp kullanmama değişkeni incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 3.2’de sunulmuştur.

Arkadaş Edinmek için Kullanım	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Evet	46	77,22	22.7	89	3.062	.003
Hayır	45	64,02	18.1			

**Tablo 3.2.** Sanal dünya risk algısının akıllı telefonunu arkadaş edinmek için kullanmaya göre değişimi

Tablo 3.2. incelendiğinde akıllı telefonunu arkadaş edinmek için kullanan öğrencilerin sanal dünya risk algısının ( $\bar{X}= 77.22$ ) kullanmayan öğrencilere göre ( $\bar{X}=64.02$ ) anlamlı derecede daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır ( $t_{(89)}= 3.062, p<.05$ ). Bu bulgu sanal dünya risk algısı üzerinde akıllı telefonunu arkadaş edinmek için kullanmanın anlamlı farklılığa neden olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının akıllı telefonunu oyun oynamak amacıyla kullanmaya göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem t-testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 3.3’te sunulmuştur.

Oyun Oynamak için Kullanım	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Evet	55	71.91	22.8	89	.666	.507
Hayır	36	68.73	19.6			

**Tablo 3.3** Sanal dünya risk algısının akıllı telefonunu oyun oynamak için kullanmaya göre değişimi

Tablo 3.3 incelendiğinde akıllı telefonunu oyun oynamak için kullanan öğrencilerin sanal dünya risk algısının ( $\bar{X}= 71.91$ ) kullanmayan öğrencilere göre ( $\bar{X}=68.73$ ) daha yüksek olmasına rağmen, aradaki farkın anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır ( $t_{(89)}= .666, p>.05$ ). Bu bulgu sanal dünya risk algısı üzerinde akıllı telefonunu oyun oynamak için kullanma değişkeninin anlamlı farklılık yaratmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının akıllı telefonunu akademik amaçlarla kullanmaya göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem t-testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 3.4'te sunulmuştur.

Akademik Amaçlar için Kullanım	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Evet	83	70.29	21.5	89	-.574	.567
Hayır	8	74.88	22.3			

**Tablo 3.4.** Sanal dünya risk algısının akıllı telefonunu akademik amaçlarla kullanmaya göre değişimi

Tablo 3.4 incelendiğinde akıllı telefonunu akademik amaçlarla kullanan öğrencilerin sanal dünya risk algısının ( $\bar{X}= 70.29$ ) kullanmayan öğrencilere göre ( $\bar{X}=74.88$ ) daha düşük olmasına rağmen, aradaki farkın anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır ( $t_{(89)}= -.574, p>.05$ ). Bu bulgu sanal dünya risk algısı üzerinde akıllı telefonunu akademik amaçlarla kullanma değişkeninin anlamlı farklılık yaratmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının akıllı telefonunu alışveriş yapmak için kullanmaya göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem t-testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 3.5'de sunulmuştur.

Alışveriş Yapmak için Kullanım	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Evet	80	72,00	20,8	89	1.578	.118
Hayır	11	61,18	24,9			

**Tablo 3.5.** Sanal dünya risk algısının akıllı telefonunu alışveriş yapmak için kullanmaya göre değişimi

Tablo 3.5. incelendiğinde akıllı telefonunu alışveriş yapmak için kullanan öğrencilerin sanal dünya risk algısının ( $\bar{X}= 72.00$ ) kullanmayan öğrencilere göre ( $\bar{X}=61.18$ ) daha yüksek olmasına rağmen, aradaki farkın anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır ( $t_{(89)}= 1.578, p>.05$ ). Bu bulgu sanal dünya risk algısı üzerinde akıllı telefonunu alışveriş yapmak için kullanma değişkeninin anlamlı farklılık yaratmadığı şeklinde yorumlanabilir.

### 3.3. Sanal Dünya Risk Algısının Sosyal Medya Kullanım Yılına Göre Değişimi

Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının sosyal medya kullanım yılına göre farklılaşp farklılaşmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem için tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Yapılan ANOVA testi sonuçları Tablo 3.6’da verilmiştir.

Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Anlamlı farklılık
Gruplar Arası	337,509	4	84,377	,176	,950	--
Gruplar İçi	41219,876	86	479,301			
Toplam	41557,385	90				

**Tablo 3.6.** Sanal dünya risk algısının sosyal medya kullanım yılına göre değişimi

Tablo 3.6. incelendiğinde, lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının sosyal medya kullanım yılına göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir ( $F_{(4-86)}= .176; p>.05$ ).

### 3.4. Sanal Dünya Risk Algısının Akıllı Telefon Kullanım Yılına Göre Değişimi

Lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının akıllı telefon kullanım yılına göre farklılaşp farklılaşmadığını belirlemek için ilişkisiz örneklem için tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Yapılan ANOVA testi sonuçları Tablo 3.7’de verilmiştir.

Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Anlamlı farklılık
Gruplar Arası	1020,194	4	255,048	,541	,706	--
Gruplar İçi	40537,191	86	471,363			
Toplam	41557,385	90				

**Tablo 3.7.** Sanal dünya risk algısının akıllı telefon kullanım yılına göre değişimi

Tablo 3.7. incelendiğinde, lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının akıllı telefon kullanım yılına göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir ( $F_{(4-86)}= .541; p>.05$ ).

## 4.SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Araştırmada elde edilen ilk sonuç erkek katılımcıların sanal dünya risk algısının kadın katılımcılara göre daha yüksek olmasına rağmen aradaki farkın anlamlı olmadığı şeklindedir.

Alanyazında sanal dünya risk algısını cinsiyete göre inceleyen tek araştırma olan Arslankara ve Usta (2019) bu durumdan farklı olarak erken katılımcıların sanal dünya risk algılarının kadınlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Çalışmada üzerinde durulan bir diğer araştırma sorusu da lise öğrencilerinin sanal dünya risk algısının akıllı telefon kullanma amaçlarına göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesidir. Bu amaçla yapılan analizler sonucunda, akıllı telefonunu yeni arkadaşlar edinmek amacıyla kullanan öğrencilerin sanal dünya risk algısının kullanmayanlara göre anlamlı derecede yüksek anlaşılmıştır. Bununla birlikte akıllı telefonunu oyun oynamak ve alışveriş yapmak için kullanan öğrencilerin sanal dünya risk algısının bu amaçlarla kullanmayanlara göre daha yüksek olmasına rağmen aradaki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlara ilaveten olarak akıllı telefonunu akademik amaçlar için kullanan öğrencilerin sanal dünya risk algısının kullanmayanlara göre daha düşük olmasına rağmen aradaki farkın anlamlı olmadığı anlaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar farklı örneklemeler üzerinde tekrarlanarak genellenebilirliği hakkında fikir elde edilebilir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular katılımcıların sanal dünya risk algısının sosyal medya kullanım yılına ve akıllı telefon kullanım yılına göre anlamlı farklılık göstermediği şeklindedir. Arslankara ve Usta (2019) ortaokul öğrencileriyle yaptıkları araştırma sonucunda günlük İnternet kullanım süresinin sanal dünya risk algısını anlamlı şekilde değiştirdiğini belirtmektedir.

## KAYNAKÇA

- Anklam, P. (2009). *Ten years of network*. The Learning Organization, 16 (6), 415– 426.
- Arslankara, V. B., & Usta, E. (2018). Development of Virtual World Risk Perception Scale (VWRPS). *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 7 (1) , 111-131.
- Arslankara, V. B., & Usta, E. (2019). Ortaokul öğrencilerinin sanal risk algılarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 1(1), 24-40.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Fraenkel, J. R. ve Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Komito, L. & Bates, J. (2009): Virtually local: social media and community among Polish nationals in Dublin. *Aslib Proceedings: New Information Perspectives*, 61 (3), 232–244.
- Lee, S., & Cho, M. (2011), Social media use in a mobile broadband environment: examination of determinants of twitter and facebook use. *Mobile Marketing Association, IJMM, Winter, Vol. 6, No. 2*.
- Mihçı, P., & Çakmak, E. K. (2017). Öğrenci siber sağlık ölçekleri geliştirme çalışması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 457-491.
- TÜİK. (2023). Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması, 2023. 10.11.2023 tarihinde [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-\(BT\)-Kullanim-Arastirmasi-2023-49407](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-Kullanim-Arastirmasi-2023-49407) adresinden erişilmiştir.



## ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Didem ALSANCAK SIRAKAYA**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0003-3201-3001

**Mustafa SIRAKAYA**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0002-7964-4399

### ÖZET

21. yüzyıl bireylerinin sadece teknolojiyi kullanan değil aynı zamanda teknoloji üretebilen nitelikte bireyler olmaları beklenmektedir. Bu bağlamda günümüz öğrencilerin sahip olması gereken önemli bir nitelik olarak bilgi işlemsel düşünme becerisi karşımıza çıkmaktadır. Bilgi işlemsel düşünme becerisinin tanımlanmasında araştırmacıların farklı bakış açılarına sahip oldukları görülmektedir. Bununla birlikte tanımlamaların çoğunda yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirlikçi olma, eleştirel düşünme, problem çözme, soyutlama ve iletişim gibi kavramlara yer verildiği görülmektedir. Bu araştırmayla ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini elverişli örnekleme yöntemiyle ulaşılan 199 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ve Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır. Verilerin analizinde parametrik testlerden ilişkisiz örneklemler t-testi ve ilişkisiz örneklemler için tek faktörlü varyans analizi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermezken, öğrenim görülen sınıfa göre anlamlı şekilde değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca bilgi işlemsel düşünme becerisinin teknolojik cihaz (bilgisayar / tablet / akıllı telefon) sahibi olmaya ve teknolojik cihaz kullanım deneyimine göre anlamlı farklılık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte günlük teknolojik cihaz kullanım süresine göre bilgi işlemsel düşünme becerisinin anlamlı değişim gösterdiği araştırma sonucunda belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların öğrencilere bilgi işlemsel düşünme becerisinin kazandırılması ve geliştirilmesi konusunda eğitimci ve araştırmacılara yol gösterici olması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bilgi İşlemsel Düşünme, Ortaokul Öğrencileri, Demografik

## EVALUATION OF COMPUTATIONAL THINKING SKILLS OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS

### ABSTRACT

Individuals of the 21st century are expected to be individuals who not only use technology but also produce technology. In this context, computational thinking skills emerge as an important quality that today's students must have. It is seen that researchers have different perspectives in defining computational thinking skills. However, it is seen that most of the definitions include concepts such as creativity, algorithmic thinking, collaboration, critical thinking, problem solving, abstraction and communication. This research aimed to examine the computational thinking skills of secondary school students in terms of various variables. The sample of the research consists of 199 secondary school students reached by convenient sampling method. Computational Thinking Scale and Personal Information Form were used as data collection tools. In the analysis of the data, parametric tests such as unrelated samples t-test and single-factor variance analysis for unrelated samples were used. As a result of the analysis, it was determined that while the computational thinking skills of the students did not differ significantly according to gender, they varied significantly according to the grade of study. In addition, it was concluded that computational thinking skills did not differ significantly according to ownership of a technological device (computer / tablet / smartphone) and experience of using technological devices. In addition, it was determined as a result of the research that computational thinking skills showed significant changes according to the duration of daily technological device use. It is expected that the results obtained will guide educators and researchers in teaching and developing computational thinking skills in students.

**Keywords:** Computational Thinking, Secondary School Students, Demographics

### 1. GİRİŞ

Günümüzde yaş ayrımı olmaksızın her bireyin temel bilgisayar becerilerine sahip olması beklenmektedir (Wing, 2014). Benzer bir konuya dikkat çeken Sáez-López, Román-González ve Vázquez-CanoLopez (2016) 21. yüzyıl bireylerinin sadece teknolojiyi kullanan değil aynı zamanda teknoloji üretebilen nitelikte olmaları gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin sahip olması beklenen önemli bir nitelik olarak bilgi işlemsel düşünme becerisi karşımıza çıkmaktadır. Uzun yıllar boyunca sadece bilgisayar bilimcilerinin sahip olması gereken bir beceri gibi algılanmasına rağmen Wing (2006) bilgi işlemsel düşünmeyi herkesin sahip olması gereken bir beceri olarak tanımlamıştır. Hsu, Chang, & Hung (2018) bilgi

işlemsel düşünmeyi günlük hayatımızda sahip olmamız gereken evrensel bir beceri olarak ele almaktadır.

Araştırmacıların bilgi işlemsel düşünme becerisini tanımlama konusunda yollara başvurdukları görülmektedir. Korkmaz, Çakır ve Özden (2017) bilgi işlemsel düşünmeyi oluşturan kavram ve uygulamaların bilgisayar bilimlerinin temel kavramlarına dayandığına dikkat çekmiş ve bilgi işlemsel düşünme becerisinin yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirlikçi olma, eleştirel düşünme, problem çözme ve iletişim becerilerini kapsadığını belirtmektedir. Benzer bir açıdan yaklaşan Sengupta, Kinnebrew, Basu, Biswas ve Clark (2013) ise bilgi işlemsel düşünmenin bilgisayar bilimlerinin temel konu ve kavramlarını kullandığını vurgulamaktadır. Kalelioğlu, Gülbahar ve Kukul, (2016) bilgi işlemsel düşünmenin en çok kabul gören 3 bileşenini soyutlama, algoritmik düşünme ve problem çözme olarak belirlemiştir. Aho (2012) ise bilgi işlemsel düşünmeyi problemleri bilgi işlemsel adımlar ve algoritmalarla çözülebilecek şekilde formüle etmek olarak tanımlamıştır. Görüldüğü üzere bilgi işlemsel düşünme becerisinin tanımlanmasında benzer ifadeler yer almakla birlikte net bir görüş birliği ortaya çıkmamıştır. Ancak gerek eğitimciler gerekse araştırmacılar bilgi işlemsel düşünme becerisinin önemi ve öğrencilere kazandırılması konusunda hemfikirdirler (Barr ve Stephenson, 2011; Shute ve Asbell-Clarke, 2017). Bunun bir sonucu olarak çok sayıda ülke eğitim müfredatlarını bilgi işlemsel düşünme becerisini kazandıracak biçimde güncellemektedir (Angeli & Valanides, 2019; Hsu et al., 2018). Alanyazında yürütülen araştırmalara göz atıldığında bilgi işlemsel düşünme becerisinin geliştirilmesi için farklı yöntem ve araçların tercih edildiği görülmektedir. Bilgisayarsız etkinlikler (Takaoka, Fukushima, Hirose ve Hasegawa, 2014), blok tabanlı programlama (Kalelioğlu, 2015; Yünkül vd., 2017; Oluk ve Korkmaz, 2016), metin tabanlı programlama, robotik setleri (Karaahmetoğlu ve Korkmaz, 2019) gibi farklı yöntemler bilgi işlemsel düşünme becerisinin geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında teknolojik araçların sıklığı dikkati çekmektedir. Bu araştırmayla ortaokul öğrencilerinin teknoloji kullanımlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerisinin anlamlı farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere yanıt aranacaktır:

- Ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
- Ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrenim gördükleri sınıfa göre anlamlı farklılık göstermekte midir?

- Ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri teknolojik cihaz (bilgisayar / tablet / akıllı telefon) göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
- Ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri günlük teknolojik cihaz kullanım sürelerine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
- Ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri teknolojik cihaz kullanım deneyimlerine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Araştırma Deseni

Araştırmada tarama modelinden yararlanılmıştır. Tarama araştırmaları bir konu veya olayla ilgili düşünce, tutum, yetenek gibi özelliklerin belirlenmeye çalışıldığı araştırmalar olarak tanımlanmaktadır (Fraenkel ve Wallen, 2006). Genellikle diğer araştırma türlerine nazaran daha büyük örneklem gruplarıyla yürütülen tarama araştırmalarında amaç, araştırılan durumun olduğu şekliyle ortaya çıkarılmasıdır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Ö., Karadeniz ve Demirel, 2008).

### 2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcıları 199 ortaokul öğrencisinden oluşmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde elverişli örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Elverişli örnekleme araştırmacının maliyet, zaman, emek, erişebilirlik açısından daha kolay ulaşabileceği yanıtlayıcılardan başlayarak, hedefindeki örneklem sayısına ulaşmaya çalıştığı bir örnekleme yöntemidir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2008).

### 2.3. Veri Toplama Araçları

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği: Araştırmada ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini belirlemek için Korkmaz, Çakır ve Özden (2015a) tarafından geliştirilen ölçek kullanılmıştır. Toplam 22 maddeden oluşan ölçek 5 faktör altında toplanmaktadır. Ölçeğin güvenilirliğinin belirlenmesi için yapılan analizler sonucunda Cronbach Alpha katsayısı .809 olarak hesaplanmıştır. Cronbach Alpha katsayısı alt faktörlerde yaratıcılık .640; algoritmik düşünme .762; işbirliklilik .811; eleştirel düşünme .714; problem çözme .867 olarak hesaplanmıştır. Korkmaz vd. (2015) doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ölçek modelinin uyum indekslerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır [ $\chi^2(195, N=241)=448,11628, p<.01, CMIN/DF=2,298 RMSEA=.074, S-RMR=.078, GFI=.89, AGFI=.84, CFI=.91, NNFI=.91, IFI=.90$ ).

Kişisel Bilgi Formu: Katılımcıların cinsiyet, öğrenim görülen sınıf, teknolojik cihaz sahibi olma, günlük teknolojik cihaz kullanım süresi ve teknolojik cihaz kullanım deneyimini belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlanan Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır.

#### 2.4. Verilerin Analizi

Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesinde, örneklem sayısı 50'den büyük olduğu için Kolmogorov-Smirnov testi (Büyüköztürk, 2007) ve Q-Q Plot grafiklerinin incelenmesi yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan test sonucunda normal dağılım değerinin istatistiksel olarak anlamlı olmaması ( $p>.05$ ) ve grafik incelemesi verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin analizinde betimsel istatistiklerle birlikte parametrik testlerden ilişkisiz örneklem t-testi ve ilişkisiz örneklem için tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. ANOVA testi sonucunda farklılığın hangi gruplardan kaynakladığının belirlenmesinde, Levene testi (grupların varyans homejenliği) dikkate alınmıştır. Bütün değişkenlerde varyans homojen olarak dağıldığından ( $p>.05$ ) LSD testi tercih edilmiştir (Büyüköztürk, 2007).

### 3.BULGULAR

#### 3.1. Cinsiyete İlişkin Bulgular

Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin cinsiyete göre değişip değişmediğini belirlemek için ilişkisiz örneklem için ilişkisiz örneklem t-testi analizi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Cinsiyet	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Kadın	97	78.99	18.97	197	-.324	.746
Erkek	102	79.84	18.95			

**Tablo 3.1.** Bilgi işlemsel düşünme becerisinin cinsiyete göre değişimi

Tablo 3.1 incelendiğinde erkek öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisi toplam puanının ( $\bar{X} = 79.84$ ) kadın öğrencilerin toplam puanlarına göre ( $\bar{X} = 78.99$ ) daha yüksek olmasına rağmen, aradaki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür ( $t_{(197)} = .746, p>.05$ ).

#### 3.2.Öğrenim Görülen Sınıfa İlişkin Bulgular

Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrenim görülen sınıfa göre değişip değişmediğini belirlemek için ilişkisiz örneklem için tek faktörlü varyans analizi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Değişken	Kod	Sınıf	N	$\bar{X}$	S	
Öğrenim görülen sınıf	A	5.sınıf	36	93,47	15,030	
	B	6. sınıf	59	77,53	20,031	
	C	7. sınıf	23	74,74	15,360	
	D	8. sınıf	81	75,90	16,820	
		Toplam	199	79,43	18,509	
Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Anlamlı farklılık
Gruplar Arası	8827,365	3	2942,455	9,725	,000	A-B A-C A-D
Gruplar İçi	59003,329	195	302,581			
Toplam	67830,693	198				

**Tablo 3.2** Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Öğrenim Görülen Sınıfa Göre Değişimi

Tablo 3.2 incelendiğinde, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisi toplam puanlarının öğrenim görülen sınıfa göre anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir ( $F_{(3-195)} = 9,73$ ;  $p < ,01$ ). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonucunda 5. sınıf öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerisi toplam puanlarının, 6.sınıf, 7.sınıf ve 8. sınıfta öğrenim gören öğrencilere göre anlamlı derecede yüksek olduğu anlaşılmıştır.

### 3.3. Teknolojik Cihaza Sahip Olmaya İlişkin Bulgular

Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin teknolojik cihaz (bilgisayar / tablet / akıllı telefon) sahibi olmaya göre değişip değişmediğini belirlemek için ilişkisiz örneklem için t-testi analizi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 3.3’de verilmiştir.

Cinsiyet	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Evet	142	80,63	17,981	196	1,360	,175
Hayır	56	76,66	19,713			

**Tablo 3.3.** Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Mobil Cihaz Sahibi Olmaya Göre Değişimi

Tablo 3.3 incelendiğinde teknolojik cihaz sahibi öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisi toplam puanının ( $\bar{X} = 80,63$ ) olmayan öğrencilerin toplam puanlarına göre ( $\bar{X} = 76,66$ ) daha yüksek olmasına rağmen, aradaki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür ( $t_{(196)} = 1,360$ ,  $p > ,01$ ).

### 3.4. Günlük Teknoloji Kullanım Süresine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin günlük teknolojik cihaz kullanım süresine göre değişip değişmediğini belirlemek için ilişkisiz örneklem için tek faktörlü varyans analizi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 3.4’te verilmiştir.

Değişken	Kod	Günlük Kullanım	N	$\bar{X}$	S	
Günlük teknolojik cihaz kullanım süresi	A	1 saatten az	103	81,53	17,699	
	B	1-4 saat arası	46	80,20	18,247	
	C	4-8 saat arası	29	78,28	16,149	
	D	8 saatten fazla	21	69,00	23,225	
		Toplam		199	79,43	18,509
Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Anlamlı farklılık
Gruplar Arası	2806,030	3	935,343	2,805	,041	A-D B-D
Gruplar İçi	65024,663	195	333,460			
Toplam	67830,693	198				

**Tablo 3.4.** Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Günlük Teknolojik Cihaz Kullanım Süresine Göre Değişimi

Tablo 3.4 incelendiğinde, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisi toplam puanlarının günlük teknolojik cihaz kullanım süresine göre anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir ( $F_{(3-195)} = 2,81$ ;  $p < ,05$ ). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonucunda günlük 8 saatten fazla teknolojik cihaz kullanan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisi toplam puanlarının, günlük 1 saatten az ve 1-4 saat arası kullanan öğrencilere göre anlamlı derecede düşük olduğu anlaşılmıştır.

### 3.5. Teknolojik Cihaz Kullanım Deneyimine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin teknolojik cihaz kullanım deneyimine göre değişip değişmediğini belirlemek için ilişkisiz örneklem için tek faktörlü varyans analizi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir.

Değişken	Kod	Kullanım Deneyimi	N	$\bar{X}$	S	
Günlük teknolojik cihaz kullanım süresi	A	Acemi	12	71,50	21,665	
	B	Orta	86	78,05	18,673	
	C	İleri	69	81,78	14,626	
	D	Uzman	32	81,03	23,487	
		Toplam		199	79,43	18,509
Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Anlamlı farklılık
Gruplar Arası	1383,172	3	461,057	1,353	,258	---
Gruplar İçi	66447,522	195	340,757			
Toplam	67830,693	198				

**Tablo 3.5.** Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Teknolojik Cihaz Kullanım Deneyimine Göre Değişimi



Tablo 3.5 incelendiğinde, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisi toplam puanlarının teknolojik cihaz kullanım deneyimine göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir ( $F_{(3-195)} = 1,35; p > ,05$ ).

## SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin cinsiyete göre farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Alanyazında daha önce yürütülen çok sayıda araştırma sonucunda benzer olarak bilgi işlemsel düşünme becerisinin katılımcıların cinsiyetine göre anlamlı değişiklik göstermediği anlaşılmıştır (Alsancak Sırakaya, 2019; İbili, Günbatır ve Sırakaya, 2020; Korucu, Gencturk ve Gündoğdu, 2017; Korkmaz Çakır, Özden ve Oluk, 2015b; Oluk ve Korkmaz, 2016). Daha kapsamlı analizler yapan Alsancak Sırakaya (2020) ve Yıldız ve Saritepeci (2018) ise yaptıkları araştırma sonuçlarında cinsiyetin bilgi işlemsel düşünme becerisinin anlamlı bir yordayıcısı olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte bilgi işlemsel düşünme becerisinin cinsiyete göre değiştiği sonucuna ulaşan araştırmalar da mevcuttur (Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Roman-Gonzalez vd., 2017).

Araştırmada elde edilen diğer sonuç öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrenim görülen sınıfa göre anlamlı olarak farklılaştığıdır. Analizler 5. sınıf öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin 6.sınıf, 7.sınıf ve 8. sınıfta öğrenim gören öğrencilere göre anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer bir sonuca ulaşan Korkmaz vd. (2015b) sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde gerileme yaşandığına dikkati çekmektedir. Korucu vd. (2017) ve İbili vd. (2020) de bilgi işlemsel düşünme becerisinin sınıfa göre farklılaştığı sonucuna ulaşmıştır.

Teknolojik cihaz sahibi olmanın öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde anlamlı değişikliğe neden olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. İbili vd. (2020) bu sonucu destekler nitelikte olarak bilgisayar sahibi olmanın öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini değiştirmediğini belirtmektedir.

Elde edilen bir başka sonuç öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin günlük teknolojik cihaz kullanım süresine göre anlamlı farklılık gösterdiğidir. Buna göre günlük 8 saatten fazla teknolojik cihaz kullanan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisi, günlük 1 saatten az ve 1-4 saat arası kullanan öğrencilere göre anlamlı derecede daha düşüktür. Ancak bu sonuç yapılan benzer çalışmalarla farklılık göstermektedir. Oluk ve Korkmaz (2016) günlük bilgisayar kullanımına göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin farklılaşmadığını belirtmektedir. Benzer bir sonuca ulaşan Korucu vd. (2017) ortaokul öğrencilerinin haftalık

internet sürelerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde değişikliğe neden olmadığına dikkati çekmektedir. Yıldız Durak ve Sarıtepeci (2018) de öğrencilerin günlük internet kullanım sürelerinin bilgi işlemsel düşünme becerisini etkilemediği sonucuna ulaşmıştır.

Elde edilen son sonuca göre öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri teknolojik cihaz kullanım deneyimine göre anlamlı farklılık göstermemektedir. Alsancak Sırakaya (2020) mobil teknoloji deneyiminin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisini artırabileceği şeklinde bir sonuca ulaşmıştır. Korucu vd. (2017) öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin mobil cihaz deneyimine göre anlamlı farklılık gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

## KAYNAKÇA

- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832–835.
- Alsancak Sırakaya, D. (2019). The effect of programming teaching on computational thinking. *Turkish Journal of Social Research*, 23(2), 575–590.
- Alsancak Sırakaya, D. (2020). Investigating computational thinking skills based on different variables and determining the predictor variables. *Participatory Educational Research*, 7(2), 102-114.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2019). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*, 105, 1-13.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661–670.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?. *Inroads*, 2(1), 48-54.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Fraenkel, J. R. ve Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education (6th ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Hsu, T.-C., Chang, S.-C., & Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296–310.
- İbili, E., Günbatar, M. S., & Sırakaya, M. (2020). Bilgi-işlemsel düşünme becerilerinin incelenmesi: Meslek liseleri örnekleme. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(2), 1067-1078.
- Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code. org. *Computers in Human Behavior*, 52, 200-210.
- Kalelioglu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583
- Karaahmetoğlu, K., & Korkmaz, Ö. (2019). The effect of project-based arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of Basic Stem skill levels. *Participatory Educational Research*, 6(2), 1-14.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2015a). Computational thinking levels scale (ctls) adaptation for secondary school level. *Gazi Journal of Educational Science*, 1(2), 143-162.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the Computational Thinking Scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, M. Y., Oluk, A., & Sarıoğlu, S. (2015b). Investigation of individuals' computational thinking skills in terms of different variables. *Journal of Ondokuz Mayıs University Education Faculty*, 34(2), 68–87.

- Korucu, A., Gencturk, A., & Gundogdu, M. (2017). Examination of the computational thinking skills of students. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 2(1), 11-19.
- Oluk, A. ve Korkmaz, Ö. (2016). Comparing students' Scratch skills with their computational thinking skills in terms of different variables. *I.J. Modern Education and Computer Science*, 11, 1-7.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691.
- Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using "Scratch" in five schools. *Computers & Education*, 97, 129-141.
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.
- Takaoka, E., Fukushima, Y., Hirose, K., & Hasegawa, T. (2014). Learning based on computer science unplugged in computer science education: Design, development, and assessment. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 8(7), 2102-2107.
- Wing, J. (2014). *Computational thinking benefits society*, 40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing, 2014.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35
- Yıldız Durak, H., & Saritepeci, M. (2018). Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Computers & Education*, 116, 191-202.
- Yunkül, E., Durak, G., Çankaya, S. ve Mısırlı, Z.A. (2017). The effects of Scratch software on students' computational thinking skills. *Necatibey Eğitim Fakültesi Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 502-517.

## KURŞUN TOKSİSİTESİNİN AYÇİÇEĞİ (*Helianthus annuus* L.) BİTKİSİNDE NEDEN OLDUĞU GENETİK VE EPİGENETİK DEĞİŞİMLERİN ANALİZİ

**Ekrem BÖLÜKBAŞI**

Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü  
Amasya University, Suluova Vocational School, Department of Environmental Protection  
Technologies

**ORCID ID:** 0000-0003-3828-1226

**Şeyda POLATCI**

Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı  
Amasya University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Biotechnology

**ORCID ID:** 0009-0001-4002-1151

**Mehmet KARAKAŞ**

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü  
Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology

**ORCID ID:** 0000-0001-7994-1011

### ÖZET

Çevre kirliliği, doğal ekosistemleri ve insan sağlığını tehdit eden, çevreye yayılan çeşitli kirleticilerden kaynaklanan karmaşık bir sorundur. Bu kirleticilerin başında da ağır metaller gelmektedir. Ağır metaller, düşük konsantrasyonlarda bile toksik etkilere sahip olabilen veya zehirli olabilen, yüksek yoğunluklu kimyasal elementlerdir. Çevredeki yaygın varlıkları, endüstriyel faaliyetler, madencilik, pestisit uygulamaları, otomotiv emisyonları ve evsel atıkların yayılımına bağlanmaktadır. Kurşun ağır metali, çevrede yaygın olarak bulunan ve toksik etkilere sahip bir ağır metaldir. Yüksek seviyelerde maruz kalma ise daha ciddi semptomlara ve hatta ölüme neden olabilir. Yüksek seviyelerde kurşun maruziyeti ise bitkilerde daha ciddi hasara neden olabilir. Bu hasar, aşağıdakileri içerebilir; Yapraklarda kloroz ve nekroz, sürgün ve kök gelişiminde azalma, ürün kalitesinde azalma gibi olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Bu çalışmada, kurşun ağır metalinin ayçiçeği bitkileri üzerindeki genetik ve epigenetik parametreler açısından toksik etkileri araştırılmıştır. Ayçiçeği tohumları, 3 hafta boyunca farklı kurşun ağır metal çözeltisi konsantrasyonlarına (20, 40, 80, 160, 320, 640, 1280 ppm) maruz bırakılmış ve genomik kalıp stabilitesindeki değişiklikler ile metilasyon modelleri, PCR ve çift restriksiyon enzimi kesim-rastgele amplifikasyon (CRED-RA) teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar kurşun ağır metalinin aspir bitkisinin genomu üzerinde genotoksik etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Kurşun konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak ayçiçeği bitkisinde canlılık oranı azalmıştır. Epigenetik analiz sonucunda, 4 farklı metilasyon modeli gözlemlenmiştir. En yüksek toplam metilasyon oranı 80 ppm konsantrasyonunda % 82,30 ve en düşük 160 ppm konsantrasyonunda % 74,90 oranında tespit edilmiştir. Ayrıca, en yüksek non-metilasyon modeli 160 ppm'de tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, metilasyon desenlerindeki değişikliklerin, kurşun toksisitesine karşı

koruma mekanizması olarak önemli bir mekanizma olarak hizmet edebileceğini göstermektedir. Metilasyon desenlerindeki değişiklikler, ayçiçeği bitkisinin kurşun ağır metal toksisitesine karşı önemli bir koruma mekanizması geliştirdiğini ve ağır metal kirliliğinin tespiti için iyi bir biyobelirteç potansiyeli olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Helianthus annuus*, Ağır metal, Kurşun toksisitesi, Epigenetik, CRED-RA analizi

### **ANALYSIS OF GENETIC AND EPIGENETIC CHANGES CAUSED BY LEAD TOXICITY IN SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.) PLANT**

#### **ABSTRACT**

Environmental pollution is a complex problem caused by a variety of pollutants that are released into the environment, threatening natural ecosystems and human health. Heavy metals are one of the leading pollutants. Heavy metals are high-density chemical elements that can have toxic or even poisonous effects, even at low concentrations. Their widespread presence in the environment is linked to the spread of industrial activities, mining, pesticide applications, automotive emissions, and household waste. Lead is a heavy metal that is commonly found in the environment and has toxic effects. High levels of exposure can lead to more serious symptoms and even death. High levels of lead exposure can also cause more serious damage to plants. This damage can include the following: chlorosis and necrosis on leaves, reduced shoot and root development, and decreased product quality. In this study, the toxic effects of lead heavy metal on sunflower plants in terms of genetic and epigenetic parameters were investigated. Sunflower seeds were exposed to different lead heavy metal solution concentrations (20, 40, 80, 160, 320, 640 and 1280 ppm) for 3 weeks and analyzed using genomic pattern stability changes and methylation patterns, PCR and double restriction enzyme digestion-random amplification (CRED-RA) techniques. The results showed that lead heavy metal has genotoxic effects on the genome of the sunflower plant. The viability rate in the sunflower plant decreased with increasing lead concentration. As a result of the epigenetic analysis, 4 different methylation patterns were observed. The highest total methylation rate was detected at 80 ppm concentration at 82.30 % and the lowest at 160 ppm concentration at 74.90 %. In addition, the highest non-methylation model was detected at 160 ppm. These results suggest that changes in methylation patterns may serve as an important mechanism as a protection mechanism against lead toxicity. Changes in methylation patterns have shown that the sunflower plant has developed an important protective mechanism against lead heavy

metal toxicity and has good potential as a biomarker for the detection of heavy metal pollution.

**Keywords:** *Helianthus annuus*, Heavy metal, Lead toxicity, Epigenetics, CRED-RA assay

## 1. GİRİŞ

Ayçiçeği bitkisi (*Helianthus annuus* L. Asteraceae ailesine aittir), ticari öneme sahip bir yağ bitkisidir ve dünya çapında tarım için ekonomik değere sahiptir (Davis 1985). Ayçiçeği genellikle yıllık olarak yetiştirilir ve ekonomik olarak değerlidir. Tohumları yağ içerir ve beslenme açısından çok önemlidir. Yüksek yağ asidi oranı (~70%), ayçiçeği bitkisinin önemini göstermektedir. Ayrıca, Ayçiçeği tohumları potasyum ve vitamin-E açısından zengin olmasının yanı sıra linoleik asit açısından da önemli bir besin kaynağıdır (Blackmana vd., 2011).

Ayçiçeği, soya fasulyesi, kanola, şaflor, haşhaş, yer fıstığı ve susam gibi önemli ticari yağ bitkileri genellikle kuraklık, düşük sıcaklık, tuzluluk, aşırı su, ultraviyole radyasyon ve ağır metal kirliliği gibi çeşitli abiyotik streslere maruz kalır (Bolukbasi ve Karakaş, 2023). Özellikle metal kirliliği olmak üzere çevresel kirlilik, mikroorganizmalardan bitkilere, hayvanlara ve insanlara kadar birçok organizmayı etkileyen küresel bir çevresel ve sağlık sorunlarından biridir. Hava, su ve toprakta yoğun bir şekilde birikebilen ağır metaller, hızlı bir müdahale gerektiren tehlikeli bir çevresel sorun haline gelmiştir (Yarsan vd., 2000). Topraktaki ağır metal fazlalığı, bitkilerin morfolojik, sitolojik, metabolik ve genomik bütünlüğüne zarar verir (Dash vd., 2020). Ağır metaller, yapılarına özgü çeşitli taşıyıcılar aracılığıyla hücreye alınır. Çeşitli ağır metal redoks reaksiyonlarıyla metabolizmayı etkileyerek organel içinde reaktif oksijen türlerinin oluşmasına neden olurlar (Yalcin vd., 2020).

Bazı bitkiler, hiperakümülatör olarak adlandırılanlar, topraktaki metal konsantrasyonundan 50 ila 500 kat daha fazla metal biriktirebilirler (Clemens, 2006). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), orta derecede ağır metalleri biriktirebilen ancak yüksek miktarda biyokütle üretebilen bitki örnekleri arasında yer alır (*Brassica juncea* L. ve *Zea mays* L. gibi) ve aynı zamanda bir hiperakümülatör bitki olarak tanımlanmıştır (Bolukbasi ve Aras, 2016; Kayakoku ve Dodru, 2020).

Epigenetik, moleküler biyolojinin bir dalıdır ve DNA dizilerindeki değişikliklerden kaynaklanmayan, ancak kalıtsal olan ve nesilden nesile geçebilen gen ifadesi değişikliklerini inceleyen bir alandır. Başka bir deyişle, genetik olmayan çevresel etkilerle meydana gelen kalıtsal fenotipik değişimleri incelemektedir. Bu tür DNA dizilerindeki değişiklikler doğrudan



hücreyi veya organizmayı etkileyebilir, ancak DNA dizisinde bir değişiklik olmaz (Niu vd., 2020).

DNA metilasyonu, DNA'nın 5. karbonuna bir metil grubunun enzimatik olarak eklenmesiyle oluşan, bitkilerde gen ifadesini kontrol etmede önemli bir rol oynayan ve aynı zamanda bitkilerde biyolojik savunmaya da katkıda bulunduğu düşünülen en iyi bilinen ve uygulanan DNA modifikasyon modellerinden biridir (DNA metiltransferaz enzimleri tarafından S-adenozil metiyoninden DNA sitozin kalıntısının 5. pozisyonuna bir metil grubunun transferi) (Shams vd., 2020; Bolukbasi ve Karakaş, 2023).

Birçok bitki, kendi DNA'larını değiştirerek ortaya çıkan ağır metal stresi gibi farklı streslere uyum sağlar, ve bu süreç DNA metilasyonu yoluyla gerçekleşir. DNA metilasyonu, nesilden nesile geçen kalıtsal bir modifikasyondur. Metil grubunu çıkarma yeteneği, orijinal DNA yapısına dönme açısından geri dönüşümlü bir süreçtir. Bu nedenle, DNA metilasyonu, kalıtsal bir mekanizma olup metilasyon desenini belirlemede önemli ve yaygın bir tedavi yöntemidir (Yagci vd., 2019; Aydın vd., 2021).

Genomdaki metilasyon desenlerini belirlemede kullanılan birçok moleküler analiz bulunmaktadır (Leljak vd., 2004). Çift restriksiyon enzimi kesim-rastgele amplifikasyon (CRED-RA) tekniği, bitkilerdeki metilasyon desenlerini belirleme konusunda eski ancak etkili ve geçerli bir tekniktir. CRED-RA tekniğinin DNA metilasyon desenlerini belirlemede başarıyla kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır (Bolukbasi ve Aras, 2016; Taspınar vd., 2017; Arslan, 2019; Shams vd., 2020; Aydın vd., 2021, Bolukbasi ve Karakaş, 2023).

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda kurşun çözeltilerine maruz kalan ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkilerinde, olası metilasyon farklılıkları tespiti için CRED-RA tekniği kullanılarak metilasyon modellemelerinin tespiti yapılmıştır. Bu şekilde, kurşun ağır metalinden kaynaklanan DNA metilasyon desenindeki değişiklikler tespit edilmiştir.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Deneysel Çalışmalar

#### Bitki Örneklerinin Büyümesi ve Kurşun Stresi Uygulamaları

Ayçiçeği tohumları ekilmeden önce, yüzeyleri % 70 alkol ve % 30 sodyum hipoklorit çözeltisi ile sterilize edildi. Sterilize edilen tohumlar ardından distile su ile üç veya dört kez yıkandı. Ayçiçeği tohumlarının çimlenmesi ve büyümesi için steril perlit kullanılarak viyoller düzenlendi. Hazırlanan viyoller sekiz gruba ayrıldı: yedi grup farklı kurşun çözeltileri için ve bir grup kontrol grubu için. Kontrol grubu fideleri sadece 15 ml distile su ile sulandı. Diğer gruplar ise sırasıyla 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1280 ppm kurşun çözeltisi için 15 ml reaksiyon hacmi ile işleme tabi tutuldu. Bu şekilde ayarlanan yetiştirme süreci 21 gün boyunca devam



etti. 21 günün sonunda kontrol grubu ve kurşun çözeltisi ile muamele edilen bitki örnekleri toplandı ve -20 derecede DNA izolasyonu yapılarına kadar saklandı.

### Örneklerden DNA İzolasyonu

Kurşun stresine maruz kalan örneklerden alınan kök parçaları (200 mg), sıvı azot kullanılarak toz haline getirildi. Ardından bu örneklerden DNA izolasyonu gerçekleştirildi. DNA izolasyonu için Lefort'un (Lefort vd., 1998) DNA izolasyon protokolü takip edildi. İzole edilen genomik DNA'ların miktarı ve kalitesi Nanodrop (NanoDrop ND-1000 Spektrofotometre, Thermo Scientific) kullanılarak belirlendi. Daha sonra, % 1.5'lik agaroz (0.05 µl/ml EtBr içeren) jel elektroforezi ile doğrulandı.

### PCR (RAPD) Uygulaması

RAPD-PCR prosedürü, her DNA örneği için toplam 25 µl reaksiyon hacmi ile gerçekleştirildi.

Amplifikasyon koşulları, 200 ng genomik DNA, 1 × reaksiyon tamponu, 3.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 20 µM dNTPs, 0.2 mM primer ve 0.7U Taq DNA polimerazı (Promega) ile optimize edildi ve bu miktarlar PCR karışımı için kullanıldı. RAPD-PCR reaksiyonları için on dört primer kullanıldı (Tablo-1). PCR programı, 95 °C'de 7.5 dakika süren başlangıç denatürasyon adımını içeriyordu, ardından 94 °C'de 90 saniye denatürasyon, 36 °C'de 60 saniye ekleme ve 72 °C'de 120 saniye uzatma. Daha sonra prosedür, 72 °C'de 5 dakikalık bir final uzatma periyodu ile tamamlandı. Negatif kontrol için, her örnekte kontaminasyonu test etmek amacıyla hiçbir DNA kalıbı olmayan karışım test edildi.

**Tablo 2.1.** RAPD-PCR reaksiyonda kullanılan primerlerin sekansları

Primerler	Sekanslar (5'→3')
OPC-01*	TTCGAGCCAG
OPC-02*	GTGAGGCGTC
OPC-04*	CCGCATCTAC
OPC-06*	GAACGGACTC
OPC-07	GTCCCGACGA
OPC-08*	TGGACCGGTG
OPC-09	CTCACCGTCC
OPC-10	TGTCTGGGTG
OPC-11*	AAAGCTGCGG
OPA-08	GTGACGTAGG

\*CRED-RA analizinde kullanılan primerler

### CRED-RA Uygulaması

Metilasyon modellerindeki varyasyonları tespit etmek amacıyla *MspI* ve *HpaII* enzimleri, kontrol ve deneysel gruplar arasındaki örneklerin genomunu kesmek için kullanıldı. Tüm

örnekler için CRED-RA çalışması, 20 µl hacminde gerçekleştirildi. Her bir reaksiyon için yaklaşık 1 µg genomik DNA, 2 µl 10X reaksiyon tamponu ve restriksiyon için 10U enzim kullanıldı. Yukarıdaki bileşenleri içeren mikrosantrifüj tüpleri, 37 °C'lik bir su banyosunda 3 saat boyunca inkübe edildi. 3 saatlik inkübasyonun ardından, reaksiyonu inaktive etmek için örnekler 95 °C'lik bir ısı bloğunda 15 dakika süreyle tutuldu.

### **PCR Bileşenleri ve Koşulları**

Her bir primer için yaklaşık 200 ng kesim ürünü, 2.5 µl reaksiyon buffer (10X), 20 mM dNTPs, 2.5 µl MgCl<sub>2</sub> (0.2 mM) ve her primer için 0.7 U Taq polimerazı kullanıldı. Toplam reaksiyon hacmi 25 µl idi. RAPD primerlerinden 14'ü arasında altı tanesi (Tablo 1'de \* olarak belirtilmiştir), RAPD-PCR'da monomorfik bant profilleri gösterdi. Bu nedenle, bu primerler CRED-RA analizinde kullanıldı. Optimize edilmiş reaksiyonlar için, 96 °C'de 90 saniye süren başlangıç denatürasyon adımı gerçekleştirildi. Ardından, 45 döngü boyunca sırasıyla 95 °C (denatürasyon) 30 saniye, 36 °C (bağlanma) 60 saniye, 72 °C (uzatma) 120 saniye ve 72 °C'de 10 dakika süren bir final uzatma periyodu ile tamamlandı. Ardından örnekler, % 1.6'lık agaroz jel elektroforezi ile doğrulandı. Her bir grup için kontaminasyon olup olmadığını belirlemek için bir negatif kontrol kullanıldı.

### **CRED-RA Veri Analizi**

Kesim reaksiyonları *HpaII* ve *MspI* enzimleri kullanılarak ayrı ayrı gerçekleştirildi. CRED-RA tekniğinin sonuçları, Tablo 2.2'ye göre değerlendirildi. *HpaII* ve *MspI* enzimleri, sitozin metilasyon modelindeki duruma bağlı olarak farklı sindirim yeteneklerine sahiptir. Metilasyon modelleri değerlendirildi ve bant profilleri evet/var (1) ve hayır/yok (0) olarak puanlandı. CRED-RA analizi yapılırken, bantlardan elde edilen puanlar önceki çalışmalara göre değerlendirildi (Liu vd., 2005; Pan vd., 2011; Wang vd., 2011) ve 4 farklı metilasyon modeli belirlendi.

**Tablo 2.2.** *HpaII* ve *MspI* restriksiyon enzimlerinin kesim yeteneklerine göre oluşturulmuş metilasyon tipleri ve modelleri

Tip	Metilasyonun Yeri	<i>HpaII</i>	<i>MspI</i>	Bant profillerinin skorlanması			
				x	y	z	
Tip I	CCGG GGCC	keser	keser	-/1	+/0	+/0	Non-metilasyon
Tip II	<u>CCGG</u> <u>CCGG</u> GGCC GGCC	keser	kesmez	-/1	+/0	-/1	Semi-metilasyon
Tip III	<u>CCGG</u> GGCC	kesmez	keser	-/1	-/1	+/0	Full-metilasyon
Tip IV	<u>CCGG</u> GGCC	kesmez	kesmez	-/1	-/1	-/1	Full-metilasyon

x: PCR ürünü her iki enzim tarafından kesilir yapmadığını ifade eder.  
y: PCR ürünü *HpaII* enzimi tarafından kesilir ifade eder  
z: PCR ürünü *MspI* enzimi tarafından kesilir

(+) kesim olduğunu, (-) ise kesim (1) bant varlığını ve (0) bant yokluğunu

## 2.2. Deneysel Sonuçlar

### RAPD Veri Analizi

Bu çalışmada, RAPD analizlerinin sonuçlarına göre kurşun stresine maruz kalan ayçiçeği örneklerinde önemli bir polimorfizm derecesi gözlemlendi. Bu çalışmada çalışılan 18 RAPD-PCR primerinden 10 tanesinde kontrol grubundan farklı polimorfik DNA bantları tespit edildi. OPC 09 (%58.4), OPC 11 (%52.90), OPC 06 (%52.50) ve OPC 07 (%51.70) primerlerinde önemli polimorfik bant desenleri gösterdi (Tablo 2.3).

**Tablo 2.3.** RAPD-PCR reaksiyonunda kullanılan primerlerin polimorfizm oranları

Primerler	Polimorfizm Oranı (%)
OPC-01	17.4
OPC-02	13.5
OPC-04*	34.6
OPC-06*	52.5
OPC-07*	51.7
OPC-08*	46.9
OPC-09	58.4
OPC-10	38.6
OPC-11*	52.9
OPA-08	47.5

\*CRED-RA analizinde kullanılan primerler

GKS profilleri ile uyumlu olarak elde edilen verilere göre, en yüksek oran 40 ppm Pb konsantrasyonunda % 89.76 olarak gözlemlendi. En düşük oran ise 160 ppm Pb stresinde %79.83 olarak belirlendi (Tablo 2.4).

**Tablo 2.4.** GKS oranlarındaki değişim yüzdesi

Örnekler	GKS oranı (%)
20 ppm	85.33
40 ppm	89.76
80 ppm	81.58
160 ppm	79.83
320 ppm	80.45
640 ppm	81.18
1280 ppm	80.93

### CRED-RA Analizi

Analiz sonuçlarına göre; ağır metallerin, özellikle DNA metilasyon farklılıklarında, epigenetik mekanizmalarda etkili olduğu ve bu durumun ayçiçeği bitkilerinde farklı türlerde metilasyon oluşturarak kurşun ağır metale karşı direnç sağladığı gözlemlenmiştir. CRED-RA analizi sonucunda, farklı kurşun konsantrasyonlarına maruz kalan ayçiçeği fidelerinden 4 farklı metilasyon tipi elde edilmiştir. Bu farklılıkları tespit etmek için, PCR bant profilleri sonucunda metilasyon farklılıklarını belirlemek için monomorfik ve net bantlar veren 5 farklı primer kullanılmıştır. Bu analizde kullanılan primerlerin dizileri Tablo 2.1’de verilmiştir. Daha sonra, metilasyon desenlerini belirleme ve farklarını ortaya çıkarma amacıyla Tablo 2.2 referans alınmıştır. Metilasyon desenini değerlendirirken, skorlama Tablo 2.2’deki bilgilere uygun olarak evet/var (1) ve hayır/yok (0) olarak yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda; farklı metilasyon tiplerinin yüzdeleri hesaplanmış ve metilasyon tiplerinin en yüksek ve en düşük konsantrasyon yüzdeleri özellikle belirtilmiştir (Liu vd., 2007; 2009; Karan vd., 2012; Bolukbasi ve Aras, 2016). Hesaplama için kullanılan formül, detaylı bir şekilde Tablo 2.5’te verilmiştir. Bu noktada en dikkat çekici durum; Tip-IV metilasyonun, tüm kurşun konsantrasyonlarında en yüksek değere sahip olmasıdır.

**Tablo 2.5.** Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, 21 gün boyunca artan Pb konsantrasyonlarına maruz kalan ayçiçeği kök dokularında CRED-RA veri analizine dayalı olarak metilasyon modellerinin ortalama oranları

	Kontrol	20 ppm	40 ppm	80 ppm	160 ppm	320 ppm	640 ppm	1280 ppm
<b>Tip-I (%) (Non-metilasyon)</b>	19,40	20,50	20,90	22,60	<b>25,10</b>	21,40	20,60	19,70
<b>Tip-II (%)</b>	3,80	4,60	4,90	2,30	2,40	3,30	2,60	1,40
<b>Tip-III (%)</b>	3,10	3,20	4,60	7,40	4,30	3,10	2,90	1,30
<b>Tip-IV (%)</b>	74,70	71,30	70,60	72,60	68,20	73,20	73,90	77,60
<b>Total metilasyon bant oranı (%)<sup>a</sup></b>	81,60	79,10	80,10	<b>82,30</b>	<b>74,90</b>	79,50	79,40	80,30
<b>Full-metilasyon bant oranı (%)<sup>b</sup></b>	77,80	74,50	75,20	80,00	72,50	75,30	76,80	78,90
<b>Semi-metilasyon bant oranı (%)<sup>c</sup></b>	3,80	4,60	4,90	2,30	2,40	3,30	2,60	1,40

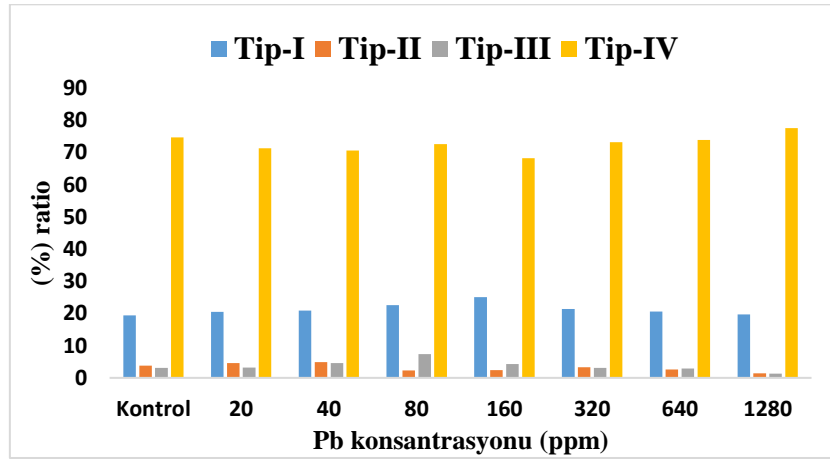
**“a”** Toplam metilasyon model hesaplaması (%) = [(II + III + IV)/(I + II + III + IV)] × 100.

**“b”** Full metilasyon model hesaplaması (%) = [(III + IV)/(I + II + III + IV)] × 100.

**“c”** Semi metilasyon model hesaplaması (%) = [(II)/(I + II + III + IV)] × 100.

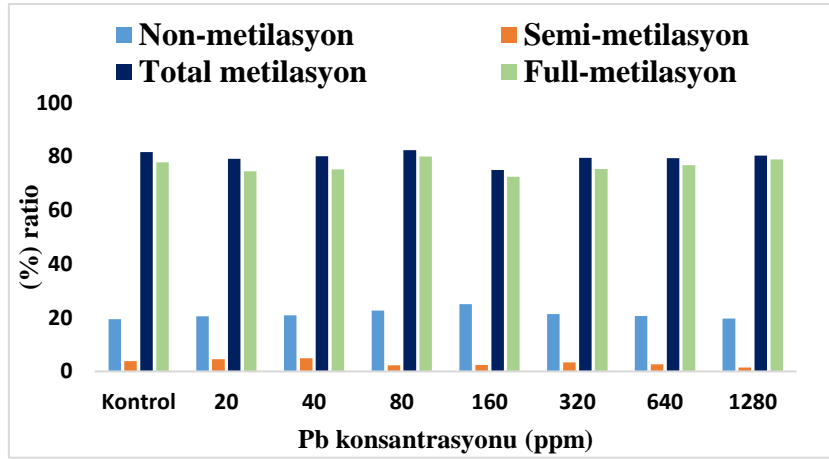
**“\*”** İstatistiksel açıdan anlamlılığı ifade eder. Altı çizili ve kalın yazılmış olanlar, kontrol grubunun maksimum ve minimum değerini temsil eder; kontrol; 0 ppm Pb içerir ve sadece Hoagland solüsyonu ile sulanan

CRED-RA analizi sonucu elde edilen metilasyon tiplerinin oranları, karşılaştırmalı olarak Şekil 2.1’de verilmiştir.



**Şekil 2.1.** 21 gün boyunca artan Pb konsantrasyonlarına maruz kaldıktan sonra ayçiçeği fidelerinin kök dokularındaki CRED-RA veri analizine dayalı metilasyon tiplerinin kontrol grubuna kıyasla ortalama oranları

Ayrıca, CRED-RA analizi sonucu elde edilen metilasyon modellerinin (%) oranları, Şekil 2.2’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 2.2 Ayçiçeği örneklerinde CRED-RA analizinden elde edilen metilasyon modellerinin (%) oranı

### 3. SONUÇ

Çevresel araştırmalardaki en önemli konulardan biri ağır metallerin toksik etkileridir. Ağır metallerin en önemli etkilerinden biri bitki büyümesini inhibe etmektir. Ağır metallerin bitki dokularında birikmesi, tohumların çimlenmesini ve kök ile sapların büyümesini olumsuz etkiler. Birçok çalışmada, ağır metallerin katalizör olarak oksidatif biyolojik makromoleküllerin parçalanmasında oluşturduğu toksisitenin, oksidatif hasara neden olarak DNA yapısına zarar verdiği belirtilmiştir.

Bu çalışmada, DNA bant profillerindeki değişiklikleri tespit etmek için RAPD-PCR tekniği kullanıldı. Farklı konsantrasyonlara maruz kalan ayçiçeği örneklerinin 21 gün boyunca kurşun ağır metal stresine tabi tutulmasıyla elde edilen DNA bant profilleri incelendiğinde, kontrol grubuna kıyasla önemli değişikliklerin olduğu görüldü.

Epigenetik mekanizmalar, DNA metilasyonu gibi, bitkilerde önemli bir biyolojik savunma mekanizmasıdır. DNA metilasyonu sayesinde, birçok bitki kuraklık, tuzluluk ve ağır metal kirliliği gibi çeşitli abiyotik streslere karşı direnç gösterir. PCR tabanlı CRED-RA tekniği ile gerçekleştirilen bu çalışmada, kurşun stresi sonucu meydana gelen metilasyon model farklılıkları da tespit edilmiş oldu.

Sonuç olarak, abiyotik stres koşullarına verilen ayçiçeği bitkilerinde incelenen DNA polimorfizmleri, farklı kurşun ağır metal konsantrasyonlarında CRED-RA tekniği ile analiz edildi. Anlamlı polimorfizm ve metilasyon değişiklikleri gözlemlenmiş olup, metilasyon modellerinin seviyelerindeki değişikliklerin ayçiçeği bitkilerinde biyolojik savunma mekanizması üzerinde bir etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu çalışmanın sonuçları, kurşunun ayçiçeği bitkileri için ciddi bir genotoksik ajan olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ayçiçeği bitkisinin hiperakümülatör özelliği bir kez daha belirlenmiştir.

**KAYNAKLAR**

- Arslan E, 2019. Putrescine in herbicide stress protection: modulate the genomic instability and DNA methylation changes in wheat. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19: 442-448.
- Aydin M, Arslan E, Yigider E, Taspınar MS, Agar G, 2021. Protection of *Phaseolus vulgaris* L. from Herbicide 2,4-D results from exposing seeds to humic acid. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 46(1): 163-173.
- Blackmana BK, Scascitellio M, Kanec NC, Lutona HH, Rasmussena DA, Byed RA, Lentze DL, Rieseberga LH, 2011. Sunflower domestication alleles support single domestication center in eastern North America. *PNAS*, 108(34): 14360-14365.
- Bolukbasi E, Aras ES, 2016. Determination of DNA Methylation Levels with CRED-RA Technique in the Genome of Sunflower Seedlings (*Helianthus annuus* L.) Subjected to Zinc Stress. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 1(3): 438-444.
- Bolukbasi E, and Karakaş, M. 2023. Modeling DNA Methylation Profiles and Epigenetic Analysis of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Seedlings Exposed to Copper Heavy Metal. *Toxics*, 11(3), 255.
- Clemens S, 2006. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochimie*, 88: 1707-1719.
- Dash S, Borah SS, Kalamdhad AS, 2021. Heavy metal pollution and potential ecological risk assessment for surficial sediments of Deepor Beel, India. *Ecological Indicators*, 122: 107265.
- Davis PH, 1985. *Flora of Turkey and the East Aegean Island*. V.5, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Karan R, DeLeon T, Biradar H, Subudhi PK, 2012. Salt stress induced variation in DNA methylation pattern and its influence on gene expression in contrasting rice genotypes. *PloS one*, 7: e40203.
- Kayakoku H, Doğru M, 2020. Radiological hazard assessment of natural radionuclides and heavy metal pollution in deep mud samples of Van Lake, Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 324(3): 1339-1350.
- Lefort F, Lally M, Thompson D, Douglas G, 1998. Morphological traits, microsatellite fingerprinting and genetic relatedness of a stand of elite oaks (*Q. robur* L.) at Tullyally, Ireland. *Silvae Genetica*, 47: 257-261.
- Leljak-Levanic D, Bauer N, Mihaljevic S, Jelaska S, 2004. Changes in DNA methylation during somatic embryogenesis in *Cucurbita pepo* L. *Plant cell reports*, 23: 120-127.
- Liu W, Li P, Qi X, Zhou Q, Zheng L, Sun T, Yang Y, 2005. DNA changes in barley *Hordeum vulgare* seedlings induced by cadmium pollution using RAPD analysis. *Chemosphere*, 61: 158-167.
- Liu W, Yang YS, Zhou QX, Xie LJ, Li PJ, Sun TH, 2007. Impact assessment of cadmium contamination on rice (*Oryza sativa* L.) seedlings at molecular and population levels using multiple biomarkers. *Chemosphere*, 67: 1155-1163.
- Niu Y, Jiang X, Wang K, Xia J, Jiao W, Niu Y, Yu H, 2020. Meta analysis of heavy metal pollution and sources in surface sediments of Lake Taihu, China. *Science of the Total Environment*, 700: 134509.
- Pan Y, Wang W, Zhao X, Zhu L, Fu B, Li Z, 2011. DNA methylation alterations of rice in response to cold stress. *Plant Omics J*, 4: 364-369.
- Shams M, Yildirim E, Arslan E, Agar G, 2020. Salinity induced alteration in DNA methylation pattern, enzyme activity, nutrient uptake and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content in pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42(4): 1-12.



- Taspinar MS, Aydin M, Sigmaz B, Yildirim N, Agar G, 2017. Protective role of humic acids against picloram-induced genomic instability and DNA methylation in *Phaseolus vulgaris*. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(29): 22948-953.
- Wang WS, Pan YJ, Zhao XQ, Dwivedi D, Zhu LH, Ali J, Fu BY, Li ZK, 2011. Drought-induced site-specific DNA methylation and its association with drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of experimental botany*, 62: 1951-1960.
- Yagci S, Yildirim E, Yildirim N, Shams M, Agar G, 2019. Nitric oxide alleviates the effects of copper-induced DNA methylation, genomic instability, LTR retrotransposon polymorphism and enzyme activity in lettuce. *Plant Physiology Reports*, 24(3): 289-295.
- Yalcin IE, Ozyigit II, Dogan I, Demir G, Yarci C, 2020. Using the Turkish red pine tree to monitor heavy metal pollution. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(5): 3881-3889.
- Yarsan E, Bilgili A, Turel I, 2000. Heavy metal levels in mussels (*Unio stevenianus* Krynicky) obtained from Van Lake. *Turk J. Vet. Animal Science*, 24: 93-96.

## ASPIR (*Carthamus tinctorius* L.) YAĞININ KOLON VE KOLOREKTAL HÜCRE HATLARI ÜZERİNDEKİ *İN-VİTRO* SİTOTOKSİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

**Ekrem BÖLÜKBAŞI**

Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü  
Amasya University, Suluova Vocational School, Department of Environmental Protection  
Technologies

**ORCID ID:** 0000-0003-3828-1226

**Ece AVULOĞLU YILMAZ**

Amasya Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Sağlık Bilgi Sistemleri Bölümü  
Amasya University, Technical Sciences Vocational School, Department of Health Information  
Systems

**ORCID ID:** 0000-0002-5164-3431

**Aybüke Afra BABACAN**

Amasya Üniversitesi, Sabuncuoğlu Şerefeddin Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sağlık Bakım  
Hizmetleri Bölümü

Amasya University, Sabuncuoğlu Şerefeddin Health Services Vocational School, Department of  
Health Care Services

**ORCID ID:** 0000-0003-4333-4732

### ÖZET

Aspir bitkisi (*Carthamus tinctorius* L.), tarım ve endüstri alanında önemli rol oynayan bir bitki türüdür. Özellikle aspir bitkisinin tohumlarından elde edilen aspir yağı, beslenme ve endüstriyel kullanımlarda tercih edilen bir bitkisel yağ kaynağıdır. Ayrıca aspir bitkisi aynı zamanda doğal pigmentler elde etmek için gıda ve tekstil endüstrilerinde renklendirme amaçlı kullanılan bir bitkidir. Bu çok yönlü bitki, tarımsal ve endüstriyel açıdan çeşitli kullanım alanlarıyla ekonomik öneme sahiptir. Aspir tohumlarında %13-46 arasında yağ bulunmakta bu yağın yaklaşık % 90'ı doymamış yağ asitlerinden (oleik ve linoleik asit) oluşmaktadır. Ayrıca antioksidan etkisi ve E vitamini değeri yüksek olan tokoferoller bulunmaktadır. Yüksek linoleik içeriğine sahip aspir yağı vücuttaki yağı ve iltihabı azaltmak, kötü kolesterolü düşürmek, kas sağlığını geliştirmek ve kalp sağlığını iyileştirmek için insan beslenmesinde kullanılır. Buradan hareketle, bu çalışmada aspir yağının sitotoksik etkinliğinin üç farklı insan kolon hücre hattında, MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. DLD-1 (insan kolon kanseri), HT-29 (insan kolorektal karsinoma) ve CCD-18Co (sağlıklı kolon epitel) hücre hatlarında aspir yağının sitotoksik etkinliği 1.56, 3.13, 6.25, 12.5, 25, 50 ve 100 µg/mL'lik yedi farklı konsantrasyon ile 24 saatlik muamele süresince değerlendirilmiştir. Sonuçta aspir yağının, DLD-1, HT-29 ve CCD-18Co hücre hatlarında *in vitro* hücre canlılığı üzerinde tüm konsantrasyonlarda kontrole kıyasla değişikliğe neden olmadığı saptanmıştır. Bu durum aspir yağının söz konusu konsantrasyonlarda insan kolon hücreleri açısından güvenli bir şekilde tüketilebileceğini

gösterebilir. Ancak bu sonuçların desteklenebilmesi için çeşitli hücre hatlarında da değerlendirilmesi ve çalışılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Carthamus tinctorius*, MTT testi, Sitotoksiste, DLD-1, HT-29

## DETERMINATION OF THE *IN-VITRO* CYTOXIC EFFECTS OF SAFFLOWER (*Carthamus tinctorius* L.) OIL ON COLON AND COLORECTAL CELL LINES

### ABSTRACT

The safflower plant (*Carthamus tinctorius* L.) is a significant species in agriculture and industry. Particularly, safflower oil extracted from its seeds is a preferred source of vegetable oil in nutrition and industrial applications. Moreover, the safflower plant is utilized in the food and textile industries for obtaining natural pigments used in coloring. This versatile plant holds economic importance in various agricultural and industrial applications. Safflower seeds contain approximately 13-46 % oil, with around 90 % of this oil composed of unsaturated fatty acids such as oleic and linoleic acids. Additionally, safflower oil is rich in antioxidants and Vitamin E, particularly tocopherols. Safflower oil with a high linoleic acid content is used in human nutrition to reduce body fat and inflammation, lower bad cholesterol, improve muscle health, and enhance heart health. Based on this, this study aims to evaluate the cytotoxic activity of safflower oil on three different human colon cell lines (DLD-1, HT-29, and CCD-18Co) using the MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) method. The cytotoxic activity of Safflower oil at seven different concentrations (1.56, 3.13, 6.25, 12.5, 25, 50, and 100 µg/mL) was assessed over a 24-hour treatment period on DLD-1 (human colon cancer), HT-29 (human colorectal carcinoma) and CCD-18Co (healthy colon epithelium) cell lines. The results indicate that safflower oil did not cause any significant changes in in vitro cell viability for all concentrations compared to the control in the DLD-1, HT-29, and CCD-18Co cell lines. This suggests that safflower oil can be safely consumed by human colon cells at these concentrations. However, further evaluation and research in various cell lines are necessary to support these findings.

**Keywords:** *Carthamus tinctorius*, MTT testi, Cytotoxicity, DLD-1, HT-29

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Aspir Bitkisinin Tanımı, Tarihçesi ve Önemi

*Aspir* (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisi ( $2n=24$ ) kromozomlu ve cins kabilesi devedikeni (*Cynareae*), alt familyası papatyagiller (*Tubuliflorae*) ve üst familyası iki çenekli papatyagiller (*Compositae*) olan bir canlı türüdür. Akdeniz bölgesinin doğu kesimi bu cinsin orijinal merkezi olarak kabul edilmektedir. Bu cins yaklaşık 25 tür içermekle birlikte 3000

yıllık geçmişe sahip eski bir kültür bitkisi özelliği taşımaktadır. İspanya'dan Kuzey Afrika'ya Orta Doğu'dan Kuzey Hindistan'a kadar dağılım göstererek dünya çapında geniş bir alana yayıldığı görülmektedir. Yapraklarında ve brakte üzerinde çok sayıda dikenleri bulunan otsu yapılı bitki türüdür (Davis, 1975). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin dünya çapında bu kadar geniş yayılım göstermesi beraberinde kullanım alanını da genişletmektedir. Özellikle kurutulmuş çiçek kısımları geleneksel Çin Tıbbı'nda Koroner kalp hastalığı ve inme başta olmak üzere birçok hastalığın tedavisinde 2500 yıldan fazla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Yue vd., 2013).

Dünya üzerinde göstermiş olduğu bu dağılım tıbbi alan başta olmak üzere gıda sektöründen, boya sanayisine kadar birçok farklı alanda kullanıldığı bilinmekte ve gün geçtikçe kullanım alanının genişlediği görülmektedir. Aspir bitkisinin kullanıldığı bu sektörler ek olarak ise biyoyakıt elde edilmesi ve endüstriyel yağ üretimi içinde kullanıldığı bilinmektedir. Bu kadar farklı alanda kullanılması beraberinde aspir üzerinde yapılan çalışmaları arttırmış ve insan yararına önemli çalışmalar yürütülmeye başlanmıştır. Bu çalışmalar genel olarak insanların maruz kaldığı transgenik, insülin ve apolipoprotein gibi bazı hastalıklardan korunmasında, tedavi edilmesinde ve olası değişen fonksiyonların tanınıp düzenlenmesinde kullanılmaktadır (Ambreen vd., 2015). Ayrıca aspir içerisinde bulunan yağ oranı değişkenlik gösterse de ortalama %30-35 civarında ve önemli olarak bulunan doymamış yağ asitleri barındırmaktadır. Bunlar Linoleik (Omega-6) ve Oleik (Omega -9) yağ asitleridir. Linoleik yağ asidi hammadde olarak kullanılmakta olup karma yem ve kimya sektörünün önemli bir parçasıdır. Oleik yağ asidi ise zeytinyağı kalitesine yakın bir yağ olması sebebiyle gıda sektöründe yemeklik olarak tüketilebilmektedir (Johnson ve Jimmerson, 2003, Büyük vd., 2016).

Aspir bitkisinin çiçek kısımlarından temin edilen carthamin maddesi doğal boya sektöründe hammadde olarak kullanılmakta olup yetiştirme şartları diğer yağ bitki yetiştirme şartlarına göre daha az seçici özellik göstermektedir. Tohumu ise değişken hava şartlarına özellikle soğukluk ve kuraklığa karşı yüksek direnç göstermekle birlikte, kuru tarım üretimi yapılan alanlarda yabancı otlara ve tuzluluk stresine karşıda önemli bir toleransa sahip olması aspir bitkisini yetiştirme açısından avantajlı hale getirmektedir. Aspir özellikle sulcu tarım alanlarında yetiştirilebilecek önemli bir bitki türüdür (Kurt vd., 2011) (Resim-1).



**Resim 1.1** Aspir bitkisinin tohumu ve çiçeği (Anonim, 2013)

Aspir bitkisinin çevreye uyum yeteneği çok gelişmiş olduğu için ülkemizde birçok bölgede rahat bir şekilde ekimi yapılabilmektedir. Kökleri neredeyse tüm toprak katmanlarına kadar ulaşabilmekte ve bu sayede toprağın farklı katmanlarında bulunan su ve zengin mineral ihtiyacını karşılayabilmektedir. Kuru tarım alanlarında uygun yetiştirme şartları altında ve uygun sulama yöntemleri kullanılarak elde edilen verim neredeyse 2 kata kadar artış gösterebilmektedir. Bu artış bitkisel yağ açığımızı büyük ölçüde kapatabilecek düzeydedir. Kış koşullarına daha fazla dayanıklılık gösteren aspir bitkisi çeşitleri, yaz koşullarına göre yetişen aspir bitkisi çeşitlerine kıyasla %50-100 oranında daha fazla verim göstermektedir (Yılmaz vd., 2015).

## 1.2 Sitotoksiste ve MTT Testi

Yirminci yüzyıl boyunca, yeni bir ilaç molekülünün sentezlenmesinden gerçek bir ürün haline gelmesine giden yol her zamankinden daha uzun sürdü. Sitotoksiste deneyleri, belirli bir kimyasal bileşiğin belirli bir insan hücre hattı üzerindeki etkilerini değerlendirmenin hızlı bir yoludur. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem MTT testidir. MTT yöntemi Mosmann tarafından 1983 senesinde hücre proliferasyonu yöntemi olarak bulunmuş olup aynı yıllarda kanser hücrelerinde kemoterapötik ilaçların etkisini araştırmak için kullanılmıştır. Canlı hücrelerin mitokondrileri aracılığı ile MTT solüsyonunda bulunan tetrazolium halkasını hücrelerde bulunan dehidrojenaz enzimleriyle reaksiyona girip parçalanarak formazan kristallerinin oluşmasına sebep olur. Yani, sağlam hücrelerin mitokondrisinde bulunan dehidrojenaz enzimi vasıtasıyla tetrazolium halkası parçalanarak formazana dönüştürülmektedir. MTT testi, hücre canlılığını, hücre aktivasyonunu ve hücre büyümesini ölçmek için kullanılan güvenilir bir test olarak bilinmektedir (Avuloglu-Yılmaz vd., 2020).

MTT testi, mitokondriyal dehidrojenaz enzimine bağlı olarak canlı hücrelerin sarı renkli 3-(4,5- dimetiltiazol-2-yl)-2,5-difenil tetrazolyum bromürün suda çözünmeyen mor renge dönüşmesine bağlıdır. Mitokondriyal aktiviteyle rengin yoğunluğu direkt olarak ilişkilidir.

Canlı hücrelerde aktivite olduğu zaman formazan kristalleri oluşmaktadır. Çünkü ölü hücreler formazan kristallerini oluşturamamaktadır. Özetle, MTT boyasının sarı rengi canlı aktivitesi sonucunda çözücü eklenmesiyle mora dönüşmektedir. Sonrasında bu renk değişimi mikropilaka okuyucusunda okunarak optik yoğunluk olarak veri elde edilmektedir. Sitotoksikite çalışmalarında yaygın bir şekilde MTT testinin kullanıldığı bilinmektedir (Ghasemi vd. 2021).

### 1.3 Kolon Kanseri Epidemiyolojisi

Kolon kanseri dünya çapında görülen üçüncü en yaygın kanserdir ve kansere bağlı ölümlerin ikinci önde gelen nedenidir (Wong vd., 2022). Kolon kanseri, kolonik epitel hücrelerinin anormal büyümesinden kaynaklanır ve tehlikeli bir tümörle sonuçlanır. Kolon kanseri hastalarının çoğu, bağırsak sıkışması semptomlarından şikâyet etmektedir. Hastaların %50'den fazlası, hızlı tempolu bir yaşam tarzı ve yeme alışkanlıklarındaki önemli değişiklik nedeniyle dünya çapında gelişmiş ülkelerdendir. Vakaların çoğunu 50 veya 60 yaşın üzerindeki hastalar oluşturmaktadır. En fazla kolon kanseri vakası sayısı Avustralya ve Yeni Zelanda'da rapor edilirken, en düşük vaka sayısı Batı Afrika'da bildirildi. Küresel kanser istatistiklerine göre, 2020 yılında kolon kanseri nedeniyle 19,3 milyon yeni vaka ve 9,9 milyon ölüm tespit edildi. Bu kanser türü doğasına göre rastlantısal (%70'in üzerinde), ailesel (%25 civarında) ve kalıtsal kolon kanseri (%5 civarında) olmak üzere 3 tipe ayrılır (Esmeeta vd., 2022).

Yapılan bu çalışmada aspir yağının sitotoksik etkinliğinin üç farklı insan kolon hücre hattında, MTT yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. DLD-1 (insan kolon kanseri), HT-29 (insan kolorektal karsinoma) ve CCD-18Co (sağlıklı kolon epitel) hücre hatlarında aspir yağının sitotoksik etkinliği 1.56, 3.13, 6.25, 12.5, 25, 50 ve 100 µg/mL'lik yedi farklı konsantrasyon ile 24 saatlik muamele süresince değerlendirilmiştir.

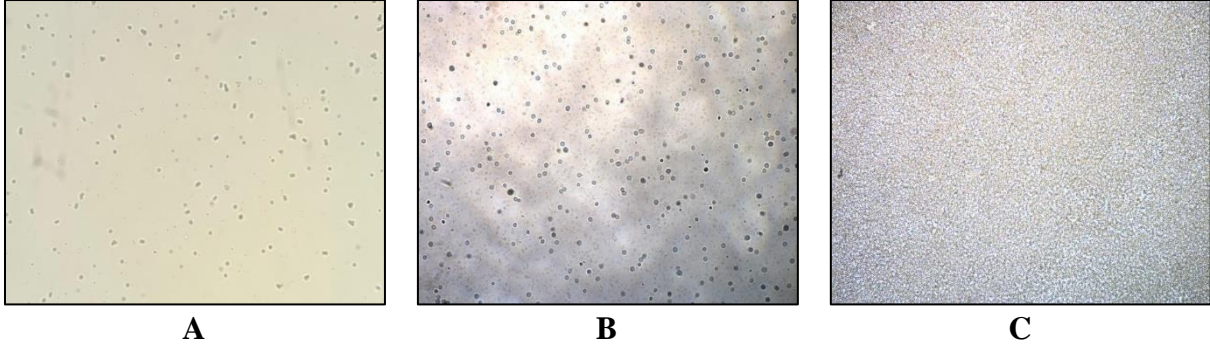
## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Deneysel Çalışmalar

Deneysel çalışmada aspir yağı dimetil sülfoksit içinde çözülerek 1 µg/ml ana stok hazırlanmıştır. Diğer konsantrasyonlar (100; 50; 25; 12,5; 6,25; 3,125 ve 1,56 µg/ml) ana stok konsantrasyonunun seri dilüsyonları ile hazırlanmıştır. Hücre kültürü çalışmalarında, CCD18-Co (insan sağlıklı kolon fibroblast), HT-29 (insan kolorektal kanser hücresi), DLD-1 (insan kolon kanseri hücresi) hücre hatları kullanılmıştır (Şekil 1). Hücrelerin in vitro olarak yaşaması ve çoğalması için gerekli ve uygun ortam sağlanmıştır. Ortam gereksinimi hücrelerin türüne ve adaptasyon kabiliyetlerine göre farklılık göstermektedir. Çalışmamızda



üç farklı hücre hattı için üç farklı besiyeri kullanılmıştır. Bu besiyerleri CCD18-Co için EMEM (Eagle's minimum essential *medium*), HT-29 için McCOY (McCOY 5A *medium*), DLD-1 için DMEM (Dulbecco's Modified Eagle's *Medium*) kullanılmıştır. Hücrelerin besiyerleri 37°C, %95 nem ve %5 CO<sub>2</sub>'de bir inkübatörde tutulmuş ve haftada iki kez değiştirilerek hücrelerin gelişimi izlenmiştir.



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan hücre hatlarının görüntüleri A) CCD18-Co B) DLD-1 D) HT-29

Hücreler konfluent olduğunda önce PBS (fosfat tamponlu salin) ile yıkanmış, tripsin-EDTA kullanılarak flaklardan uzaklaştırılmış ve geçiş sırasında falkon içine alınan hücreler 16 000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Falkon altındaki pellete 1000 µL besiyeri eklenerek pelletin çözünmesi sağlanmış, besiyeri-hücre karışımından 10 µL 0,2 ml'lik tüpe eklenmiş ve 10 µL Trypan-blue boyası eklenmiştir. Karışımından 10 µL alınarak Thoma lamı ve lamel arasına yayılmıştır. Thoma lamı üzerindeki 16 karede bulunan hücreler ışık mikroskobu kullanılarak sayılmıştır. Hücre sayısı  $A \times 2 \times 10^4$  formülüne göre belirlenmiştir. 96 kuyucuklu plakalara alınmıştır ve MTT analizinde kullanılmıştır. MTT (3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5 diphenyl tetrazolium bromide) yönteminin kullanılma amacı; mitokondriyal aktiviteyi belirleyen formazan kristallerinin canlı hücreler tarafından dönüştürülmesine dayanmaktadır. Hücreler, 96 kuyucuklu pleytlerin her bir kuyucuğuna hesaplanan miktarda hücre gelecek şekilde multipipet yardımıyla pleytlere ekilmiştir. Hücreler plaka yüzeyine yapışmaları için 24 saat boyunca inkübatörde bekletilmiştir. Çalışılacak diğer konsantrasyonlar (100; 50; 25; 12,5; 6,25; 3,125 ve 1,56 µg/ml), deneysel çalışmada kullanılan aspir yağı ile hazırlanan ana stok konsantrasyonunun seri dilüsyonları ile hazırlanmış ve her hücre hattı için hazırlanan konsantrasyonlarda aspir yağı üç tekrar halinde pleyte ekilmiştir. Negatif kontrol (hücre kontrolü), pozitif kontrol (0,20 µg/ml mitomisin-C) ve 1/1000 DMSO konsantrasyonları üçer tekrarlı olarak pleyte ekilmiş ve 24 saat boyunca inkübatörde bırakılmıştır. MTT boyası ışıktan etkilenen bir boya olduğu için karanlıkta 1 pleyt için 5 mg tartılarak her bir hücreye 1 mL PBS ve 8 mL özel besiyeri (EMEM, DMEM ve McCOY) eklenip vorteksenerek çözdürüldü. Hazırlanan MTT solüsyonu pleytlere eklenmiş ve alüminyum folyo ile kaplanan



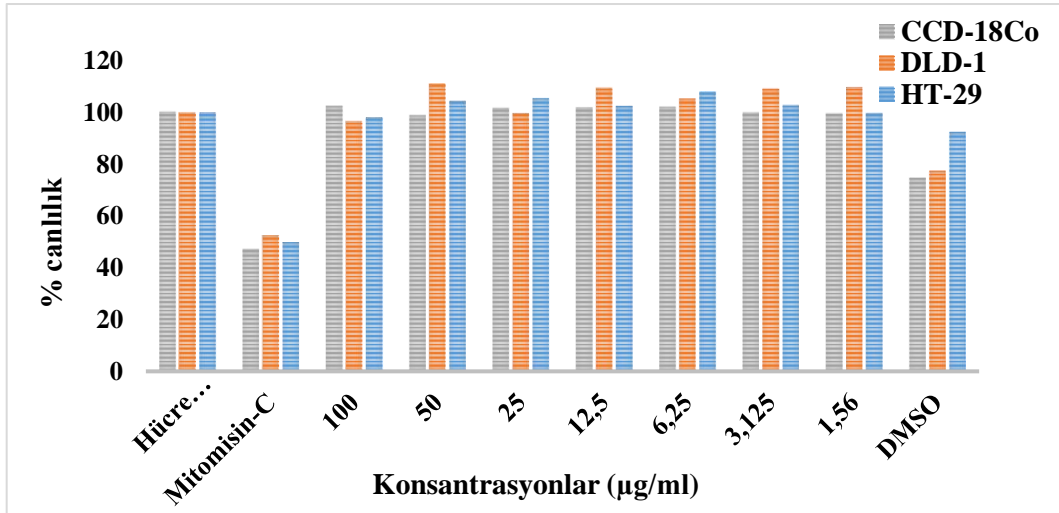
pleyterler 2-4 saat inkübatörde bekletilmiştir. Süre sonunda MTT çözeltisi aspire edilmiş ve reaksiyonu durdurmak için her bir kuyucuğa 100 µL DMSO (%100) eklenmiştir. Pleyt10 dakika karanlıkta bekletildikten sonra absorbands değerleri 570 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak okunmuştur. Microsoft Excel programı yardımıyla uygulanan konsantrasyonlar ile MTT yönteminin gerçekleştirildiği hücre hatlarında hücre yoğunluğuna etkisi belirlenmiştir.

## 2.2 Deneysel Sonuçlar

CCD18-Co hücre hattında, aspir yağı tüm konsantrasyonlarda hücre canlılığı üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir. Benzer şekilde DLD-1 hücre hattında tüm konsantrasyonlarda aspir yağının hücre canlılığı üzerinde bir etkisi gözlenmemiştir. HT-29 hücre hattında da tekrarlanan MTT sonuçlarına göre aspir yağı yine hücre canlılığı üzerinde tüm konsantrasyonlarda bir değişikliğe sebep olmamıştır (Tablo 2.1) (Şekil 2.1)

**Tablo 2.1** CCD-18Co, DLD-1 ve HT-29 hücre hatlarında uygulama sonrasında elde edilen konsantrasyona bağlı absorbands ve % canlılık değerleri

Konsantrasyon (µg ml <sup>-1</sup> )	CCD18-Co		DLD-1		HT-29	
	Absorbans	% Canlılık	Absorbans	% Canlılık	Absorbans	% Canlılık
<b>Kontrol</b>	1,392	100	1,214	100	1,283	100
<b>Mitomisin-C</b>	0,657	47,232	0,639	52,672	0,641	49,984
<b>100</b>	1,425	102,355	1,174	96,697	1,260	98,200
<b>50</b>	1,376	98,822	1,350	111,191	1,340	104,439
<b>25</b>	1,414	101,565	1,212	99,810	1,354	105,475
<b>12,5</b>	1,417	101,752	1,330	109,552	1,315	102,500
<b>6,25</b>	1,420	101,967	1,279	105,344	1,387	108,054
<b>3,125</b>	1,390	99,827	1,325	109,190	1,321	102,928
<b>1,5625</b>	1,384	99,418	1,334	109,874	1,280	99,766
<b>DMSO</b>	1,040	74,725	0,941	77,542	1,186	92,444



Şekil 2. CCD-18Co, DLD-1 ve HT-29 hücre hatlarında konsantrasyonların yüzde canlılıklarının karşılaştırılması

Aspir yağının hücre canlılığı üzerindeki etkisi MTT yöntemiyle tüm konsantrasyonlarda ve hücre hatlarında değişmediğinden için logaritmik eğim çizgisinden %50 inhibitör konsantrasyon (IC<sub>50</sub>) değeri hesaplanamamıştır.

### 3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Aspir, tıpta ve endüstriyel alanda farklı kısımlarındaki zengin yağ asidi, flavonoid, alkaloid ve polisakkarit içeriğinden dolayı sıklıkla tercih edilmektedir. Antioksidan, antienflamatuar ve antitümör özellikleri birçok çalışmada kanıtlanmış olmasına rağmen antikanser aktivitesinin altında yatan mekanizma hala belirsizdir. Bu çalışmada aspir tohumu yağına (SFO) maruz kaldıktan sonra insan kolorektal (CaCo-2), akciğer (A549) ve rahim ağzı kanseri (HeLa) hücrelerinde apoptotik gen ekspresyonu değişikliklerini aydınlatmak için yapılmıştır. Kanser hücrelerinin sitotoksik aktivitesi MTT (3-(4,5-dimetil-2-tiyazolil)-2,5-difenil2H-tetrazolyumbromür) analizi ile değerlendirilmiş ve gen ekspresyon profilini analiz etmek için hücre hatlarından elde edilen toplam RNA-Time Ready İnsan Apoptoz Paneli 96 kullanılmıştır. MTT sonuçları, SFO'nun sırasıyla 1,26, 3,92 ve 13,12 µg/ml IC<sub>50</sub> değeriyle A549, CaCo-2 ve HeLa hücre proliferasyonunu büyük ölçüde inhibe ettiğini göstermiştir. cDNA mikrodizi analizine göre 56 gen, dışsal, içsel, PI3K/AKT, JAK/STAT ve NFκB yollarıyla bağlantılı olarak yorumlanmıştır. Kanser hücrelerinin farklı duyarlılığı olmasına rağmen SFO'nun apoptozu farklı yollardan indüklediği bulunmuştur (Güner vd., 2020).

Bu çalışmada, aspir yağı dimetil sülfoksit içinde çözülerek 1 µg/ml ana stok hazırlanmıştır. Diğer konsantrasyonlar (100; 50; 25; 12,5; 6,25; 3,125 ve 1,56 µg/ml) ana stok konsantrasyonunun seri dilüsyonları ile hazırlanmıştır. Hücre kültürü çalışmalarında, CCD18-

Co (insan sağlıklı kolon fibroblast), HT-29 (insan kolorektal kanser hücresi), DLD-1 (insan kolon kanseri hücresi) hücre hatları kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda; Aspir bitkisinin yapraklarından elde edilen bir Çin ilacı olan Hidroksisaffor sarı B (HSYB) ile HSYA'nın anormal tümör hücresi proliferasyonunu baskılayabildiğini ve hücre apoptozunu indükleyebildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, HSYB'nin özellikle mide kanseri (GC) üzerindeki antitümör etkileri nadiren bildirilmiştir. Sonuçlar HSYB'nin mitokondriyal yolak aracılığıyla GC hücre apoptozunu indükleyebileceğini göstermektedir (Wang vd., 2022).

Yapılan diğer bir çalışmada; konjuge linoleik asit (CLA), oleik asit (OLA), aspir yağı ve taksol (Tax) sitotoksitesinin insan prostat kanseri (PC3) hücre hattı üzerindeki in vitro sinerjik etkinliğini belirlemektir. Yağ kombinasyonlarının sinerjik etkinliğini belirlemek için, PC3 tek başına ve 10 µg/mL Tax ile birlikte farklı dozlarda bileşiklerle muamele edilmiştir. MTT sonuçları OLA-Tax kombinasyonlarının PC3'e karşı 30 nM+10 µg-Tax, 15 nM+5 µg-Tax ve 7.5 nM+2.5 µg-Tax dozlarında sitotoksite sergilediğini göstermiştir (Kızıksahin vd., 2015).

**Sonuç olarak;** Kanser hastalığının kalıcı tedavisi için alternatif tedavi yolları araştırılmaya ve ilaçlar üretilmeye devam edilmektedir. Çalışmadan elde edilen tüm bulguların değerlendirilmesi ile kanser hücresi ve sağlıklı hücre üzerine bir etkisinin olmaması sebebiyle ve onkolojik tedavi sürecinde hastaların yaşadığı olumsuzluklar ve kullanılan kimyasal ilaçların yarattığı güçlü yan etkileri düşünüldüğünde doğal yağların tedavi sürecinde alternatif kullanılabilir olması, geliştirilmesi ve kullanılması önem arz etmektedir. Çalışmamızın literatüre; kanser tedavisinde, kanser hastaları için doğal yağların kullanımındaki artış nedeniyle, aspir yağı gibi son zamanlardaki tamamlayıcı ve alternatif tedavi adı altında kullanılan doğal yağların geniş çaplı çalışmalarla insan sağlığı üzerine etkisi ve sağlık profesyonellerinin bu konuda hastalarını bilinçlendirmesi için önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Ambreen, H., Kumar, S., Variath, M.T., Joshi, G., Bali, S., Agarwal, M. and Goel, S. (2015). Development of genomic microsatellite markers in *Carthamus tinctorius* L. (safflower) using next generation sequencing and assessment of their cross-species transferability and utility for diversity analysis. Plos one, 10(8), e0135443.
- Anonim. (2013). Web sitesi: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/n/home/topics/plantproduction/fieldcrops/kulturarten/alternative-kulturpflanzen/safflor.html>, Erişim tarihi: 26.07.2021.

- Avuloglu-Yilmaz, E., Bolukbasi, E., Yildirim, T. (2020). Investigation of the cytotoxic effects of three different food additives using MTT assay. International Eurasian Conference on Biotechnology and Biochemistry, 16-18 December 2020, Ankara, Turkey.
- Buyuk, I., Bolukbasi, E., Aras, E.S. (2016). Expression of *CtFAD2* gene for early selection in safflower oleic linoleic oil content. Journal of Animal and Plant Sciences, 26(5); 1383-1388. <https://www.thejaps.org.pk/docs/v-26-05/27.pdf>
- Davis, P.H. (1975). Flora of Turkey and the East Aegeans Islands. Vol: 5, The University Press. Edinburg, England.
- Esmeeta, A., Adhikary, S., Dharshnaa, P. Swarnamughi, Z., Asim, K. (2022). Plant-derived bioactive compounds in colon cancer treatment: An updated review, Biomedicine & Pharmacotherapy, 153, 113384.
- Ghasemi, M., Turnbull, T., Sebastian, S., and Kempson, I. (2021). The MTT assay: utility, limitations, pitfalls, and interpretation in bulk and single-cell analysis. International Journal of Molecular Sciences, 22(23), 12827. <https://doi.org/10.3390/ijms222312827>
- Güner, A., Kızıldaş, S., Nalbantsoy, A. vd., (2020). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) tohumu yağının akciğer, kolorektal ve serviks kanseri hücrelerinde apoptozu indükleyici aktivitesi. Biologia, 75, 1465-1471. <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00458-2>
- Johnson, B. and Jimmerson, J. (2003). Safflower. Briefing No: 58. Agricultural marketing policy center. J. Montana State University, Montana, USA.
- Kızıldaş, S., Nalbantsoy, A. and Karabay Yavaşoğlu, N.Ü. (2015) *In vitro* synergistic efficacy of conjugated linoleic acid, oleic acid, safflower oil and taxol cytotoxicity on PC3 cells, Natural Product Research, 29:4, 378-382, DOI: 10.1080/14786419.2014.945172
- Kurt, O., Uysal, H., Demir, A., Özgür, Ü. ve Kılınç, R. (2011). Samsun ekolojik koşullarına adapte olabilecek kısıklık aspir (*Carthamus tinctorius* L.) genotiplerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 26(3), 212-216.
- Wang, D., Wang, S., Liu, W., Li, M., Zheng, Q., & Li, D. (2022). Hydroxysafflor yellow B induces apoptosis via mitochondrial pathway in human gastric cancer cells. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 74(9), 1320-1329.
- Wong, G.Y.M., Diakos, C., Hugh, T.J., Molloy, M.P. (2022). Proteomic Profiling and Biomarker Discovery in Colorectal Liver Metastases. Int J Mol Sci. 29;23(11):6091.
- Yılmaz, A., Tunçtürk, M. ve Tunçtürk, R. (2015). Türkiye’de yağlı tohum üretimi ve yağ açığının giderilmesinde aspir bitkisinin önemi.
- Yue, S., Tang, Y., Li, S. and Duan, J.A. (2013). Chemical and biological properties of quinochalcone c-glycosides from the florets of *Carthamus tinctorius*. Molecules, 18(12), 15220-15254.

## ***Ferula caspica* UÇUCU YAĞLARININ *Galleria mellonella* LAVRALARI ÜZERİNE İMMÜNOLOJİK VE GENOTOKSİK ETKİLERİ**

**Yağmur TÖREMİŞOĞLU**

Adıyaman University, Department of Biology, Faculty of Science -Literature

**Fatma TEKİN**

Adıyaman University, Department of Biology, Faculty of Science -Literature

**Seher OKÇU**

Adıyaman University, Department of Biology, Faculty of Science -Literature

**Mustafa COŞKUN**

Adıyaman University, Department of Biology, Faculty of Science -Literature

**ORCID ID: 0000-0001-5044-629**

### **ÖZET**

Bu çalışmada insanlar tarafından tüketilen çakşır otu türü olan *Ferula caspica* bitkisinin uçucu yağlarının, laboratuvarda sıklıkla tercih edilen model organizma *Galleria mellonella* büyük balmumu güvesi hemositleri üzerine etkileri araştırıldı. Böceklere verilecek (10, 20, 30,40 ve 50 ppm) konsantrasyonlardan, 10 µl enjektör yardımıyla alınıp; 7. evre *G. mellonella* larvalarına enjekte edildi ve 24, 48, 72 ve 96 saat sonra hemosit sayısı, hücre tipleri ve mikronükleus sayılarına bakıldı. Deneysel farklı zaman dilimlerinde beşer defa tekrarlandı. Deney edilen veriler, kontrol ve kendi aralarında karşılaştırılarak değerlendirildi. Verilerin karşılaştırılmasında Student Newman Keul's (SNK) testi uygulandı. Mikronükleus sayılarında konsantrasyon artışına bağlı olarak, tüm günlerdeki verilerde kontrol grubuna göre bir artış söz konusudur. Bu artış özellikle 30, 40 ve 50 ppm enjeksiyon sonrasında göze çarpmaktadır. Farklı günlerdeki veriler incelendiğinde enjeksiyondan 24 saat sonra denenen konsantrasyonlardan 40 ve 50 ppm hemosit sayısını kontrol ve diğer konsantrasyonlara göre önemli derecede azaltmıştır. En yüksek hemosit 30 ppm'lik deney grubunda görülmüştür. Bu oran  $186 \times 10^4$  olarak gerçekleşmiştir. Sonuç olarak bitkisel olarak tüketilen çakşır otunun olası etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda *G. mellonella* bireylerinin model organizma olarak kullanılabilirliğinin gösterilmesi önemlidir.

**Anahtar Kelime:** *Galleria mellonella*, *Ferula caspica*, Hemosit, Mikronükleus

## IMMUNOLOGICAL AND GENOTOXIC EFFECTS OF *Ferula caspica* ESSENTIAL OLS ON *Galleria mellonella* LARVAE

### ABSTRACT

In this study, essentials oils of *Ferula caspica*, which is widely consumed by the human effects on hemocytes of *G. mellonella*, a model often favored in the laboratory were investigated. The essential oils concentration (10, 20, 30,40 ve 50 ppm) were injected into the 7. Instar *G. mellonella* larvae by a microinjector. Hemolymph was collected from the larvae after 24, 48, 72 and 96 hours of the injection and the total hemocyte count, type and micronucleus were examined. The experiments were repeated five times in different time periods. The data obtained from one set of experiments were evaluated by comparing with the control feed and amongst each other. Student Newman Keul's (SNK) test was performed. At 24-, 48-, 72-, and 96-hours post-injection, the micronucleus count exhibited a concentration-dependent increase relative to the control group. Notably, a significant increase was observed at concentrations of 30, 40, and 50 ppm. When the data at all days after injection were examined, the hemocytes counts at 40 and 50 ppm decreased compared to the control and other tested concentrations at 24 h after injection. the maximum value of  $186 \times 10^4$  hemocyte counts was observed at 50 ppm essentials oils group. Consequently, *G. mellonella* emerges as a judicious model organism, facilitating in-depth investigations into the prospective impacts of *Ferula* species commonly consumed as a herbal medicine.

**Key Words:** *Galleria mellonella*, *Ferula caspica*, Hemocyte, Micronucleus

### GİRİŞ

Böcekler, omurgalılarından farklı olarak; spesifik antijenleri tanıyan ve immünolojik bellek gelişimine izin veren reseptörlerin bulunduğu adaptif bağışıklık sistemine sahip değildir. Bununla birlikte böcekler, hücrel ve humoral olmak üzere (Lavine ve Strand, 2002) çok gelişmiş ve etkili bir doğuştan gelen bağışıklığa sahiptir (Jiravanichpaisal ve ark. 2006). Hücrel bağışıklık, hemositler aracılığıyla fagositoz, nodülasyon ve kapsüllenme gibi işlemleri içerir. Humoral bağışıklık ise hemositlerin doğrudan katılımı olmaksızın etkinleştirilen, çeşitli savunma mekanizmalarını içerir; bu mekanizmalar arasında antimikrobiyal peptitlerin üretimi ile hemolenf pıhtılaşması veya melanizasyonunu düzenleyen bir enzimatik kompleksin üretimi bulunmaktadır (Lavine ve Strand, 2002). Bu bağışıklık süreçleri, böceğin patojenlere, parazitlere ve parazitoidlere karşı etkili bir savunma mekanizması sağlamada önemlidir. *Ferula* cinsi, tıbbi öneme sahip bitkileri içermektedir. Türkiye'de, *Ferula* türleri geleneksel tıpta afrodisyak, galaktagog, sikatrizant olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, yapılan çalışmalar *Ferula* türlerinin antikanser, antiinflamatuvar,

antimikrobiyal, antifungal, anti-HIV, antispazmodik ve hipotansif etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Al-Yahya ve ark. 1998; Zhou ve ark. 2000; Tamemoto ve ark. 2001; Mossa ve ark. 2004; Fatehi ve ark. 2004; Poli ve ark. 2005; Al-Ja'fari ve ark. 2011; Geroushi ve ark. 2011). *Ferula asafoetida* H. Karst. ve *Ferula gummosa* Boiss. ise dünya genelinde bitkisel ilaç olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Eftekhar ve ark. 2004).

*Ferula* cinsinin uzun ömürlü bir üyesi olan *F. caspica*'nın genellikle 30-50 cm uzunluğundadır. Yapraklar geniş üçgen oval şekilde, 3-4 pinnat ve pullu bir yapıya sahiptir. Çiçek durumu panikulat-corymbose şekildedir, Meyve elipsoid şekildedir. Çiçeklenme genellikle mayıs-haziran aylarında gerçekleşirken, meyve verme zamanı Haziran-Temmuz aylarına denk gelir (Korovin 1951; Peşmen 1972; Sağıroğlu 2005). *F. caspica* çiğ ve pişmiş olarak tüketilmektedir (Tuzlacı E. 2011) ve özellikle antidiabetik olarak kullanılmaktadır (Altundag ve ark. 2011; Kahraman ve ark. 2019).

*Galleria mellonella* L., Lepidoptera takımına ait bir böcek türüdür ve arıcılık sektöründe peteklere zarar vererek önemli bir ekonomik zarara neden olur. Genellikle büyük balmumu güvesi olarak adlandırılmaktadır. Larvaları, arı kovanlarına ciddi zararlar verirken aynı zamanda polen ve petekle beslenme eğilimindedir. *G. mellonella* kısa yaşam döngüsü, yüksek üreme kapasitesi ve çeşitli yapay besinlerde başarılı bir şekilde gelişebilme özellikleri, biyolojik ve kimyasal mücadele çalışmaları açısından önemli bir böcek türü olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Böceklerde fizyoloji çalışmalarında hematolojik parametreler önemli bir yer tutmaktadır. (Sabri ve Tariq, 2004). Böcek hemositleri fagositoz, kapsül oluşumu ve nodülasyon gibi görevlerinin yanı sıra detoksifikasyonda, besin maddelerinin ve hormonların taşınmasında da önemli rol oynarlar (Patton, 1983).

Çalışmamızda *F. caspica* uçucu yağlarının *G. mellonella* larvaları üzerine olan olası etkilerine bakılmıştır. Bu anlamda özellikle insanlar tarafından tıbbi bitki olarak kullanılan çakşır otu türlerinden elde edilen moleküllerin etkilerinin detaylı olarak ortaya çıkarılması gelecekte yapılacak multidisipliner çalışmalara ışık tutacaktır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Deneyde Kullanılacak Böceklerin Yetiştirilmesi

Büyük balmumu güvesi *G. mellonella* L. larvalarının *Ferula* bitkisinden hazırlanan uçucu yağların etkilerinin, toplam hemosit sayıları ve mikronükleus oluşumu üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada kullanılacak stok böcek kültürü; %70±5 bağıl nem ve 28±2 °C



koşullarda 24 saat karanlık fotoperiyodu uygulanan laboratuvar koşullarında, (Bronskill, 1961) tarafından gösterilen yapay besinle yetiştirilmiştir.

Hazırlanan besin, bir litrelik plastik kavanozların içerisine yaklaşık 2/3'üne kadar dolduruldu. İçerisinde besin bulunan plastik kavanozların içine bırakılan *G.mellonella* ergin erkek ve dişi böceklerinin çiftleşmesi sonucunda, ergin dişilerin bıraktığı yumurtaların açılmasıyla stok böcek kültürünün devamlılığı sağlandı. Yumurtalardan çıkan larvaların gelişimlerini tamamlamasıyla 7. evre larvaları meydana geldi (Şekil 1). Bu sistem ile çoğaltılan kültürün larval döneminin 7. evreye ulaşan bireyleri deneylerde kullanıldı.



Şekil 1. Laboratuvar Ortamında Yetiştirilen *Galleria mellonella* L. Larvaları

### Deneyde Uygulanacak Olan Dozlar

Yapılan ön denemelerden sonra; uygulanacak olan dozlar,

- 10 ppm
- 20 ppm
- 30 ppm
- 40ppm
- 50 ppm olarak belirlenmiştir.

### Deneyde uygulanacak olan dozların hazırlanması

Çakşır otu uçucu yağı Adıyaman Üniversitesi Eczacılık Fakültesi tarafından hazırlanmıştır. Ana çözelti olan ferula bitkisinden elde edilen uçucu yağdan 1000 µL alınır ve seyreltme yolu ile (10, 20,30, 40 ve 50ppm) çözeltiler elde edilir.

### Larvaların Enjeksiyonu ve Genel Uygulamalar

Deneyde (5, 10, 20, 30, 40 ve 50 ppm) farklı *F. caspica* uçucu yağ konsantrasyonunun larvalar üzerindeki etkisinin incelendiği deneyde, 4 farklı zaman dilimi dikkate alındı. Enjeksiyondan sonraki ilk 24 saat, 48 saat, 72 saat ve 96 saatlik dilimlerde farklı

konsantrasyonlarının larvaların hemosit ve mikronükleus sayısına etkisinin incelendiği deneyde belirlenen dozların, kontrol grubunun ve her bir saat diliminin 5 tekrarı yapıldı.

Her bir uygulama için 7. evreye ulaşmış olan larvalar seçildi, farklı konsantrasyonlar; 10, 20, 30, 40 ve 50 ppm olarak hazırlandı ve dozlar larvalara 10 µl enjekte edildi. Enjeksiyonu yapılan larvalar dışında her uygulama için bir de kontrol grubu belirlendi, her doz için ve kontrol grubu için 24, 48, 72 ve 96 saat olmak üzere dört farklı zaman dilimi dikkate alınarak her uygulamanın beş tekrarı yapıldı ve bekleme süresi sonunda deneyler yapıldı.



Şekil 2: Larvaların Seçimi ve Enjeksiyon İşlemi

### Toplam Hemosit Sayımı

İncelenecek konsantrasyondaki (10, 20, 30, 40 ve 50 ppm) 5 larvadan hemolenf sıvısı alınıp tüpe konulur. Bu tüpten 5 µL hemolenf sıvısı çekilir ve çekilen hemolenf sıvısı yeni bir ependorf tüpe boşaltılarak üzerine spatül ucuyla feniltioüre eklenir. Daha sonra üzerine 45 µL tampon çözelti eklenir. Hazırlanan çözeltilerden mikropipet yardımıyla 10µL alınır ve Neubauer hemositometresine (Improved Neubauer Hemocytometer; Superior Germany) konur. Hemositler mikroskopta sayılır (Jones, 1967).

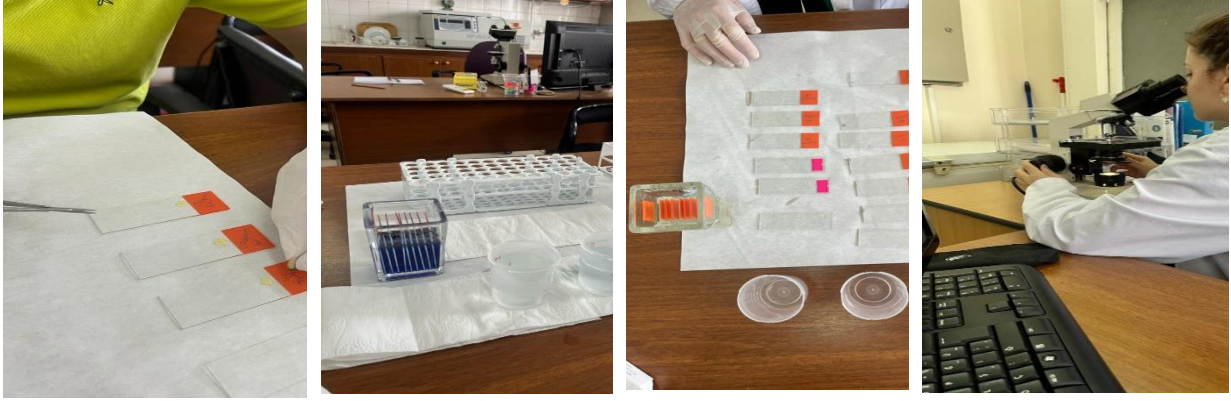
Hücre sayısı / ml = Büyük karede saydığımız hücre sayısı x Sulandırma katsayısı (10) x 10<sup>4</sup> formülünden yararlanır. 24, 48, 72 ve 96 saat olmak üzere 4 saat dilimi için ayrı ayrı 5 kere kan sayımı yapılır.

### Mikronükleus Sayılarının Belirlenmesi

Araştırmada, mikronükleus sayılarının belirlenmesi için son evre larvaların -20 °C'de birkaç dakika bekletilerek hareketlerinin yavaşlatıldığı bir yöntem kullanıldı. Larvaların %95'lik etanol ile temizlendikten sonra birinci arka bacak üstünden delinerek hemolenf elde edildi. Hemolenf, melanizasyonu önlemek amacıyla hızlı bir şekilde alkolle temizlenmiş lamlar üzerine yayıldı ve oda sıcaklığında kurumaya bırakıldı.

Lamların kurummasının ardından, hemositlerin fiksasyonu için metanol içinde bekletildi ve kurumaya bırakıldı. Hemositlerin boyanabilmesi için %5'lik Giemsa boyama çözeltisi

kullanıldı. Kurutulan lamlar, Giemsa boyama çözeltisi içinde boyandıktan sonra yıkayıp kurumaya bırakıldı. Entellan ile kapatılarak daimî preparatlar haline getirilen örnekler, Olympus CX21 mikroskofta incelendi.



Şekil 3. Mikronükleus boyama ve sayım işlemleri

İnceleme sırasında, her bir örnek için 100'lük objektif altında 1000 hücre sayılarak mikronükleusa sahip hücre sayısı kaydedildi. Mikronükleuslu hücrelerin belirlenmesinde (Venier ve ark.1997) tarafından belirlenmiş kriterler kullanıldı; buna göre, nükleustan ayrı ve temas halinde olmayan, ana nükleustan küçük ve nükleusla aynı tonda boyanmış yapılar görüldü.

### Verilerin Değerlendirilmesi

Uçucu yağların beş farklı konsantrasyonu ile kontrol grubu için dört farklı zaman dilimi uygulandı ve her uygulama için beş tekrarın yapıldığı çalışmada her bir deney serisinden elde edilen veriler kendi aralarında ve kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Verileri karşılaştırmak için varyans analiz yöntemi ve ortalamalar arasındaki farkın kontrolü için Student Newman Keul's (SNK) testi, bilgisayarda SPSS istatistik veri paketi kullanılarak uygulandı.

### BULGULAR

Enjeksiyon yoluyla verilen farklı dozlardaki uçucu yağın *G. mellonella* larvalarının toplam hemosit sayıları (THS) Tablo 1 ve Şekil 1'de, hemosit tipleri ise Şekil 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 1.** *Ferula caspica* uçucu yağ konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın Toplam Hemosit Sayısına Etkileri

Konsantrasyon (ppm)	Toplam Hemosit Sayısı x 10 <sup>4</sup>			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	147±2.02 c	127±0.91c	108±2.55 c	103±3.18 c
10	166±4.70 b	138±1.19 b	133±1.29 a	127±1.83 a
20	146±1.04 c	124±1.35 c	119±4.55 b	115±1.47 b
30	186±8.43 a	177±3.17 a	120±0.85 b	118±1.44 b
40	126±2.27 d	107±3.33 d	109±4.31 c	89±3.71 d
50	113±3.86 d	91±4.50 e	89±2.48 d	94±3.68 d

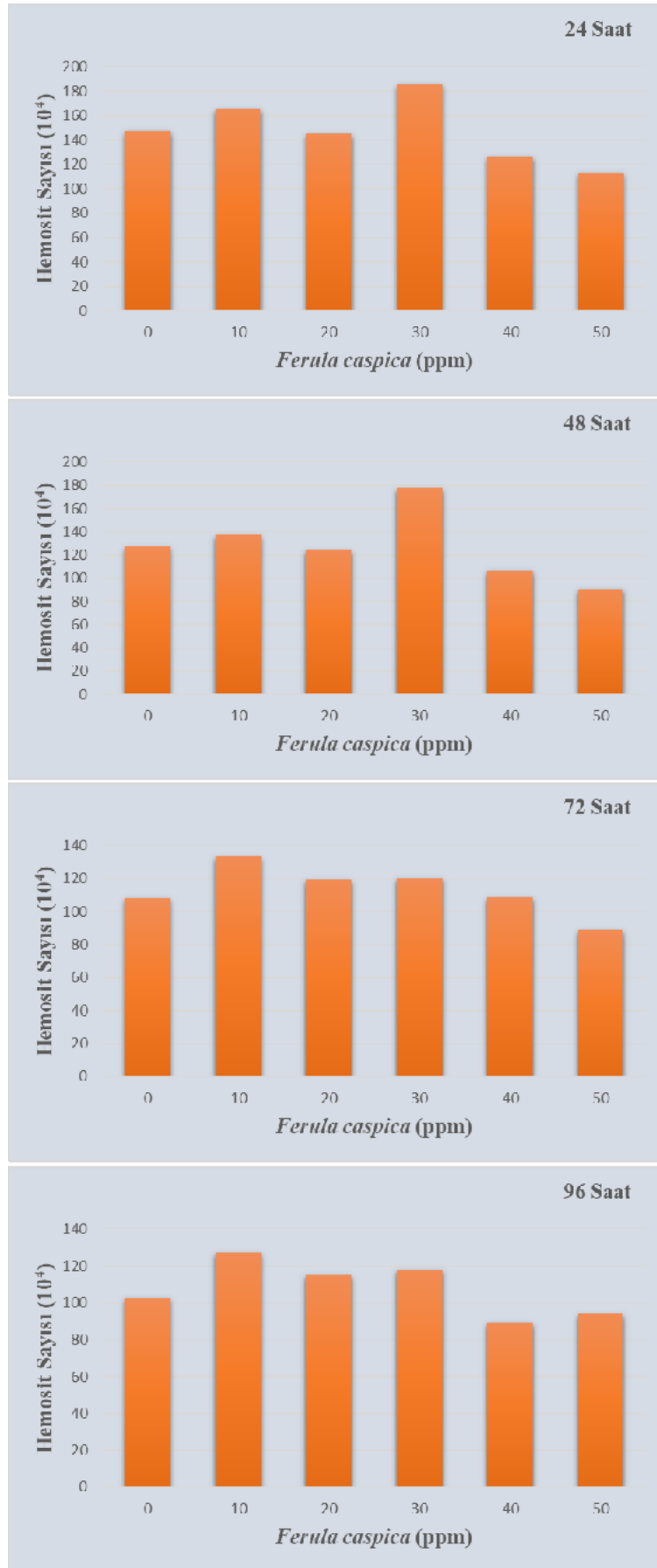
\*: a, b, c, d, harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı sütundaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım vardır ( $P<0.05$ ) (Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Farklı günlerdeki veriler incelendiğinde enjeksiyondan 24 saat sonra denenen konsantrasyonlardan 40 ve 50 ppm hemosit sayısının kontrol ve diğer konsantrasyonlara göre önemli derecede azaldığı görülmüştür. En yüksek hemosit 30 ppm'lik deney grubunda görülmüştür. Bu oran  $186 \times 10^4$  olarak gerçekleşmiştir. 10 ve 20 ppm' lik gruplarda hemosit sayısı kontrole göre artmıştır.

48 saat sonunda kontrol grubunda  $127 \times 10^4$  olan THS, 40 ve 50 ppm' lik enjeksiyonlar sonucu önemli derecede düşmüştür. En yüksek THS 30 ppm'lik grupta gözlenmiştir. 30 ppm ferula uçucu yağının larvalara verilmesi sonucu THS kontrole göre bir değişim göstermemiştir.

Bu durumda 10 ve 30 ppm' lik gruplardan elde edilen verilen denenen konsantrasyonlardan ilk iki en yüksek veriyi içlerinde barındırmaktadırlar.

Deneyin yapıldığı diğer bir zaman aralığı olan 72 saat verileri incelendiğinde en yüksek THS  $133 \times 10^4$  ile 10 ppm' lik grupta elde edilmiştir. En düşük veri 50 ppm olan en yüksek oranda gözlemlenirken, kontrol grubundaki THS  $108 \times 10^4$  dür. En yüksek oran haricindeki denenen konsantrasyonlar hemosit sayısını kontrol grubuna göre negatif yönde bir etkide bulunmamıştır. Verilerin alındığı son günde 10 ppm' lik grupta THS en yüksek olmakla birlikte 20 ve 30 ppm' lik gruptan elde edilen verilerde kontrol grubuna göre hemosit sayısını arttırmıştır. Diğer konsantrasyonlar THS'nı kontrole göre önemli derece düşürmüştür.



Şekil 4. *Ferula caspica*'nın *G. mellonella* hemosit sayısı üzerine etkileri Deney sonucu

Mikronükleus verileri Tablo 2 ve Şekil 3 ve Şekil 6’da gösterilmiştir.

**Tablo 2.** *Ferula caspica*’nın *G. mellonella* hemositlerinde mikronükleus oluşumuna etkileri

Mikronukleuslu Hücre Sayısı				
Konsantrasyon (ppm)	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	0.20±0.20 c	0.20±0.20 c	0.40±0.24 c	0.40±0.24 d
10	0.80±0.20 c	0.60±0.24 c	0.80±0.37 c	1.00±0.32 d
20	0.80±0.20 c	1.00±0.32 c	1.00±0.32 c	1.20±0.20 d
30	2.20±0.20 b	2.60±0.24 b	3.20±0.37 b	3.80±0.20 c
40	2.60±0.24 b	2.60±0.51 b	5.00±0.32 a	5.40±0.40 b
50	4.60±0.40 a	4.60±0.24 a	5.80±0.20 a	6.80±0.20 a

a, b, c, d, harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı sütundaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P<0.05$ )

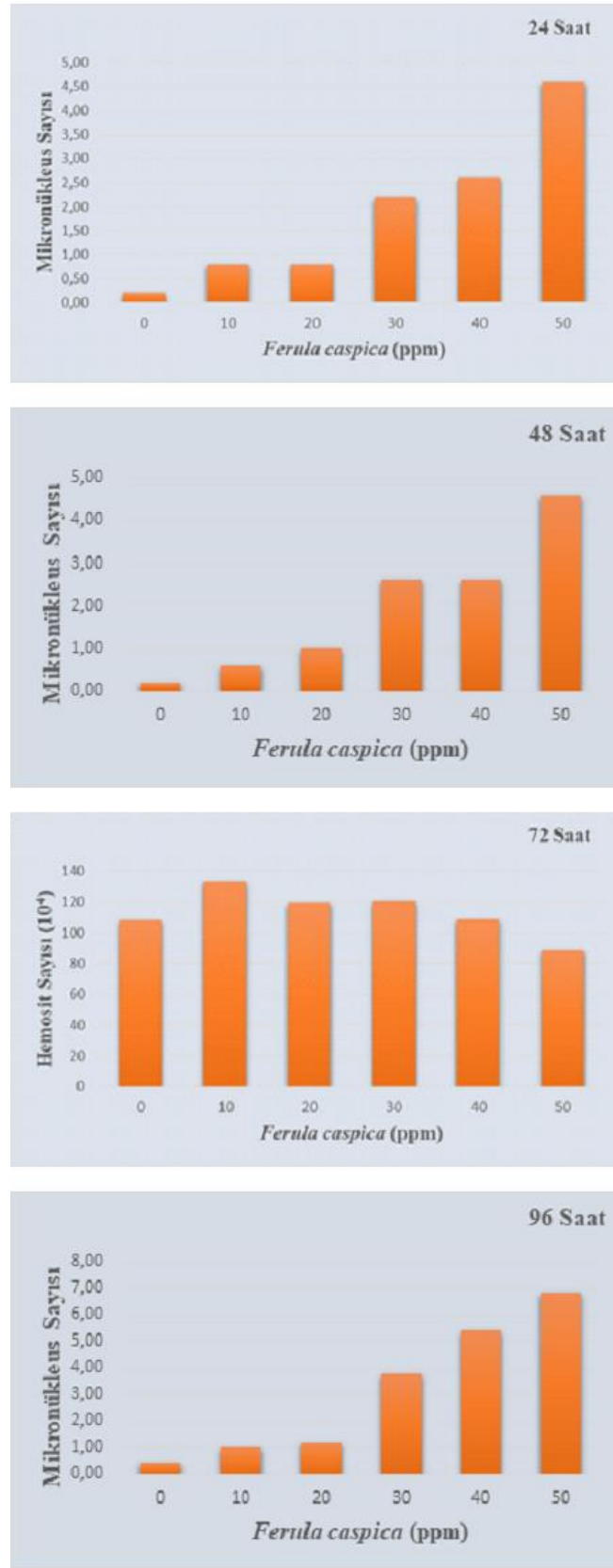
(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Mikronükleus sayılarına bakıldığında konsantrasyon artışına bağlı olarak tüm günlerdeki verilerde kontrol grubuna göre bir artış söz konusudur. Bu artış özellikle 30, 40 ve 50 ppm enjeksiyon sonrasında göze çarpmaktadır. 24 saat verileri incelendiğinde 50 ppm’ lik oranda sayılan 1000 hücrede ortalama 4.6 mikronükleus oluşumu gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda ortalama mikronükleus sayısı 0.20 iken 30 ppm de 2.20, 40 ppm de ise 2,60 olarak bulunmuştur. 10 ve 20 ppm’ lik grupta her tekrarda sayılmış olan 1000 hücrede görülen mikronükleus sayısı birin altında kalmıştır.

48 saat sonunda verilere bakıldığında sonuçlar 24 saat sonundaki veriler ile benzerlik göstermektedir. 50 ppm’ lik dozda mikronükleus sayısı bu serideki en yüksek değerdir. 72 saat verileri incelendiğinde 40 ve 50 ppm’ lik dozlar sonrasında mikronükleus sayısı sırasıyla 5.00 ve 5,80 olarak gerçekleşmiştir. Kontrol grubundaki bu sayı 0,20 olurken dozun 30 ppm olması mikronükleus sayısını kontrol grubuna göre önemli derecede arttırmıştır.

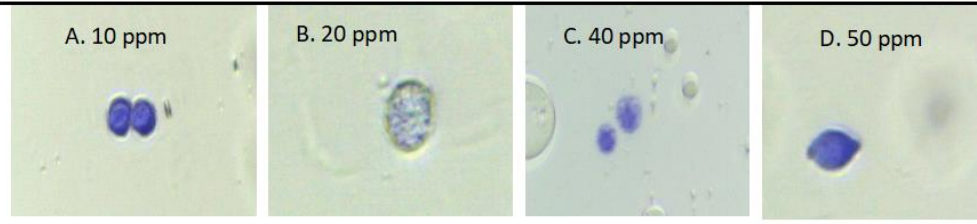
Denenen konsantrasyonlardan en düşük veri 10 ppm’lik gruptan elde edilmiştir. Benzer bir şekilde 96 saat verileri 72 saat verilerine benzerlik göstermektedir. 20 ppm ve üstü dozlar sayılan 1000 hücredeki mikronükleus sayısını birin üstüne çıkarmıştır. En yüksek mikronükleus oluşumu en yüksek oran olan 50 ppm’lik grupta gözlemlenmiştir. Bu oran deney verileri içinde en yüksek değerdir. 40 ppm’lik dozda 5,40 olan mikronükleuslu hücre sayısı en yüksek ikinci değer olup 10 ppm’lik grupta bu değer 1,00 olarak ölçülmüştür.





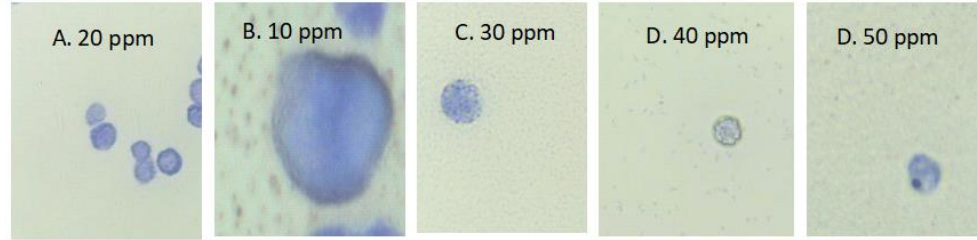
Şekil 5. *Ferula caspica*'nın *G. mellonella* mikronükleus sayısı üzerine etkileri





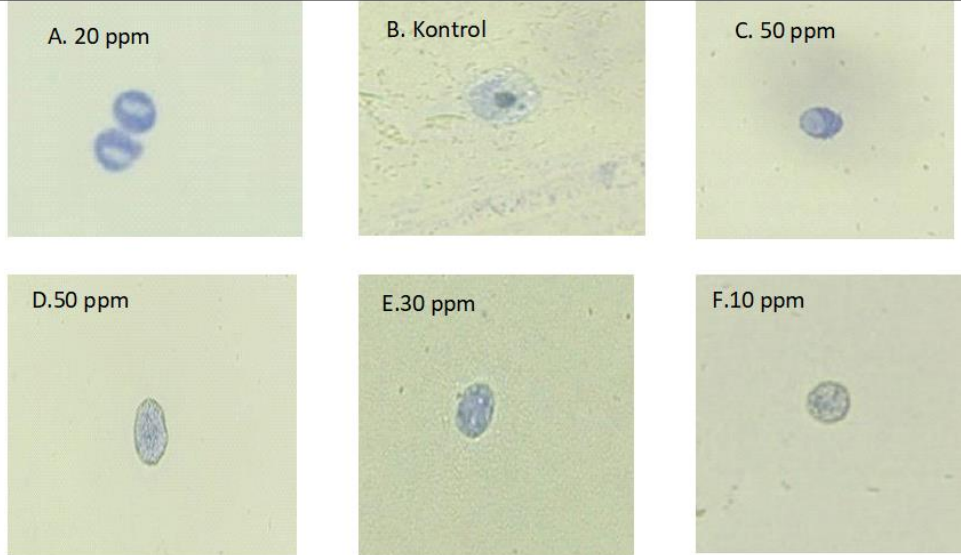
**24 Saatte Görülen Hücre Tipleri**

A. Prohemosit, B. Sferülosit, C. Granülosit, D. Plazmatosit



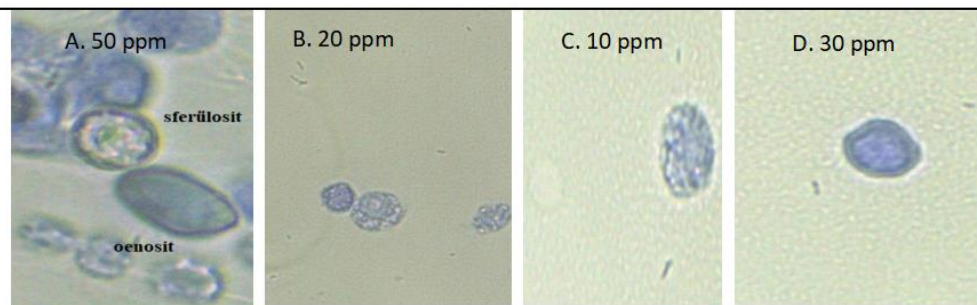
**48 Saatte Görülen Hücre Tipleri**

A. Plazmatosit, B. Oenosit, C. Granülosit, D. Mikronükleus, E. Sferülosit



**72 Saatte Görülen Hücre Tipleri**

A. Prohemoit, B. Mikronükleos, C. Plazmosit, D. Oenosit, E. Granülosit, F. Sferülosit



**96 Saatte Görülen Hücre Tipleri**

A. Sferülosit, Oenosit, B. Granülosit, C. Plazmatosit, E. Prohemosit

## TARTIŞMA

Sunulan çalışmada enjekte edilen farklı konsantrasyondaki uçucu yağ dozlarının günlere göre *G. mellonella* larvalarının toplam hemosit sayılarının kontrol grubuna göre önemli ölçüde değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Son on yılda bitki kaynaklı ürünlerin böcek hemositleri üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalarda ilerleme kaydedilmiştir. (Ghoneim, 2018).

Bitki kaynaklı kimyasalların etkisi altında toplam hemosit sayısı artabilir veya azalabilir. Ancak, genellikle azalma daha sık olarak bildirilmiştir, örneğin, *Artemisia annua* L. ve *Artemisia conyzoides*'ten (L.) elde edilen uçucu yağlarla tedavi edilen *Helicoverpa armigera*'da (Hübner), toplam hemosit sayısında bir azalma rapor edilmiştir (Padmaja ve Rao 2000). *Acorus calamus* L.'den elde edilen uçucu yağ, *Spodoptera litura* (F.) larvalarındaki toplam hemosit sayısını azaltmıştır (Sharma ve ark. 2008). Benzer şekilde, *Ferula gummosa* Boissier'den elde edilen uçucu yağların etkisi altında kalan *Ephestia kuehniella* Zeller larva hemositlerinde de benzer azalma gözlenmiştir (Ghasemi ve ark. 2014). Ancak, *F. caspica* esansiyel yağının veya ekstraktlarının böceklerin bağışıklık sistemleri üzerindeki etkilerine dair detaylı herhangi bir rapor bilgisine sahip değiliz.

Bazı besin maddeleri genotoksik ve antigenotoksik etkilere aynı anda sahip olabilir. Selenyumda bu tür özelliğe sahip bilinen bir elementtir. (Cemeli ve ark. 2006). Sunulan çalışmada 10 ppm'lik doz da toplam hemosit sayısı ölçümlerin yapıldığı tüm günlerde kontrol grubuna göre önemli ölçüde artırmıştır. En yüksek iki dozdaki hemosit sayısındaki azalış nodül oluşumunda hemositlerin bir kısmının rol oynamasına bağlanabilir. Sonuçlar *Spodoptera litura* (Sharma ve ark. 2003) ve *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) Lepidoptera: Pyralidae (Er ve ark. 2017) ile yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Bu anlamda ferula bitki ekstraktında bulunan bir madde selenyum etkili bir özellikte göstermiş olabilir.

Toplam hemosit sayısındaki azalma; Hemositlerin hemosel içinde bir yerde birikmesi, ferula bitkisi bileşenlerinin hormonlar üzerine toksik etkisi ve morfogenetik peptitlerin salınımını engellenerek ektosteroid sentezi ve juvenil hormon düzenlenmesi inhibe edilmesi ile ilişkilendirilebilir.

Yapılan çalışmalar hemositlerin sayılarının ve hemosit tiplerinin pestisitler, ağır metaller ve bakteriyal enfeksiyonlar ve fiziksel aktivite gibi faktörlerinden etkilendiği gösterilmiştir (Battison ve ark. 2003; Adamo, 2010; Mello ve ark. 2011; Kurt ve Kayis, 2015; Stara ve ark. 2019).

Mikronükleus oluşumundaki en önemli etken toksik maddelerin neden olduğu kromozom kırıklarındır (Fenech ve Crott, 2002). Yüksek ferula dozlarında hemosit ve mikronükleus sayılarında da bir artış görülürken bazı yüksek dozlar ise mikronükleus sayısı arttırırken

hemosit sayısını azaltmıştır. Süre ve doza bağlı olarak bağlı olarak ferula uçucu yağları DNA kırıklarının oluşmasına neden olabilir. Çalışmamızda özellikle 30, 40 ve 50 ppm dozlarında larvaların hemositlerinde görülen mikronükleus sayısındaki artışın ferula uçucu yağlarının neden olduğu genotoksik etkiye bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda elde edilen önemli bir bulgu da yüksek ferula dozlarına bağlı olarak hemosit sayısında bir azalma varken mikronükleus sayısında bir artış görülmüştür. Yapılan çalışmalarda çeşitli stres kaynağının etkilerinin ortama verilen maddelere, ile azaldığı rapor edilmiştir. Bunlardan biri de Vitamin E 'dir. (Hassani ve ark. 2015; Takhsid ve ark.2012). Bu bağlamda, benzer çalışmalara olan ihtiyaç açıkça ortaya çıkmaktadır.

*Galleria mellonella* larvaları üzerine Ferula bitkisinin uçucu yağlarının etkilerinin incelendiği çalışmada özellikle hemosit ve mikronükleus parametrelerindeki değişimler farklı konsantrasyonlar arasındaki ile paralellik göstermektedir. Bu açıdan söz konusu parametreler açısından önemli bir biyomarker olarak kullanılabilir. Besin yolu ile insanlar tarafından tüketilen bir bitki olduğunu bildiğimiz çakşır otunun fazla kullanıldığında *G. mellonella* larvaları için de aynı memelilerde olduğu gibi benzer sonuçlar verme ihtimali alternatif bir model organizmalar olan bal mumu güvesi *G. mellonella*'nın bu tür çalışmalarda kullanılabilir olması açısından önemlidir.

En yüksek uygulan dozlar bakımından larvalar üzerinde olumsuz etkileri bulunmuştur. Ferula gibi birçok bitkilerin halk arasında tüketimi sıklıkla yapılmaktadır. Bitki uçucu yağlarının baharat çeşni gibi kullanımı olmasına rağmen, böcekleri öldürme, uzaklaştırma, beslenmeyi engelleme, yumurtlamayı caydırma ve zararlıların büyümesini düzenleme gibi geniş bir etki yelpazesi gösterir. Bu anlamda çalışmadan elde edilen sonuçlar bu durumu desteklemektedir. Sonuç olarak, çalışmada farklı *F. caspica* dozları kullanılmış olması rağmen incelenen parametrelere bakarak kesin bir yargıya varmak için, *G. mellonella* üzerine yapılacak biyokimyasal, moleküler ve fizyolojik çalışmalara ihtiyaç olduğu açıktır. Bununla birlikte doğal olarak insanlar tarafından tüketilen bu tür bitkilerin olası etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda *G.mellonalle* bireylerinin model organizma olarak kullanılabileceğinin gösterilmesi önemlidir.

## TEŞEKKÜR

**“*Ferula caspica* Uçucu Yağlarının *Galleria mellonella* Lavraları Üzerine İmmünolojik ve Genotoksik Etkileri”** başlıklı proje TÜBİTAK–2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Desteği Programı tarafından desteklenmiştir. Projenin gerçekleşmesini sağlayan Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığına teşekkür ederim.

## KAYNAKÇA

- Adamo, S. A. (2010). "Why should an immune response activate the stress response? Insights from the insects (the cricket *Gryllus texensis*)", *Brain Behavior and Immunity*, 24, 194-200.
- Al-Ja'fari A, Vila R, Freixa B, Tomi F, Casanova J, Costa J, Cañigueral S. (2011). Composition and antifungal activity of the essential oil from the rhizome and roots of *Ferula hermonis*. *Phytochemistry*. 72: 1406–1413.
- Altundag E, Ozturk M. (2011). Ethnomedicinal studies on the plant resources of eastAnatolia, Turkey. *Procedia Soc Behav Sci*; 19: 756-777
- Al-Yahya MA, Muhammad I, Mirza HH, El-Feraly FS. (1998). Antibacterial constituents from the rhizomes of *Ferula communis*. *Phytother Res*. 12: 335–339.
- Battison A., R. Cawthorn, B. Horney (2003). Classification of *Homarus americanus* hemocytes and the use of differential hemocyte counts in lobsters infected with *Aerococcus viridans* var. *homari* (Gaffkemia)
- Cemeli, E., Marcos, R., Anderson, D. (2006). "Genotoxic and Antigenotoxic Properties of Selenium Compounds in the In Vitro Micronucleus Assay with Human Whole Blood Lymphocytes and TK6 Lymphoblastoid Cells". *The Scientific World Journal*, 6, 1202-1210.
- Eftekhari F, Yousefzadi M, Borhani K. (2004) Antibacterial activity of the essential oil from *Ferula gummosa* seed. *Fitoterapia*.; 75: 758-759.
- Er, A., D. Taşkıran and O. Sak. (2017). Azadirachtin-induced effects on various life history traits and cellular immune reactions of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Arch. Biol. Sci*. 69: 335–344.
- Fatehi M, Farifteh F, Fatehi-Hassanabad Z. (2004). Antispasmodic and hypotensive effects of *Ferula asafoetida* gum extract. *J Ethnopharmacol*. 91: 321–324. Mossa JS, El-Feraly FS, Muhammad I. (2004). Antimycobacterial constituents from *Juniperus procera*, *Ferula communis* and *Plumbago zeylanica* and their *in vitro* synergistic activity with isonicotinic acid hydrazide. *Phytother Res*. 18: 934–937.
- Fenech, M., Crott, W.J. (2002) "Micronuclei, nucleoplasmic bridges and nuclear buds induced in folic acid deficient human lymphocytes-evidence for breakage-fusion-bridge cycles in the cytokinesis-block micronucleus assay", *Mutation Research*, 504, 131-136
- Geroushi A, Auzi AA, Elhwuegi AS, Elzawam F, Elsherif A, Nahar L. (2011). Sarker SD. Antiinflammatory sesquiterpenes from the root oil of *Ferula hermonis*. *Phytother, Res*.25: 774–777
- Ghasemi, V., A.K. Yazdi, F.Z. Tavallaie and J.J. Sendi. (2014). Effect of essential oils from *Callistemon viminalis* and *Ferula gummosa* on toxicity and on the hemocyte profile of *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae). *Arch. Phytopathol. Pfl*. 47: 268–278.
- Ghoneim, K. (2018). Disturbed haematological and immunological parameters of insects by botanicals as an effective approach of pest control: A review of recent progress. *S. Asian J. Biol. Res*. 1: 112–144
- Hassani, S., Sepand, M. R., Jafari, A., Jaafari, J., Ezaee, R., Zeinali, M., Tavakoli, F., Razavi-Azarkhiavi, K. (2015). "Protective effects of curcumin and vitamin E against chlorpyrifos- induced lung oxidative damage", *Human & Experimental Toxicology*, 34(6), 668-676.
- Jiravanichpaisal, P., B. L. Lee and K. Söderhäll. (2006). Cell-mediated immunity in arthropods: hematopoiesis, coagulation, melanization and opsonization. *Immunobiology* 211: 213–236.
- Jones, J. C. (1967). "Changes in the hemocyte picture of *Galleria mellonella* L.", *Biological Bulletin* (Woods Hole), 132, 211-221.
- Kahraman, Ç., Baysal, İ., Çankaya, İ.İ., Göger, F., Kirimer, N., Akdemir, Z.Ş. (2018). Acetylcholinesterase inhibitory activities and LC-MS analysis of the antioxidant *Ferula caspica* M. Bieb. and *F. halophila* peşmen extracts 2019 Marmara Pharmaceutical Journal, 23 (3), pp. 543-551
- Korovin EP. (1951). *Ferula* L. In: Schischkin BK. (Eds). *Flora of the USSR*. Vol. XVII. (Umbelliflorae). Akademii Nauk SSSR, Moscow, Leningrad, pp. 100-101.
- Kurt, D., Kayis, T. (2015). "Effects of the pyrethroid insecticide deltamethrin on the hemocytes of *Galleria mellonella*", *Turkish Journal of Zoology*, 39, 452-457.
- Lavine, M. D., and M. R. Strand. (2002). Insect hemocytes and their role in immunity. *Insect Biochem. Mol. Biol*. 32: 1295–1309.
- Mello, L. M., Junior, H. A., Garcia, S., Vinatea, L. (2011). "Acute toxicity of pyrazosulfuron-ethyl and permethrin to juvenile *Litopenaeus vannamei*", *Maringa*, 33(1), 1-6.



- Padmaja, P.G. and P.J. Rao. (2000). Effect of plant oils on the total haemocyte count (THC) of final instar larvae of *Helicoverpa armigera* Hu"bner. Pesticide Research J. 12: 112– 116.
- Patton, R. L. (1983). "Introductory insect physiology", Saunders,Co. Philedelphia,
- Peşmen H. (1972). *Ferula* L. In: Davis PH. (Eds). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 4., Edinburgh, pp. 452. Edinburgh University Press
- Poli F, Appendino G, Sacchetti G, Ballero M, Maggiano N, Ranelletti FO. (2005). Antiproliferative effects of Daucane esters from *Ferula communis* and *F. arrigonii* on human colon cancer cell lines. Phytother Res. 19: 152–157.
- Sabri, M. A., Tariq, B. (2004). "Toxicity of some insecticides on the haemocytes of red pumpkin beetle, *Aulacophora foveicollis* Lucas", Journal of Pakistan Entomology, 26, 109-114.
- Sağiroğlu M. (2005). PhD Thesis. Türkiye *Ferula* L. (*Umbelliferae*) cinsinin revizyonu. Institute of Science, Gazi University, Ankara, Turkey,
- Sharma, P. R., O. P. Sharma, and B. P. Saxena. (2003). Effect of neem gold on haemocytes of the tobacco armyworm, *Spodoptera litura* (*Fabricius*) (Lepidoptera: Noctuidae). Curr. Sci. 84: 690–695.
- Sharma, P.R., O.P. Sharma and B.P. Saxena. (2008). Effect of sweet flag rhizome oil (*Acorus calamus*) on hemogram and ultrastructure of hemocytes of the tobacco armyworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Micron 39: 544–551.
- Stara A. , J. Kubec, E. Zuskova, M. Buric, C. Faggio, A. Kouba, J. Velisek (2019). Effects of S-metolachlor and its degradation product metolachlor OA on *Marbled crayfish* (*Procambarus virginalis*) Chemosphere, 224, pp. 616-625
- Takhshid, M. A., Tavasuli, A. R., Heidary, Y., Keshavarz, M., Kargar, H. (2012). "Protective Effect of Vitamins E and C on Endosulfan-Induced Reproductive Toxicity in Male Rats", Iranian Journal of Medical Sciences, 37(3), 173-180.
- Tamemoto K, Takaishi Y, Chen B, Kawazoe K, Shibata H, Higuti T, Honda G, Ito M, Takeda Kodzhimatov Y, OK, Ashurmetov OA. (2001). Sesquiterpenoids from the fruits of *Ferula kuhistan* Phytochemistry. 9422(01):00307-7
- Tuzlacı E, (2011). Türkiye'nin yabancı besin bitkileri ve ot yemekleri, Alfa Basım Yayım Dağıtım San. Ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul
- Venier, P., Maron, S., Canova, S. (1997). "Detection of micronuclei in gill cells and haemocytes of mussels exposed to benzo(a)pyrene", Mutation Research, 390 (1-2), 33-44
- Zhou P, Takaishi Y, Duan H, Chen B, Honda G, Itoh M, Takeda Y, Kodzhimatov OK, Lee KH. (2000). Coumarins and bicoumarin from *Ferula sumbul*: Anti-HIV activity and inhibition of cytokine release. Phytochemistry. 53(6): 689-697.

## MERSİN TARSUS ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ENDÜSTRİ TESİSLERİNİN HAVA KALİTESİNE ETKİLERİ: PM10 VE ÇÖKEN TOZ ANALİZİ

**Mehmet Nuri EKİZ**

Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Mersin  
**ORCID ID:** 0000-0002-6905-4803

**Yağmur UYSAL**

Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Mersin  
**ORCID ID:** 0000-0002-7217-8217

### ÖZET

Bu çalışma, Mersin Tarsus Organize Sanayi Bölgesi'nde çöken toz ve PM10 (partiküler madde  $\leq 10 \mu\text{m}$ ) seviyelerinin detaylı bir incelemesini sunmaktadır. Çöken toz ve PM10, hava kalitesini değerlendirmek ve endüstri tesislerinin çevresel etkilerini anlamak için önemli parametrelerdir. Çöken toz, atmosferde asılı duran partikül maddelerin yere çökmesi sonucu oluşan katı veya sıvı formdaki partiküllerdir. Endüstri tesislerinin faaliyetleri, inşaat işlemleri ve diğer kaynaklardan kaynaklanan çöken toz, çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu çalışmada, Mersin OSB'de çöken toz seviyeleri ölçülmüş ve bu seviyelerin mevsimsel ve iklimsel değişimlere nasıl tepki verdiği incelenmiştir.

PM10 ise solunabilen partikül maddelerin 10 mikrometre çapına kadar olan fraksiyonunu temsil eder. Bu partiküller, solunum sistemine girdiğinde sağlık sorunlarına neden olabilir. Çalışmada ölçülen PM10 seviyeleri, Tesis İçi (Tİ) bölgelerinde  $0,72 \text{ mg/Nm}^3$ ,  $0,97 \text{ mg/Nm}^3$  ve  $1,05 \text{ mg/Nm}^3$  olarak belirlenmiştir. Tesis Etki Alanı (TEA) bölgelerinde ise çöken toz konsantrasyonları sırasıyla  $105,61$ ,  $98,72$ ,  $106,33$  ve  $114,86 \text{ mg/m}^2\text{-gün}$  olarak hesaplanmıştır. Bu ölçümler, çöken toz ve PM10 seviyelerinin çevresel standartlarla uyumlu olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, endüstri tesislerinin faaliyetlerinin hava kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve gelecekteki çevresel planlamalara katkı sağlamak açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Çöken Toz, Endüstriyel kirlilik, Hava kirliliği, PM10, Mersin OSB

## IMPACTS OF MERSIN TARSUS ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE INDUSTRIAL FACILITIES ON AIR QUALITY: PM10 AND SETTLED DUST ANALYSIS

### ABSTRACT

This study presents a detailed examination of the levels of settled dust and PM10 (particulate matter  $\leq 10 \mu\text{m}$ ) in the Mersin Tarsus Organized Industrial Zone. Settled dust and PM10 are crucial parameters for evaluating air quality and understanding the environmental impacts of industrial facilities. Settled dust consists of solid or liquid particles that settle to the ground as a result of suspended particulate matter in the atmosphere. Activities of industrial facilities, construction processes, and other sources can contribute to settled dust, causing adverse effects on the environment.

In this study, the levels of settled dust in Mersin OIZ have been measured, and how these levels respond to seasonal and climatic changes has been investigated. PM10 represents the fraction of inhalable particulate matter with a diameter of up to 10 micrometers. These particles can cause health issues when entering the respiratory system. The measured PM10 levels in the Facility Interior (FI) areas were determined to be  $0.72 \text{ mg/Nm}^3$ ,  $0.97 \text{ mg/Nm}^3$ , and  $1.05 \text{ mg/Nm}^3$ . In the Facility Impact Area (FIA) regions, the concentrations of settled dust were calculated as 105.61, 98.72, 106.33, and 114.86  $\text{mg/m}^2\text{-day}$ , respectively. These measurements indicate that the levels of settled dust and PM10 comply with environmental standards. This study provides essential information for evaluating the impact of industrial activities on air quality and contributing to future environmental planning.

**Keywords:** Settled dust, PM10, Air pollution, Industrial pollution, Mersin OIZ

### 1. GİRİŞ

Hava kirliliği, gazların ve partikül maddelerin (PM) heterojen bir karışımıdır. Atmosferin doğal özelliklerini değiştiren kimyasal, fiziksel veya biyolojik maddeler tarafından kontaminasyon olarak tanımlanmaktadır. Hava kirliliğinin bileşenleri arasında PM, kükürt dioksit ( $\text{SO}_2$ ), nitrojen oksitler ( $\text{NO}_x$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), karbon monoksit ( $\text{CO}$ ), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), uçucu organik bileşikler (VOC), toksik metaller, aerosoller ve biyolojik kirleticiler gelmektedir (Martins ve Graça, 2018). Hava kirliliğinin, insan sağlığını olumsuz yönde etkilemesi (Zivin vd., 2018), iklim değişikliklerini tetiklemesi (Samset, 2018), bitkilerin fotosentezini, büyümesini ve verimini bozması ve baskılaması (Feng vd., 2022; Mukherjee vd., 2021), ormanların verimliliğini ve genel olarak kara bitkilerinin net ve brüt birincil üretkenliği (Unger vd., 2020) ve ekosistem sağlığının düzenlenmesiyle bağlantılı

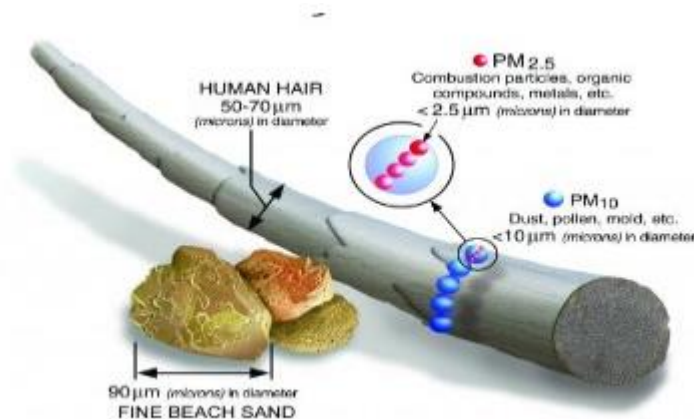


temel ekolojik süreçleri bozmaktadır (Xia vd., 2021). Hava kalitesindeki bozulma, uzun zamandır bitkileri, insan sağlığını ve ekosistemleri yüksek oranda etkilediği bilinen iklim değişikliği ile eş zamanlı olarak ortaya çıkmaktadır. Hava kirleticilerinin insan sağlığı üzerindeki toksisitesinin, bileşimleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir.

Küresel kentleşme ve sanayileşmenin hızlanmasıyla önlenemeyen ciddi bir küresel ve toplumsal sorun haline gelmiştir. Hava kirleticilerinin en büyük sebepleri arasında motorlu taşıt trafiği, sanayi ve enerji üretimi, antropojenik ikincil parçacık oluşumu (kükürt ve azot oksitlerin amonyum sülfat ve nitrata oksidasyonu gibi) ve doğal kaynaklar (kentsel olmayan ve tarım dışı topraklardan gelen tozlar, deniz tuzu, orman yangınlarından kaynaklanan yanma emisyonları ve bitki örtüsünden uçucu organik bileşiklerin oksidasyonundan kaynaklanan parçacıklar) gelmektedir (Wang vd., 2020). Hava kirliliğinin, insan sağlığını olumsuz yönde etkilemesi, iklim değişikliklerini tetiklemesi ve ekosistem sağlığının düzenlenmesiyle bağlantılı temel ekolojik süreçleri bozmaktadır.

### 1.1. Partikül Madde (PM)

Hava kirletici parametreler arasında yer alan partikül maddeler, aerodinamik çaplarına göre PM10 ve PM2,5 olarak adlandırılmaktadır (Pappa vd., 2021). PM10 ve PM2,5, atmosferde sırasıyla 10  $\mu\text{m}$  ve 2,5  $\mu\text{m}$ 'den daha az yarıçaplı katı partikül veya gaz formlarında asılı kalan doğal veya yapay olarak oluşturulmuş partikül maddeyi ifade etmektedir. Bu kirleticilerin kaynağı genellikle fabrikalar, enerji santralleri, yakma tesisleri, inşaat, taşıt trafiği gibi antropojenik faaliyetler olabileceği gibi, yangın ve toz taşıma gibi doğal kaynaklar da olabilmektedir (Tosun, 2017).



Şekil 1.1. PM parçacıkları için boyut karşılaştırmaları (EPA, 2022)

## 1.2. Çöken Toz

Doğal ve antropojenik olaylar ile açığa çıkan partikül maddeler belirli bir zaman zarfında atmosferde kalmaktadır. Atmosferde serbest şekilde dolaşan partikül maddeler kendi ağırlıkları ile yeryüzüne düşmektedir. Yeryüzüne ulaşmış olan partikül maddeler insan sağlığına zarar vermekte ve yaşam şartlarını olumsuz etkilemektedir. Bu partikül maddelerin oluşumu engellenmeli ve azaltma çalışmaları yapılması gerekmektedir. Hava ortamına ulaşmış olan partikül zerrecikleri içerisinde kirlilik barındırması çeşitli maddeler ile reaksiyona girdiği zaman asit yağmurları, ağır metal kirliliği ve birçok hava kirliliğine sebep olmaktadır. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKHKKY)'nin Ek-2 kapsamının “h” bendinde belirtildiği gibi hava kalitesi ölçümleri yapılmaktadır. Ölçümler uluslararası kabul görmüş dağılım modelleri, metod ve EK-2 'de yer alan kural ve esaslar çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Yapılan ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi yetkili merci tarafından Tablo 1'deki sınır değerler çerçevesinde yorumlanmaktadır.

**Tablo 1.1.** Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi Sınır Değerleri (SKHKKY, 2009)

Parametre	Süre	Birimi	YIL						2024 ve sonrası
			2014	2015	2016	2017	2018	2019-2023	
SO <sub>2</sub>	Saatlik (bir yılda 24 defadan fazla aşılmaz)	µg/m <sup>3</sup>	500	470	440	410	380	350	350
	24 saatlik		250	225	200	175	150	125	125
	UVS		60	60	60	60	60	60	60
	**Yıllık ve kış dönemi (1 Ekim-31 Mart)		20	20	20	20	20	20	20
NO <sub>2</sub>	Saatlik (bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz)	µg/m <sup>3</sup>	300	290	280	270	260	250	200*
	yıllık		60	56	52	48	44	40*	40
Havada Asılı Partikül Madde (PM 10)	24 saatlik (bir yılda 35 defadan fazla aşılmaz)	µg/m <sup>3</sup>	100	90	80	70	60	50	50
	Yıllık		60	56	52	48	44	40	40
Çöken toz	KVS	mg/m <sup>2</sup> gün	390	390	390	390	390	390	390
	UVS		210	210	210	210	210	210	210
Çöken tozda	Pb ve bileşikleri	mg/m <sup>2</sup> gün	250	250	250	250	250	250	250
	Cd ve bileşikleri		3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
	Tl ve bileşikleri		5	5	5	5	5	5	5

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. MATERYAL

#### 2.1.1. Çalışma Alanı

Mersin Tarsus Organize Sanayi Bölgesi; 1993 yılında 380 hektarlık bir alan üzerine başlangıçta 35 firma ile kurulan bölge 2020 yılı itibari ile 756 hektar üzerinde 3 (üç) ayrı bölge olarak faaliyet göstermektedir. Karma OSB olan bölge; ağırlıklı olarak çelik konstrüksiyon, gıda, plastik, makine, ahşap (mobilya), kimya, cam sektörleri bulunmakla birlikte 14 ayrı sektörde faaliyetlerine devam etmektedir (Mersin OSB, 2018).



Şekil 2.1. Organize Sanayi Bölgesi Uydu Görüntüsü

#### 2.1.2. MCZ LVS1 Toz Örnekleme Cihazı

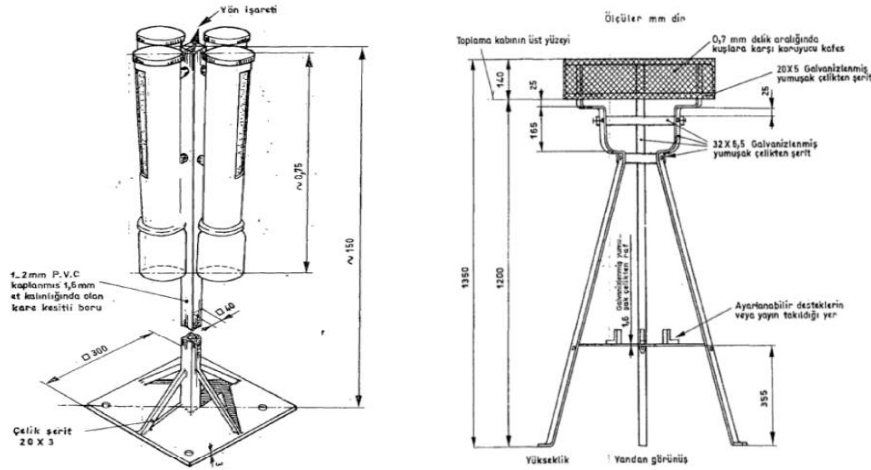
Mikrobilgisayar kontrollü hava örnekleyici (MCZ UMWELTECHNIK/ $\mu$ -PNS1 marka MicroPNS Tip LVS1), filtrelerdeki parçacıkların otomatik olarak toplanması için kullanılan bir sistemdir. Modüler sistem, 3 m<sup>3</sup>/saate kadar hava debisi için dahili bir pompa ile donatılmıştır.



Şekil 2.2. PM<sub>10</sub> Toz Örnekleme Cihazı

### 2.1.3. Çöken Toz Toplama Cihazı

Toplama başlıklarını taşıyacak olan destek, ağaçtan veya metalden yapılmış bir malzemedir. Bu malzeme, yerden yüksekliği  $1,5 \pm 0,1$  m olacak biçimde ya toprağa çakılmakta ya da üzerinde durduğu yere gömülme olanağı olmayan üç veya dört bacaklı bir sehpaye tutturulmaktadır. Metot içerisinde belirtilen ebatları sağlayan yetkili firmalar tarafından yapılan sanayi usulü el yapımı cihazdır.



Şekil 2.3. Çöken Toz Toplama Cihazı



## 2.2. YÖNTEM

### 2.2.1. Partikül madde (PM) Tayin Yöntemi

Yapılan çalışmada 3 ardışık ölçüm ile 1 saat boyunca 38,33 L/dk olacak şekilde cihaz hazırlanmıştır. Ortam havası, boyut seçici bir girişten bilinen, sabit bir akış hızında geçirilmiştir. PM, nominal olarak 1 saatlik bilinen bir süre boyunca cihaz içerisine yerleştirilmiş filtre üzerinde toplanmıştır. PM malzemesinin kütlesi, partikül maddenin toplanmasından önce ve sonra filtrenin önceden belirlenmiş, sabit koşullarda laboratuvar ortamında hassas terazi ile tartımı yapılmıştır. Ölçüm sonuçları  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  cinsinden kayıt edilmiştir (TS EN 12341, 2014).



Şekil 2.4. Partikül Örnekleme Noktaları (1,2,3)

### 2.2.2. Çöken Toz Tayin Yöntemi

Atmosferde bulunan, kendi ağırlığı veya yağmur vb. etkenlerle çöken tanecik niteliğindeki maddelerin geldikleri yöne göre toplanmış ve tayin işlemi gerçekleştirilmiştir (TS 2342, 1976). Yönlendirilebilir çökelti toplama cihazı çevresi açık bir yere, dik bir konumda yer seviyesinden 1,5- 4 m arasındaki yükseklikte ve binadan (veya ekili alandan) en az 1,5 m uzağa rüzgâr yönüne de dikkat edilerek yerleştirilmiş, havayı kirleten kaynağın oluşturduğu kirlenmeyi saptamak için bir veya birden çok cihaz hem kaynağın olduğu yere hem de kaynaktan belirli yön ve uzaklıklara yerleştirilmiştir.



Şekil 2.5. Çöken Toz Toplama Noktaları (1,2,3,4)

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. PM<sub>10</sub> ve Çöken Toz Sonuçları

Mersin Tarsus OSB’de AERMOD hava kalitesi modelleme programında meteorolojik verilere dayanarak yapılan model çalışması ile belirlenen noktalarda ölçümler yapılmıştır. Ölçümler mevsimsel olarak belirlenen aylarda 3 adet noktada 3 ardışık partikül madde örnekleme ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar hesaplanmıştır.



**Tablo 3.1.** PM<sub>10</sub> Ölçüm Sonuçları

Emisyon Kaynağı	Ortalama Değer (mg/Nm <sup>3</sup> )	SKHKKY Ek-1 Sınır Değer (mg/Nm <sup>3</sup> )	SKHKKY Ek-2 Sınır Değer (mg/Nm <sup>3</sup> )
Tİ 1	0,72±0,5	3 mg/Nm <sup>3</sup>	40 mg/Nm <sup>3</sup>
Tİ 2	0,97±0,6		
Tİ 3	1,05±0,7		

Mersin Tarsus OSB’de AERMOD hava kalitesi modelleme programında meteorolojik verilerle dayanarak yapılan model çalışması ile belirlenen noktalar da ölçümler yapılmıştır. Bölge içerisinde 6 adet noktaya yerleştirilen çöken toz örnekleme cihazlarından aylık olarak 12 ay boyunca ölçüm alınmıştır.

**Tablo 3.2.** Çöken Toz Ölçüm Sonuçları

Emisyon Kaynağı	Ortalama Değer (mg/Nm <sup>3</sup> )	SKHKKY Ek-1 Sınır Değer (mg/Nm <sup>3</sup> )	SKHKKY Ek-2 Sınır Değer (mg/Nm <sup>3</sup> )
TEA 1	105,61±76,95	450 mg/m <sup>2</sup> -gün	210 mg/m <sup>2</sup> -gün
TEA 2	98,72±70,47		
TEA 3	106,33±75,79		
TEA 4	114,86±76,78		
Tİ 1	122,64±73,84		
Tİ 1	71,20±41,73		

#### 4. SONUÇ

Organize sanayi bölgesinde bu tez çalışmasında belirtilen PM<sub>10</sub>, çöken toz ölçüm ve analizleri yapılmıştır. Ölçüm ve analiz sonuçlarına göre sanayi bölgesinden çıkan kirletici konsantrasyonları hesaplanmıştır. Hesaplama sonuçları yönetmeliğin belirttiği sınır değerler ile karşılaştırılmış sınır değer altında kalmıştır. Organize sanayi bölgesi toz açısından her yer beton kaplı olmasına rağmen yine de taşıt trafiğinden kaynaklı tozuma oluşmaktadır. Tozumanın olmaması için sanayi bölgesi içerisi düzenli vidanjörlerle veya fiskiyeler ile sulanmalıdır. Aynı zamanda kırma eleme faaliyeti yürüten tesislerinin de sahasının beton ile kaplı olması gerekmekte, yağma malzemesi ve saha içerisinde düzenli sulanması gerekmektedir. Yakıt olarak kömür, fueloil, doğalgaz, biyokütle vb. malzeme kullanan firmaların yakma kazanları düzenli periyodik bakımları yaptırılmalı ve ölçümleri zamanında yapılmalıdır. Yakma kazanlarına gazların ve partikül maddelerin tutulmasını sağlamak



amacıyla filtreleme (torba, sulu filtre, siklon filtre vb.) sisteminin olması ve düzgün çalışması gerekmektedir. Yakma işleminin düzgün olması çıkacak kirlilik değerini azaltacaktır.

## KAYNAKLAR

- Feng Z., Xu, Y., Kobayashi, K., Dai, L., Zhang, T., Agathokleous, E., Calatayud, V., Paoletti, E., Mukherjee, A., Agrawal, M., Park, R.J., Oak, Y.J., Yue, X., (2022). Ozone pollution threatens the production of major staple crops in East Asia. *Nat. Food*, 3, 47–56.
- Martins, N.R., da Graça, G.C., (2018). Impact of PM<sub>2,5</sub> in indoor urban environments: a review, *J Sustain.Cities Soc.*, 42, 259-275.
- Mersin Organize Sanayi Müdürlüğü (2018). “Mersin-Tarsus Organize Sanayi Bölgesi tarihçesi” 18.09.2023 tarihinde <http://www.mtosb.org.tr/sayfa/1/hakkimizda-tarihce/> adresinden erişildi.
- Mukherjee A., Singh Yadav, D., Agrawal, S.B.S.B., Agrawal, M., Yadav, D.S., Agrawal, S. B.S.B., Agrawal, M., (2021). Ozone a persistent challenge to food security in India: current status and policy implications. *Curr. Opin. Environ. Sci. Heal.*, 19, 100220.
- Pappa A., Kioutsioukis, I., (2021). Forecasting particulate pollution in an urban area: from Copernicus to sub-km scale. *Atmosphere* 12 (7), 881.
- Samset B.H., (2018). How cleaner air changes the climate. *Science* 360, 148–150.
- SKHKKY ,(2009). Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği,03.07.2009,27277.
- Tosun E., (2017). 2009-2016 Yılları Arasında Türkiye Hava Kalitesi Verilerinin Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi. Türkiye.
- TS 2342 (1976). Hava Kirliliği Ölçme Metotları Yönlendirilebilir Çökelti Ölçme Cihazı Kurma Ve Çalıştırma Metodu. Ankara. Türkiye.
- TS EN 12341 (2014). Ortam havası-Askıdaki tanecikli maddenin PM<sub>10</sub> veya PM<sub>2,5</sub> kütle derişimlerinin tayini için standart gravimetrik ölçme yöntemi, Ankara. Türkiye.
- Unger N., Zheng, Y., Yue, X., Harper, K.L., (2020). Mitigation of ozone damage to the world’s land ecosystems by source sector. *Nat. Clim. Change* 10, 134–137.
- Wang S., Gao, S., Li, S., Feng, K., (2020). Strategizing the relation between urbanization and air pollution: empirical evidence from global countries. *J. Clean. Prod.* 243, 1–10.
- Xia L., Lam, S.K., Kiese, R., Chen, D., Luo, Y., van Groenigen, K.J., Ainsworth, E.A., Chen, J., Liu, S., Ma, L., et al., (2021). Elevated CO<sub>2</sub> negates O<sub>3</sub> impacts on terrestrial carbon and nitrogen cycles. *One Earth* 4, 1752–1763.
- Zivin, J.G., Neidell, M., (2018). Air pollution’s hidden impacts. *Science* 359, 39–40.

## **GREEN SYNTHESIS OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES USING ORANGE PEEL EXTRACT: EXPLORING PHOTOCATALYTIC DYE DEGRADATION AND ASSESSING ANTIBACTERIAL ACTIVITY**

**Delil Sefkan KARAKULAK**

Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Mersin

**ORCID ID:** 0009-0005-3470-8837

**Zehranur ÇAYLALI**

Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Mersin

**ORCID ID:** 0009-0000-5563-4607

**Zeynep Görkem DOĞAROĞLU**

Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Mersin

**ORCID ID:** 0002-6566-5244

**Yağmur UYSAL**

Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Mersin

**ORCID ID:** 0002-7217-8217

### **ABSTRACT**

Nanoparticles are materials synthesized through physical, chemical, or biological methods, possessing diverse characteristics. This study focuses on the properties of zinc oxide nanoparticles (OP-ZnO NPs) obtained through an environmentally friendly and cost-effective green synthesis method. Nanoparticles have a wide range of potential applications, and this study emphasizes the advantages of using nanoparticles obtained through the green synthesis method, particularly in terms of photocatalytic dye degradation and antibacterial properties.

The green synthesis method often involves the use of environmentally friendly materials such as plant extracts. In this study, OP-ZnO NPs obtained using orange peel extracts were tested for their photocatalytic ability to degrade crystal violet dye. Additionally, the antibacterial properties of OP-ZnO NPs were investigated concerning their impact on gram-positive (*Staphylococcus aureus*) and gram-negative (*Escherichia coli*) bacteria. The significance of such environmentally friendly materials in nanotechnology lies in their potential to provide sustainable solutions for both environmental and health-related challenges. The green synthesis of zinc oxide nanoparticles can offer an eco-friendly and effective solution in both industrial applications and various biomedical fields.

**Keywords:** Antibacterial Potential, Green Synthesis, Nanoparticle, Orange peel, Photodegradation

## PORTAKAL KABUĞU EKSTRAKTINI KULLANARAK ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN SENTEZİ: FOTOKATALİTİK BOYA PARÇALAMA ETKİNLİĞİNİN VE ANTİBAKTERİYEL AKTİVİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### ÖZET

Nanopartiküller, genellikle fiziksel, kimyasal veya biyolojik yöntemlerle sentezlenen ve çeşitli özelliklere sahip olan materyallerdir. Bu çalışma, çevre dostu ve maliyet etkin bir yeşil sentez yöntemi kullanılarak elde edilen çinko oksit nanopartiküllerinin (OP-ZnO NPs) özelliklerine odaklanmaktadır. Nanopartiküllerin geniş bir uygulama potansiyeli vardır ve bu çalışma, özellikle fotokatalitik boya parçalanması ve antibakteriyel özellikler açısından yeşil sentez yöntemiyle elde edilen nanopartiküllerin kullanımının avantajlarını vurgulamaktadır.

Yeşil sentez yöntemi, genellikle bitki özütleri gibi çevre dostu malzemelerin kullanımını içerir. Bu çalışmada, portakal kabuğu özütleri kullanılarak elde edilen OP-ZnO NPs'nin fotokatalitik olarak kristal viole boya parçalama yeteneği test edilmiştir. Ayrıca, OP-ZnO NP'nin antibakteriyel özellikleri, gram-pozitif (*Staphylococcus aureus*) ve gram-negatif (*Escherichia coli*) bakterilere karşı olan etkisi üzerinde incelenmiştir. Bu tür çevre dostu malzemelerin nanoteknolojideki önemi, hem çevre hem de sağlık açısından sürdürülebilir çözümler sunma potansiyeli taşımaktadır. Çinko oksit nanopartiküllerinin yeşil sentez yöntemiyle elde edilmesi, hem endüstriyel uygulamalarda hem de çeşitli biyomedikal alanlarda çevre dostu ve etkili bir çözüm sunabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Antibakteriyel Özellik, Fotodegradasyon, Nanopartikül, Portakal kabuğu, Yeşil Sentez

### 1. INTRODUCTION

Due to its transdisciplinary nature and extensive range of applications, including those in medicine, catalysis, electronics, optical devices, water treatment, etc., metallic nanomaterials have attracted a great deal of attention recently and have emerged as one of the most researched disciplines (Hoseinpour and Ghaemi, 2018). Among these metal/metal oxide nanoparticles, ZnO, which has the second highest presence in metal oxides of the earth's crust, stands out as versatile, adaptable, safe (Umaralikhani and Jaffar, 2018) and inexpensive (Lakshmi Priya and Gopinath 2021). ZnO-NPs exhibit antifungal, catalytic, antibacterial, photovoltaic, UV filtering, electrical, anti-corrosive, and photochemical qualities. ZnO-NPs appear to be the best metallic nanoparticles for antibacterial activity, photocatalytic degradation, and photocatalysis for environmental remediation (Asik et al., 2019; Lal et al. 2022). The most promising synthesis method of ZnO-NPs appears to be the so-called "green

synthesis", which involves the use of certain microorganisms, fungi, or plant extracts to produce them in a green way compared to chemical or traditional production methods (Buazar et al., 2016; Aldeen et al. 2022; Dabhane et al. 2021). While a variety of secondary metabolites, such as flavonoids, saponins, phenolics, inositol, alkaloids, terpenes, amino acids, tannins, vitamins, and resins, are present in plant extract. Several plant extracts, including as *Berberis vulgaris* (Anzabi, 2018), *Scutellaria baicalensis* (Chen et al., 2019), *Phoenix dactylifera* (Rambabu et al., 2021), *Syzygium cumini* (Sadiq et al., 2021), *Myristica fragrans* (Faisal et al., 2021), and *Salvia rosmarinus* (Silva-Osuna et al., 2022) have been employed in the creation of ZnO nanoparticles, according to the literature.

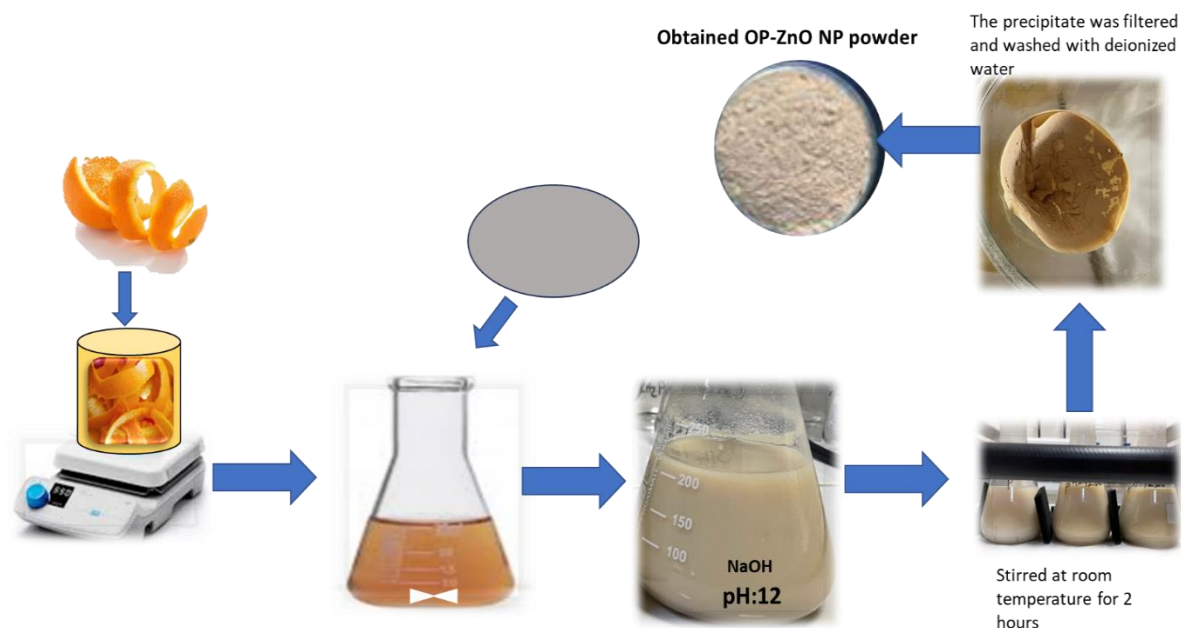
Orange fruit peels are used to make tea, tincture and natural medicine and essential oil, to obtain essential oil from its flowers and its raw fruits. In the current study, we produced ZnO-NPs by employing orange peel (OP) extracts as capping, stabilizing, and reducing agents. By using the SEM analysis characterization technic, the structure and morphology of the produced ZnO-NPs were determined. The green produced ZnO-NPs and to determine the effectiveness and antimicrobial effect of the obtained material in photocatalytic crystal violet (CV) dye degradation when exposed to visible light.

## **2. RESEARCH AND RESULTS**

### **2.1. Experimental Design**

#### **2.1.1. Preparation of the Orange peel extract and synthesized ZnO-NPs via green route**

The orange fruits were purchased from local market in Mersin, Turkey. The fruits were washed, peeled, cut into small pieces, and dried through overnight at room temperature. After drying process 100 mL deionized water, and 100 g of peels were added in a glass beaker. Then the peels were heated for 20 minutes at 80 °C. The aqueous extract was cooled at room temperature and filtered twice through Whatman filter paper. The green synthesis of the ZnO-NPs using orange peel (OP-ZnO-NPs) was conducted according to Abdullah, (2020) and briefly 33.33 g of the zinc acetate salt ( $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) was dissolved in 1000 mL distilled water. The 90 mL of orange peel extract was added to 150 mL zinc acetate solution. This mix solution was vigorously stirred for 10 min. and the pH was adjusted to 12.0 to complete the precipitation. After the pH adjustment the solution was continuously stirred for 2 h to produce OP-ZnO-NPs. The obtained precipitate of OP-ZnO-NPs was filtered and washed with deionized water. After the filtration, the precipitate was dried in an oven overnight at 60 °C. The obtained OP-ZnO-NPs was ground into a fine powder and stored for later usage. The synthesis scheme is given in the Figure 1.



**Figure 2.1.** the scheme of synthesis of OP-ZnO-NPs via green route

### 2.1.2. Characterization techniques

The morphology of OP-ZnO-NPs was determined via scanning electron microscopy (SEM, FEI, Quanta FEG 250) with Cu-K radiation.

### 2.1.3. Photocatalytic degradation of crystal violet (CV) dye

The OP-ZnO-NPs as a catalyst helped the visible-light photocatalytic activity against CV dye used in this study. The 10 ppm, 100 mL of CV were added to a beaker containing different concentration of OP-ZnO-NPs (0.05-0.5 g/100 mL). The solution was left in the dark for 30 min and then it was exposed to a daylight (Philips TL18 W\*3 lamp, 1700 lumen). This mix solution was stirred, and samples were withdrawn at every 15 min. The dye absorbance was analyzed in the range of 400–800 nm by using a UV–vis spectrophotometer (Hach Lange 3900). To obtain homogeneous mixture with dye and the catalysts, the system ventilated using an air-pump with ambient air (150 mL/min). Before to determine the color absorbance of the samples, they were centrifuged at 6000 rpm for 10 minutes. The color removal efficiency of the OP-ZnO-NPs, they were analyzed using a UV-VIS spectrophotometer and the degradation efficiency percentage was determined by the following equation (Eq.1). All the experiments were realized in triplicate.

$$\text{Color Removal Efficiency (\%)} = \frac{(C_0 - C_t)}{C_0} \times 100 \quad \text{Eq.1}$$

#### 2.1.4. Antibacterial Activity

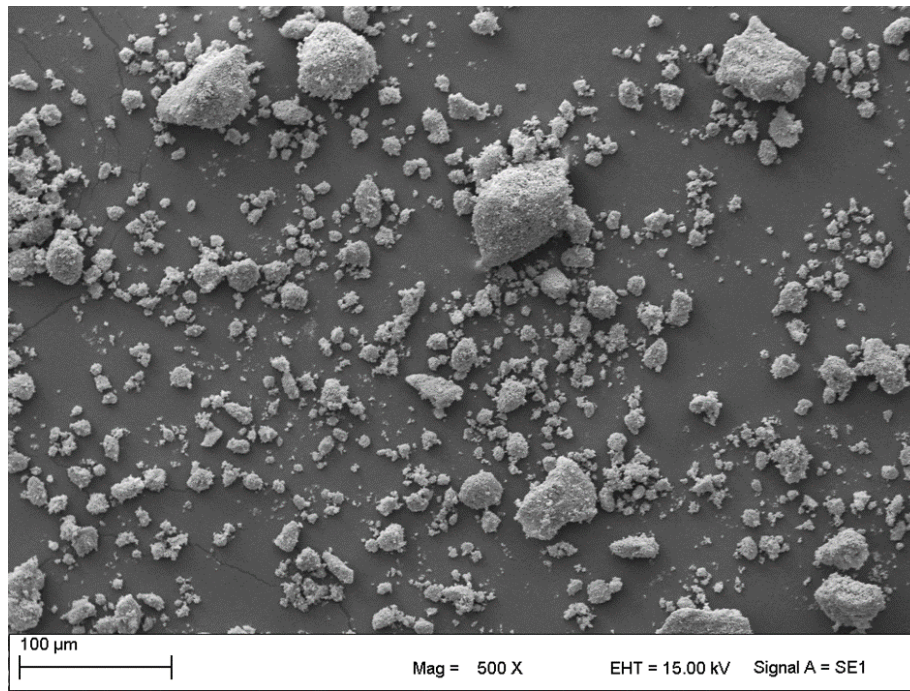
The antibacterial activity of synthesized OP-ZnO-NPs on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacterial colony, agar well diffusion method was used. The *S. aureus* and *E. coli* active culture were inoculated to a Tryptic Soy Broth (TSB) and incubated at 37 °C for 24 h and 5h (to obtain new active colonies), respectively. After the incubation, the bacterial cultures were transferred to tubes include TSB and their absorbance was determined at 625 nm (~ 10<sup>6-7</sup> cfu/mL). After obtaining new generation bacterial cultures, they were spread on the surface of TSA homogenously. Then, 10 mm diameter wells were formed in agar medium, and the wells were filled with 100 µL OP-ZnO-NPs (0.01, 0.02, 0.04 g/mL) which solved in DMSO (dimethyl sulfoxide, 10%) (Lal et al., 2022). The DMSO and antibiotic (Amoxicillin, 50 µg) were employed as a negative control (NC) and a positive control (PC), respectively. The petri dishes were left in an incubator at 37 °C through 24 h. The zone diameters were determined using Vernier caliper (Aldeen et al., 2022). All the tests were performed in triplicate.

### 2.2. Experimental Results

#### 2.2.1. Characterization of OP-ZnO-NPs

SEM analysis was realized to determine the surface morphology of synthesized OP-ZnO-NPs. Fig. 2.2 shows the morphological structure of OP-ZnO-NPs. According to Fig. 2.2, It has been observed that they have an amorphous structure and tend to clump. The synthesis condition and also the plant extract were the key role in the morphological properties of synthesized ZnO-NPs. The high pH value effects the amount of H<sup>+</sup> and OH ions, which has effect on the structure, morphology, and formation of ZnO-NPs, thus smaller nanoparticles can be formed. Due to the present of OH ions, strong Zn-O bonds in the structure can be developed (Wahab et al., 2009).

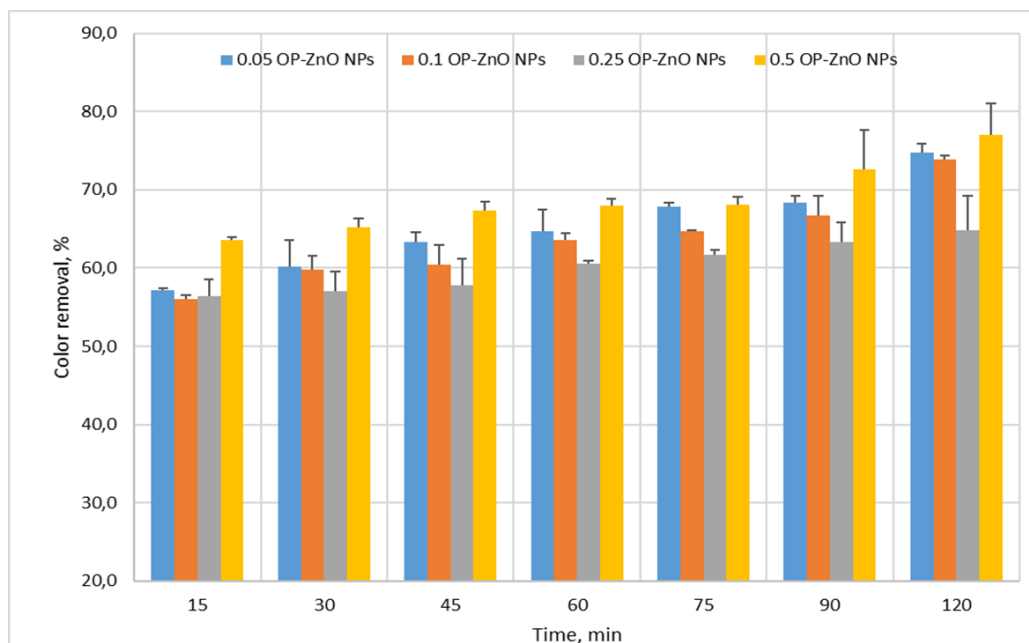




**Figure 2.2.** SEM images of OP-ZnO-NPs prepared with magnifications of 500×

### 2.2.2. Photodegradation of crystal violet (CV)

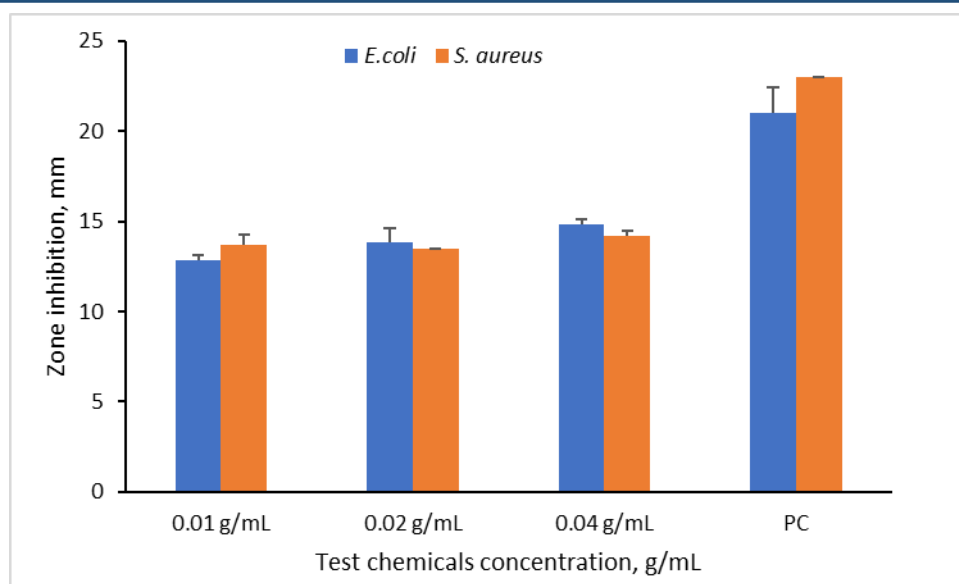
The photodegradation of crystal violet (CV) dye using OP-ZnO-NPs was shown in Fig. 2.3. It was observed that the lowest concentration of OP-ZnO-NPs (0.05 g/100 mL CV) was the most effective concentration in terms of cost/benefit under daylight lamps (18 W, 1700 lumen) after 120 min. Besides that, while the increasing OP-ZnO-NPs concentration increased the dye degradation at whole time interval, except the concentration of 0.25 mg/100 mL OP-ZnO-NPs. Although, the maximum dye degradation was determined at the concentration of 0.5 g/100 mL OP-ZnO-NPs after 120 min, the efficient OP-ZnO-NPs concentration was observed at 0.05 g/100 mL. These results different from our previous study. We determined the maximum color removal efficiency in 0.25 g/100 mL ZnO-NPs which green synthesized using banana peel extract (BP-ZnO-NPs) while, the concentration of 0.05 g/100 mL BP-ZnO NPs had not affect on the CV dye degradation (Doğaroğlu and Uysal, 2022).



**Figure 2.3.** Photocatalytic crystal violet dye degradation using synthesized OP-ZnO-NPs at different concentration under daylight lamps

### 2.2.3. Antibacterial Activity of OP-ZnO-NPs

To determine the antibacterial activity of OP-ZnO-NPs on gram-positive and gram-negative bacteria were performed. The average diameters of zone inhibition of OP-ZnO-NPs on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* were given in the Figure 2.4. It was determined that the maximum average zone inhibition was determined for *E. coli* (gram-negative) as 14.83 mm and for *S. aureus* (gram-positive) bacteria as 14.17 mm at the concentration of 0.04 mg /mL OP-ZnO-NPs. The positive control (antibiotic) showed the effects on these two different bacterium types as 21 mm and 23 mm, respectively. Besides that, there were an effectiveness of OP-ZnO-NPs on two types of bacteria, but it was determined that the synthesized OP-ZnO-NPs was not effective as well as antibiotic. Also, it was determined that the OP-ZnO-NPs had more effectiveness on *E. coli* than *S. aureus* with increasing NPs concentration. Results showed that the maximum inhibition percentage was determined at the concentration of 0.04 mg/ml OP-ZnO-NPs on *E. coli* as 70.6% and on *S. aureus* as 61.6%.



**Figure 2.4.** Antibacterial activity of OP-ZnO-NPs on *S. aureus* and *E. coli*

### 3. CONCLUSION

- In this study, it was evaluated whether ZnO NPs synthesized using orange peel extract could serve as a potential photocatalyst in the decolorization of water contaminated with crystal violet (CV) dye. Additionally, its potential antibacterial properties were evaluated on gram-positive and gram-negative bacteria.
- The results showed that the green synthesized OP-ZnO-NPs could be used as photocatalysts for the degradation of crystal violet dye even at low concentration (0.05 g/100 mL).
- It was also determined that green synthesis ZnO-NPs using orange peel extract had an inhibitory effect of 61.6% and 70.6% on *S. aureus* and *E. coli*, respectively.

### REFERENCES

- Abdullah F.H., Abu-Bakar N.H.H., Abu Bakar M. (2020). Low temperature biosynthesis of crystalline zinc oxide nanoparticles from *Musa acuminata* peel extract for visible-light degradation of methylene blue. *Optik - International Journal for Light and Electron Optics*, 206, 164279.
- Aldeen T. S., Mohamed H. E. A., Maaza M. (2022). ZnO nanoparticles prepared via a green synthesis approach: Physical properties, photocatalytic and antibacterial activity. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 160, 110313.
- Anzabi Y. (2018). Biosynthesis of ZnO nanoparticles using barberry (*Berberis vulgaris*) extract and assessment of their physico-chemical properties and antibacterial activities. *Green Process. Synth.* 7, 114–121.
- Asik R.M., Gowdhami B., Mohamed Jaabir M.S., Archunan G., Suganthy N. (2019). Anticancer potential of zinc oxide nanoparticles against cervical carcinoma cells synthesized via biogenic route using aqueous extract of *Gracilaria edulis*. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 103:109840.

- Buazar F., Baghlani-Nejzad M.H., Badri M., Kashisaz M., Khaledi-Nasab A., Kroushawi F. (2016). Facile one-pot phytosynthesis of magnetic nanoparticles using potato extract and their catalytic activity. *Starch/Stärke*, 68, 796–804.
- Chen L., Batjikh I., Hurh J., Han Y., Huo Y., Ali H., Li J.F., Rupa E.J., Ahn J.C., Mathiyalagan R. (2019). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles from root extract of *Scutellaria baicalensis* and its photocatalytic degradation activity using methylene blue. *Optik*, 184, 324–329.
- Dabhane H., Zate M., Bharsat R., Jadhav G., Medhane V. (2021). A novel bio-fabrication of ZnO nanoparticles using cow urine and study of their photocatalytic, antibacterial and antioxidant activities, *Inorganic Chemistry Communications*, 134, 108984.
- Faisal S., Khan M.A., Jan H., Shah S.A., Abdullah Shah S., Rizwan M., Ullah W., Akbar M.T., Redaina (2021). Edible mushroom (*Flammulina velutipes*) as biosource for silver nanoparticles: from synthesis to diverse biomedical and environmental applications. *Nanotechnology*, 32(6), 065101.
- Hoseinpour V., Ghaemi N. (2018). Green synthesis of manganese nanoparticles: Applications and future perspective-A review. *J Photochem Photobiol B.*, 189:234-243. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2018.10.022.
- Lakshmipriya T., Gopinath S.C.B. (2021). Introduction to nanoparticles and analytical devices, Editor(s): S.C.B. Gopinath, F. Gang, *Nanoparticles in Analytical and Medical Devices*, Elsevier, pp. 1-29.
- Lal S., Verma R., Chauhan A., Dhatwalia J., Guleria I., Ghotekar S., Thakur S., Mansi K., Kumar R., Kumari A., Kumar P. (2022). Antioxidant, antimicrobial, and photocatalytic activity of green synthesized ZnO-NPs from *Myrica esculenta* fruits extract. *Inorganic Chemistry Communications*, 141, 109518.
- Rambabu K., Bharath G., Banat F., Hai A., Show P.L., Nguyen H.P. (2021). Ferric oxide/date seed activated carbon nanocomposites mediated dark fermentation of date fruit wastes for enriched biohydrogen production, *International Journal of Hydrogen Energy*, 46:31, 16631-16643.
- Sadiq M., Bharti K., Adil M., Singh R. (2021). Why do consumers buy green apparel? The role of dispositional traits, environmental orientation, environmental knowledge, and monetary incentive, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 62, 102643.
- Silva-Osuna E.R., Vilchis-Nestor A.R., Villarreal-Sanchez R.C., Castro-Beltran A., Luque P.A. (2022). Study of the optical properties of TiO<sub>2</sub> semiconductor nanoparticles synthesized using *Salvia rosmarinus* and its effect on photocatalytic activity. *Optical Materials*, 124, 112039.
- Umaralikhani L., Jaffar, J.M.M. (2018). Green Synthesis of MgO Nanoparticles and its Antibacterial Activity. *Iran J Sci Technol Trans Sci.*, 42, 477–485.
- Wahab R., Ansari S., Kim Y.S., Song M., Shin H.-S. (2009). The role of pH variation on the growth of zinc oxide nanostructures. *Appl. Surf. Sci.* 255, 4891–4896.

## ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜMLER: TÜRKİYE’DE SIFIR ATIK VE DEPOZİTO SİSTEMİ

**Burcu TEKİN GEBEN**

Cukurova University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Balcalı

**Arş. Gör. Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ**

Cukurova University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Balcalı

**ORCID ID: 0000-0003-3331-3209**

**Prof. Dr. Güray KILINÇÇEKER**

Cukurova University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry Balcalı

**ORCID ID: 0000-0003-3030-4518**

### ÖZET

Çevresel sürdürülebilirlik hususu tüm Dünya’da tartışılan önemli bir gündem maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda dikkat edilmesi bir adım olan atık yönetimi kavramı yeryüzündeki kaynakların daha etkili kullanılabilmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi amacıyla 19. yüzyıldan itibaren ele alınarak günümüze kadar ulaşmıştır. 1970’li yılların başında ise çevresel hareketlerin başlamasıyla birlikte atık yönetiminde sıfır atık politikasının temelleri atılarak çevresel duyarlılığın arttığı ve sürdürülebilirlik ilkelerinin vurgulandığı bir sürecin başlaması gerçekleşmiştir.

Atık yönetimi konusunda sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile paralel ilerleyecek şekilde Türkiye’de son yıllarda önemli adımlar atılmıştır. Bu adımların başında 2003 yılında ülkemizde atık yönetimi sorunları ile ilgili Atık Yönetimi Çalıştay’ı gerçekleştirilerek atık yönetimi hususundaki çalışmalar hızlandırılmıştır. Devamında ise sürdürülebilir atık yönetiminin teşkil edilmesi amacıyla Sıfır Atık Projesi başlatılmıştır. Sıfır atık politikaları gereği atık üretiminin azaltılması, geri dönüşümün önemi ve teşviği, geri kazanımın artırılması başta olmak üzere çevresel sürdürülebilirliği yaygınlaştırması gibi temel hedefleri daha da belirgin hale getirerek yasal mevzuat kapsamında önemli adımlar atılmıştır.

Bu derleme çalışmada atık yönetimi ile ilgili çözüm arama sürecinin Sıfır Atık Projesine kadar olan süreçte yapılan çalışmaları hakkında tarihsel gelişim süreci anlatılmıştır. Ulusal çapta bir bilinç oluşması için depozito sisteminin uygulanmasının gereklerinin değerlendirildiği bu çalışmada sıfır atık projesi ve depozito sisteminin birlikte uygulanması ile elde edilecek kazanımlar ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Atık azaltma, yeniden kullanım, geri kazanım, atık yönetimi, katı atık

## ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE SOLUTIONS: ZERO WASTE AND DEPOSIT SYSTEM IN TURKEY

### ABSTRACT

Environmental sustainability is an important agenda item discussed all over the world. The concept of waste management, which is a step to be taken into consideration in this context, has been discussed since the 19th century in order to use the resources on earth more effectively and ensure environmental sustainability. With the beginning of environmental movements in the early 1970s, the foundations of the zero waste policy in waste management were laid, a process in which environmental awareness increased and sustainability principles were emphasized began.

Significant steps have been taken in Turkey in recent years regarding waste management in line with the sustainable development goals. At the beginning of these steps, the Waste Management Workshop on waste management problems was held in our country in 2003 and the studies on waste management were accelerated. Subsequently, the Zero Waste Project was initiated in order to establish sustainable waste management. In accordance with zero waste policies, important steps have been taken within the scope of legal legislation by making the basic goals such as reducing waste production, the importance and encouragement of recycling, increasing recovery and popularizing environmental sustainability even more clear.

In this compilation study, the historical development process of the solution search process regarding waste management until the Zero Waste Project is explained. In this study, where the requirements of implementing the deposit system in order to raise national awareness are evaluated, the gains to be achieved by implementing the zero waste project and the deposit system together are discussed.

**Keywords:** Waste reduction, reuse, recovery, waste management, solid waste

### 1. ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sürdürülebilirlik, insanların gündelik ihtiyaçlarını karşılarken, bugünkü kaynakların gelecek nesillere de aktarılması için atılması gereken süreçler bütünüdür. Sürdürülebilirlik kavramı günümüzün hammaddelerini tüketirken geleceği de düşünerek uygulanan politikaların somutlaştırılmış adımlarıdır. Tüketim gerçekleşirken çevresel etkilerin en aza indirilerek doğal kaynakların korunması ve ekosistemin korunması amacıyla insan hakları doğrultusunda atılması gereken ekosistem odaklı uygulamaların bir tanımıdır (Tunca, 2021; Küçük ve Güneş, 2013).



Sürdürülebilirlik kavramı kişisel ya da bölgesel olarak düşünülmelidir. Bir bireyin kendi başına meydana getirebileceği kirlilik bir bölgedeki diğer bireyler ile birlikte bütüncül sonuçlara sebep olmaktadır. Bu durum ise küreselleşen bir doğrultuda birbirleri ile ilişkilendirilerek bütüncül olarak çevremizi tehdit etmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilirlik, dünya genelinde dikkat edilmesi ve uygulanması gereken küresel bir zorunluluktur (Süklüm, 2022; Kayar ve Kutlu, 2022).

Tüm dünyada çevresel sürdürülebilirlik, doğanın korunması ve atık yönetimi konuları gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Sürdürülebilirlik, doğal kaynakların daha etkin kullanılması ve çevreyi koruma amacı güden, çevresel sorunlar ve iklim değişikliği gibi zorluklarla başa çıkabilmek adına önemli bir kavramdır. Çevresel sürdürülebilirlik için çeşitli politika, strateji ve uygulamaların benimsenmesi gerekmektedir.

## **2. SIFIR ATIK KAVRAMI**

Sıfır atık kavramı ilk olarak 1970'li yıllarda Dr. Paul Palmer tarafından kimyasal atıkların yeniden değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Avustralya'nın başkenti Canberra'da 1996 yılında başlayan ve 2010 yılına kadar süren 'No Waste (atıksız)' tasarısı neticesinde ise sıfır atığın temelleri atılarak uygulamaya geçilmiştir. Canberra şehrinde atılan bu büyük çevresel olay neticesinde yerel olarak başlayan sıfır atık politikaları küreselleşerek evresel bir duruma gelmiştir (Bilgili, 2021; Gül ve Yaman, 2021).

Sıfır atık kavramı, doğal kaynakların korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve ekonomik faydalar sağlanması için önemli bir konudur. Sıfır atık, atıkların kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi veya enerjiye dönüştürülmesi yoluyla bertaraf edilmesini amaçlayan bir yaklaşımdır. Sıfır atık hem bireysel hem de kurumsal düzeyde uygulanabilir. Bireyler, evde veya iş yerinde atıklarını ayrıştırarak, gereksiz tüketimden kaçınarak, yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir ürünleri tercih ederek sıfır atığa katkıda bulunabilirler. Kurumlar ise atık azaltma planları hazırlayarak ve çevre bilincini artırarak sıfır atığa destek olabilirler. Sıfır atık ve atık yönetimi, sürdürülebilir bir gelecek için hepimizin sorumluluğudur (Bulut ve Şengün, 2023; Bursalıgil, 2019).

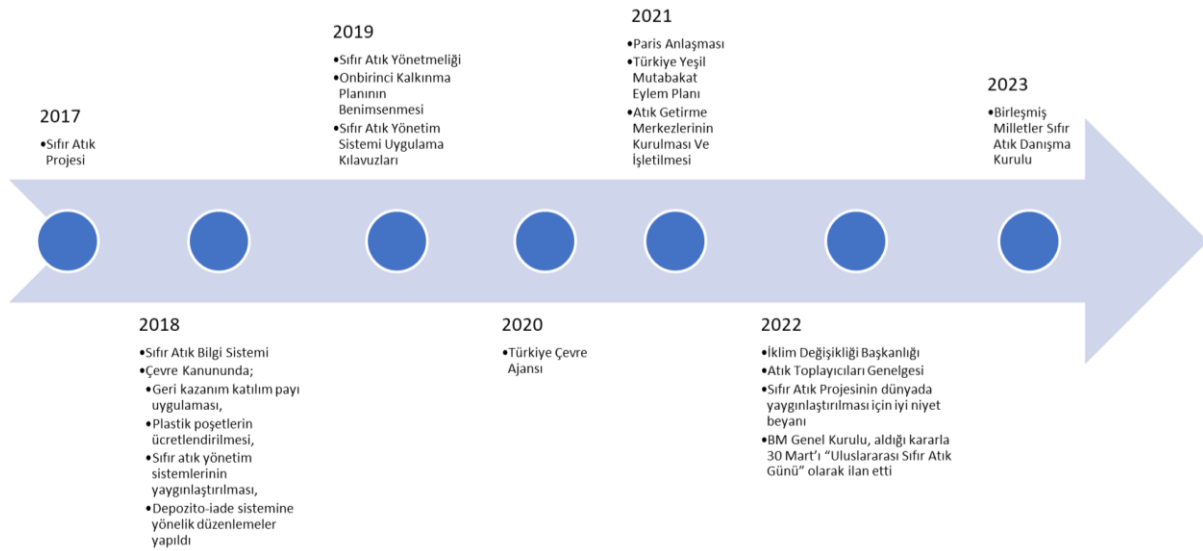
Sıfır atık, çevreyi korumak, doğal kaynakları korumak ve ekonomik fayda sağlamak için bir hedeftir. Sıfır atık yaklaşımı, atıkları bir sorun değil, bir kaynak olarak görür. Atıklar, kaynağında ayrı toplanarak sınıflandırılır. Atıklar birbirleriyle kontamine olmadığı için geri dönüşüm ve geri kazanım süreçlerine hazır halde dönüşüm noktalarına ulaşır. Atıklar yeniden kullanılabilir malzeme haline getirilir ya da enerji üretiminde kullanılmak üzere geri kazanılır.

Bu bağlamda ülke bazında benimsenen bir politika çerçevesinde, atık yönetimi stratejileri belirlenir ve uygulanır. Hem bireylerin hem de kurumların sorumluluk almasını ve çeşitli stratejilerle atık üretimini azaltması hedeflerinde sıfır atık politikası uygulanmalıdır. Geri dönüşüm, malzeme tasarrufu, tekrar kullanım ve atık azaltma stratejileri, sıfır atık hedeflerine ulaşmada kilit rol oynar (Yıldırım ve Salman Akın, 2022; Gürsoy Haksevenler, 2020).

### 3. TÜRKİYE’DE SIFIR ATIK PROJESİ

Atık yönetiminin gündeme alınması Türkiye’nin Avrupa Birliğine katılım süreci ile paralellik göstermektedir. Birçok alanda olduğu gibi çevre politikası alanında da Türkiye’den AB müktesebatına uyum sağlanması talep edilmiştir. Mevcut mevzuatın AB çevre politikasına uygun şekilde düzenlenmesi gerekliliği nedeniyle bazı değişiklikler yapılmıştır (Mısır ve Arıkan, 2022).

2003 yılında Türkiye’deki atık sorunlarına çözüm bulma amacıyla Atık Yönetimi Çalıştay düzenlenmiştir. Bu Çalıştay Türkiye’nin atık yönetim politikalarının belirlenmesine katkı sağlamıştır. Bu süreçte yıllar içerisinde küresel bir politika olan Sıfır Atık Projesi başlatılmıştır. Proje 2017 yılında başlamıştır. Sıfır Atık Projesi, Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülen bir çevresel sürdürülebilirlik projesidir. İlgili süreç Şekil 1.’de yer almaktadır (Link 1).



Şekil 1. Türkiye’deki sıfır atık süreci (Link 1)

Bu süreçte elde edilen bazı olumlu sonuçları; atık miktarında azalma ve geri dönüşüm oranlarında artış, yerel yönetimler ve kurumların sıfır atık hedeflerine yönelik proje ve alt

yapı çalışmaları ve toplumun sıfır atık bilincinin artması olarak ele alabiliriz. Sıfır atık süreci çevresel sürdürülebilirlik adına önemli bir adım olmuştur (Yıldırım ve Salman Akın, 2022; Mısır ve Arıkan, 2022; Bilgili, 2021). Sıfır atık uygulamaları ile atık miktarının azalması ve atıkları ekonomiye kazandırılarak çevre kirliliğini önlenmesi hedeflenmiştir. Bu hususta kamu kurum ve kuruluşları ile birlikte özel sektör başta olmak üzere çeşitli dernekler ve sivil savunma birlikteleri ortak çalışmalar sürdürmektedir.

#### **4. DEPOZİTO SİSTEMİ VE TÜRKİYE'DE UYGULAMASI**

Depozito sistemi, tüketicilerin ürün satın aldıklarında, ambalaj için bir depozito ödemesi yapmalarını durumudur. Çevreye zarar verebilecek ürünlerin fiyatlarına belirli bir miktar eklenmesi ve ürünler atık durumuna geldiğinde ilave ücretin iade edilmesi şeklinde tanımlanabilir. Bu sayede, atıkların azaltılması ve geri dönüşümü teşvik edilir. Depozito sisteminde bir ürün alındığında ve atık durumuna düştüğünde iade edilmemesi durumunda çevre açısından bir zararın oluşmadığını düşünebiliriz. Depozito ücretini çevreye verilen zararın karşılığı olarak en başta ödenmiş olmaktadır (Eren ve Taşarsu, 2023; Akdağ ve ark., 2018).

Türkiye Çevre Ajansı (TÜÇA), 24/12/2020 tarihli ve 7261 sayılı Kanun ile depozito yönetim sisteminin ulusal düzeyde kurulması ve işletilmesi için yetkilendirilmiş bir kamu kurumudur. TÜÇA, “Depozito Sistem Yöneticisi” sıfatıyla depozito yönetim sisteminin tüm aşamalarını değerlendirecek, düzenleyecek ve denetleyecektir. Depozito uygulaması, 01/01/2022 tarihinden itibaren tüm Türkiye’de yürürlüğe girecektir. Bu uygulamanın pilot bölgesi olarak Kızılcahamam belirlenmiş ve sistem burada test edilmektedir. Depozito Yönetim Sisteminin 2023 yılı sonuna kadar tamamlanması ve 2024 yılı başında zorunlu kılınması planlanmaktadır. Sistemin kapsadığı ambalajlar, yükümlüler, ambalaj kriterleri, yetkilendirme ve lisanslama işlemleri, mali yükümlülükler, izleme ve denetim kriterleri TÜÇA tarafından belirlenecek ve ilan edilecektir (Link 2).

Depozito sistemi, tek kullanımlık ambalajların geri dönüşümünü teşvik etmek için tasarlanmış bir uygulamadır. Bu sistemde, içecek kutuları, piller, araç lastikleri, motor yağları ve tüketici elektroniği ürünleri gibi atıklar depozitolu olarak satılmakta ve geri getirildiğinde bir ücret iadesi yapılmaktadır. Türkiye’de bu sistemin ilk aşamasında cam, PET ve alüminyum malzemeden yapılmış içecek ambalajları kapsam dahilinde olacaktır. Depozitolu ambalajlar Ajans'ın belirlediği standartlara uygun olarak üretilip piyasaya sunulacak ve boş ambalajlar toplanıp geri dönüşüm tesislerine sevk edilecektir. Bu süreçlerin verimli bir şekilde

yürütülmesi için bir veri sistemi kurulacak ve veriler anlık olarak paylaşılabilir, izlenebilir ve raporlanabilecektir (Link 2; Arslan Ağar, 2021; Topal ve Bilgili, 2015).

Depozito yönetim sisteminin başarısı, sistemin denetlenmesi ve izlenmesi için bilişim altyapısına bağlıdır. Bu altyapı sayesinde, malzeme, veri ve para akışı tek bir platformda kapalı bir döngü halinde kontrol edilmesi sağlanacaktır. Zorunlu Depozito Yönetim Sistemi sayesinde tüm süreçlerin verilerinin anlık olarak paylaşılabilir, yönetilebilir, izlenebilir, raporlanabilir kapsamlı bir veri sistemi ile yürütülerek sistem kontrollü bir şekilde işletilecektir.

## 5. SONUÇ

Sıfır Atık Projesinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için Depozito Yönetim Sistemi uygulaması önemli bir rol üstlenmektedir. Geri dönüşüm hedeflerine ulaşmak için etkin bir model olacaktır. Başarılı bir toplama sistemi oluşturmak ve toplama miktarlarını yükseltme hususunda Sıfır Atık Projesi için etkili olacaktır. Depozitolu boş ambalajlar temiz bir şekilde toplanacak ve üst kalitede ham madde üretmek için gerekli alt yapı kurulmuş olacaktır. Ham madde üretimi sırasında doğal kaynaklar kullanılmadığı için enerjiden tasarruf sağlanacaktır. Yeni iş kollarının oluşmasına ve istihdam olanaklarına neden olacaktır. Yerel yönetimlerin bazında toplama ve sınıflandırma kolaylığı sağlayacak ve atık bertaraf maliyetini düşürecek için ülke ekonomisine ekonomik katkı sağlanacaktır. Tüketicileri geri dönüşüm konusunda teşvik edici rol üstlenmesiyle toplumda çevresel sorumlulukların yerine getirilmesi bilinci oluşur. Sıfır Atık Projesi ve Depozito Sisteminin etkin bir şekilde işleyebilmesi için kamu kurumları, yerel yönetimler ve özel sektör arasındaki koordinasyon etkili denetim, eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarıyla yapılmalıdır. İki sistem bir arada kullanılarak çevre koruma ve atık yönetimi açısından birçok olumlu etki beraberinde ortaya çıkacaktır.

## KAYNAKÇA

- Akdağ, H. C., Kazdaloğlu, E., Yenihayat, E., Konyalıoğlu, A. K., 2018. Ambalaj Atıklarının Kaynakta Ayrıştırılmasına Yönelik Sistem Tasarımı Ve Finansal Analizi. *PressAcademia Procedia*, 7(1), 131-138. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2018.868>.
- Arslan Ağar, D., 2021. Sürdürülebilir Ambalaj Kapsamında Tüketicilerin Depozitolu Ürün Satın Alma Niyetine Yönelik Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman.
- Bilgili, M. Y., 2021. Sıfır Atık Yaklaşımının Kökenleri Ve Günümüzdeki Anlamı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (40), 683-703. doi: 10.46928/iticusbe.787711.
- Bulut, A., Şengül, H., 2023. Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Projesinin Değerlendirilmesi: İstanbul İli Örneği. *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 85-97. <https://doi.org/10.55050/sarad.1224470>
- Bursalıgil, G., 2019. Giysi Tasarımında Sıfır Atık Yöntemlerinin ve Uygulamalarının İncelenmesi. *Uluslararası Disiplinlerarası Ve Kültürlerarası Sanat*, 4(7), 81-100.

- Gül, M. ve Yaman, K., 2021. Türkiye’de Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Projesinin Değerlendirilmesi: Ankara Örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(4), 1267-1296. <https://doi.org/10.16951/atauniiibd.870434>
- Gürsoy Haksevenler, B. H., Kavak, F. F., Akpınar, A., 2020. Sıfır Atık Yönetimi, Marmara Üniversitesi Anadoluhisarı Kampüsü Örneği. *Kent Akademisi*, 13(4), 722-735. <https://doi.org/10.35674/kent.798900>.
- Eren, Z. ve Taşarsu, N., 2023. Katı Atıkların Geri Dönüşümü İçin Depozito İade Sisteminin Önemi: Kızılcahamam Pilot Uygulaması Örneği. *Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik*, 24(2), 65-74.
- Kayar, İ. ve Kutlu, S. Z., 2022. Kentsel Dirençlilik ve Çevresel Sürdürülebilirlik İlişkisi Üzerine Bir Değerlendirme. *TroyAcademy*, 7(2), 178-204. <https://doi.org/10.31454/troyacademy.1088372>.
- Küçük M. ve Güneş, G., 201). *Sivil Toplum Kuruluşları Ve Çevresel Sürdürülebilirlik. Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5(2), 298-311.
- Link 1. <https://sifiratik.gov.tr/guncel/sifir-atik-yolculugu>, Erişim Tarihi: 08.12.2023.
- Link 2, <https://www.tuca.gov.tr>, Erişim Tarihi: 08.12.2023.
- Mısır, A. ve Arıkan, O., 2022. Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye’de Döngüsel Ekonomi ve Sıfır Atık Yönetimi. *Çevre İklim Ve Sürdürülebilirlik*, 23(1), 69-78.
- Süklüm, N., 2022. Çevresel Sürdürülebilirliğin Önemli Aktörlerinden Belediyelerde Çevresel Maliyetler: Büyükşehir Belediyeleri Özelinde Bir Araştırma. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 17(1), 60-74.
- Topal, A. ve Bilgili, M.Y., 2015. Bir Çevre Politikası Aracı Olarak Depozito-Geri Ödeme Sisteminin Avantajları ve Dezavantajları, 2 (5), 423-437.
- Tunca, H., 2021. Türkiye’deki İllerin Çevresel Etkinliğinin Ölçülmesi. *Uluslararası Ekonomi Ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi*, 5(12), 47-57.
- Yıldırım, N., Salman Akın, B., 2022. Sıfır Atık Projesi: Ambalaj Atıklarının Ayrı Toplanması, Ankara Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1), 33-46.

**KATI ATIK YÖNETİMİ VE KARBON AYAK İZİ İLİŞKİSİ****Burcu TEKİN GEBEN**

Cukurova University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Balcalı

**Arş. Gör. Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ**

Cukurova University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Balcalı

**ORCID ID: 0000-0003-3331-3209****Prof. Dr. Güray KILINÇÇEKER**

Cukurova University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry Balcalı

**ORCID ID: 0000-0003-3030-4518****ÖZET**

Küresel bağlamda yıllar içinde atık sorunu büyüyerek çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara neden olmuştur. Artan nüfus ve tüketim, hızlı kentleşme, değişen tüketim alışkanlıkları, ambalaj malzemelerinin aşırı kullanımı, endüstrileşme ve sanayi atıkları, bilinçsiz ya da yetersiz atık yönetim stratejilerinden dolayı atık sorunu oluşmuştur. Atık miktarının artması çevre ve insan sağlığına zarar vermeden bertaraf edilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu süreç sonunda katı atık yönetimini zorunlu kılan bir anlayış meydana gelmiştir.

Katı atıklar, insan faaliyetlerinin bir yan ürünü olarak katı formda ortaya çıkan atıklardır. Atık üretimi sırasında atmosferdeki sera gazlarının miktarı artar ve dolayısıyla küresel ısınmayı etkiler. Katı atıkların yönetiminin küresel ısınmanın etkilerini azaltmak için yapılması önem teşkil etmektedir. Küresel ısınmanın en büyük nedenlerinden biri atmosferde bulunan sera gazı miktarının artmasıdır.

Karbon ayak izi bir bireyin veya kuruluşun faaliyetleri sonucunda atmosfere saldıgı sera gazlarının karbondioksit (CO<sub>2</sub>) cinsinden karşılığını temsil etmektedir. Özellikle insan faaliyetlerinin yan ürünü olan katı atıkların karbon salınımı üzerindeki etkilerinin incelenerek karbon ayak izi azaltıcı tedbirlere odaklanılması gerekmektedir. Katı atık yönetimi, karbon ayak izini etkileyen bazı faktörlerle doğrudan ilişkilidir. Bu derleme çalışmada katı atık yönetimi uygulamalarının karbon salınımı üzerindeki etkilerini anlamak amaçlanmıştır. Atıklar ve katı atık yönetimi hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca katı atık yönetiminin doğrudan ya da dolaylı olarak sera gazı emisyonlarının azaltılması üzerine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çevre kirliliği, sürdürülebilirlik, iklim değişikliği, sıfır atık



## SOLID WASTE MANAGEMENT AND CARBON FOOTPRINT RELATIONSHIP

### ABSTRACT

In a global context, the waste problem has grown over the years and caused environmental, economic and social problems. Waste problems have arisen due to increasing population and consumption, rapid urbanization, changing consumption habits, excessive use of packaging materials, industrialization and industrial waste, and unconscious or inadequate waste management strategies. The increase in the amount of waste has revealed the need to dispose of it without harming the environment and human health. At the end of this process, an understanding that makes solid waste management mandatory has emerged.

Solid wastes are wastes that occur in solid form as a by-product of human activities. During waste generation, the amount of greenhouse gases in the atmosphere increases and therefore affects global warming. It is important to manage solid waste to reduce the effects of global warming. One of the biggest causes of global warming is the increase in the amount of greenhouse gases in the atmosphere.

Carbon footprint represents the equivalent of greenhouse gases, in terms of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), that an individual or organization releases into the atmosphere as a result of its activities. It is necessary to focus on measures to reduce carbon footprint, especially by examining the effects of solid waste, which is a by-product of human activities, on carbon emissions. Solid waste management is directly related to some factors that affect the carbon footprint. This review study aimed to understand the effects of solid waste management practices on carbon emissions. Information was given about waste and solid waste management. Additionally, findings regarding the impact of solid waste management on reducing greenhouse gas emissions directly or indirectly are included.

**Keywords:** Environmental pollution, sustainability, climate change, zero waste

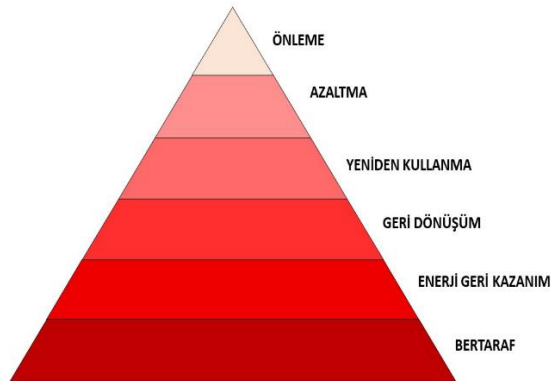
### 1. KATI ATIK YÖNETİMİ

Katı atık, “evsel, ticari ve/veya endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan, tüketici tarafından artık işe yaramadığı gerekçesiyle atılan, fakat, çevre ve insan sağlığı ile birlikte diğer toplumsal faydaları nedeniyle düzgün bir şekilde bertaraf edilmesi gereken maddeler” olarak tanımlanır. Başka bir deyişle, kullanım ömrü biten ve yaşam alanımızdan uzaklaştırmamız zorunlu olan her çeşit katı malzeme katı atık kapsamındadır. Katı atıklar, kentsel katı atıklar, evsel katı atıklar, endüstriyel katı atıklar, tehlikeli katı atıklar, tıbbi katı atıklar , inşaat ve yıkım katı

atıkları, tarımsal katı atıklar, biyolojik bozunur ve biyolojik bozunmaz katı atıklar olmak üzere çeşitli gruplara ayrılır (Bilgili 2020, Palabıyık ve Altunbaş, 2004).

Katı atık yönetimi, katı atıkların toplanması, işlenmesi, tasfiyesi ve yeniden işlenerek kullanılması için gereken planlamaların tamamı biçiminde oluşmaktadır. Atık yönetiminin amacı, atıkların çevre üzerindeki etkilerini en aza indirmek veya yok etmektir. Bu amaç gerçekleştirilirken depolama, yakma, azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yöntemlerini de içeren tüm atık yönetimi teknolojileri kullanılır (Güler, 2008). Atık hiyerarşisi, atık yönetiminde kullanılan bir kavramdır. Atık hiyerarşisi, atık oluşumunu ve çevresel etkilerini azaltmak için atıkların nasıl ele alınması gerektiğini sıralayan bir piramittir.

Atık hiyerarşisinin en üst basamağı atık önlemedir. Bu, atık üretimini tamamen ortadan kaldırmak veya en aza indirmek anlamına gelir. Atık önleme, ürün tasarımı, ambalajlama, tüketim alışkanlıkları ve yeniden kullanım gibi stratejileri içerir. Atık hiyerarşisinin ikinci basamağı atık hazırlama veya geri dönüşümdür. Bu, atıkları yeni ürünler veya malzemeler olarak yeniden işlemek anlamına gelir. Geri dönüşüm, kaynak verimliliğini artırır, enerji tasarrufu sağlar ve sera gazı emisyonlarını azaltır. Atık hiyerarşisinin üçüncü basamağı enerji geri kazanımıdır. Bu, atıkları yakarak veya biyogaz üreterek enerji elde etmek anlamına gelir. Enerji geri kazanımı, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltır ve yenilenebilir enerji kaynaklarına katkıda bulunur. Ancak, enerji geri kazanımı da hava kirliliği ve küresel ısınmaya neden olabilir. Atık hiyerarşisinin en alt basamağı bertaraf etmektir. Bu, atıkları depolamak veya yok etmek anlamına gelir. Bertaraf etme, atıkları çevreden uzaklaştırır, ancak aynı zamanda toprak, su ve hava kirliliğine yol açabilir. Atık hiyerarşisine ait gösterim Şekil 1.'de yer almaktadır (Aydın ve Deniz, 2018; Öktem, 2016).



Şekil 1. Atık hiyerarşisi ()

## 2. KARBON AYAK İZİ

İklim değışikliği, uluslararası ölçekte önemli bir çevre sorunudur. İklim değışikliğinin etkilerinin azaltılmasıyla ilgili düzenlemeler ulusal ve uluslararası düzeylerde gerçekleştirilir. Uluslararası anlaşmalar ve protokoller, ulusal eylem eylem planları, enerji politikaları, karbon piyasaları gibi düzenlemelerle iklim değışikliğinin etkilerinin minimal düzeylerde tutulması amaçlanmaktadır (Gökçek ve ark., 2019; Şengün ve ark. 2022).

İklim değışikliğinin bir sonucu olan küresel ısınmayı oluşturan ve arttıran en büyük ve etkili kaynak sera gazlarının atmosfere salınımıdır. Sera gazı emisyonlarını azaltmayı hedeflemek ve küresel ısınmanın etkilerini sınırlamaya çalışmak için (protokol ile belirlenen gazlar: Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), diazot monoksit (N<sub>2</sub>O), hidroflorokarbonlar (HFCs), perflorokarbonlar (PFCs) ve sülfür hekzaflorid (SF<sub>6</sub> ) 1997 yılında Japonya'nın Kyoto şehrinde düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değışikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin bir parçası olarak kabul edilen Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Bu protokolün ana amacı, küresel sera gazı emisyonlarını azaltmayı hedeflemek ve böylece küresel ısınmanın etkilerini sınırlamaya çalışmaktır. Protokol, devletlere sera gazı emisyonlarını 1990 yılı verilerine göre %5 azaltma yükümlüğü getirmiştir. Bu yüzden sera gazı emisyonları yüksek olan devletler ve kurumlar karbon ayak izlerini hesaplamakta, bu doğrultuda karbon ayak izlerini azaltıcı tedbirler almaktadırlar (Erdoğan, 2020; Kara ve ark., 2019).

Karbon ayak izi; yapılan her türlü faaliyetten dolayı atmosfere yayılan sera gazı emisyonlarının karbondioksit cinsinden ifade edilmesidir. Sadece sera gazı emisyonu yüksek devlet veya kurumların karbon ayak izlerini hesaplaması ve tedbirler alması yeterli değildir. Tüm ülkelerin iklim değışikliğiyle başa çıkmak için kendi koşullarına uygun stratejiler geliştirmesi önemlidir. Uluslararası işbirlikleri ve toplumun katılımıyla iklim değışikliği ile mücadele son yıllarda ön plandadır. Ülkemiz bazında iklim değışikliği ile mücadelede yerel yönetimlerin rolü büyüktür. Her bölgenin ihtiyaçları farklıdır ve yerel yönetimler buldukları bölgelere özgün çözümler geliştirme ve uygulama konusunda yetkili kurumlardan biridir (Gökçek ve ark., 2019; Haksevenler ve ark., 2020; Şengün ve ark. 2022; Karakoç, 2022; Karakaya, 2022; Gürsoy, 2023).

## 3. KATI ATIK YÖNETİMİ VE KARBON AYAK İZİ İLİŞKİSİ

Katı atıklar ve karbon ayak izi arasındaki ilişki atıkların oluşumu, nasıl toplandığı, işlendiği ve bertaraf edildiği süreçlerinde ortaya çıkar. Üretim ve tüketim sonucunda atıklar oluşmaktadır. Ürünlerin üretimi ve hammaddelerin çıkarılması sırasında enerji kullanılır ve

oluşan ürünlerin taşınması süreçlerinde karbon emisyonu üretilir. Atık oluşumu karbon ayak izi hesaplamalarında dikkate alınmaktadır.

Atıkların toplanması ve taşınması sırasında da sera gazı emisyonlarının artması söz konusu olur. Bu süreçlerde toplama sisteminin planlanması veya yenilenebilir enerji kullanımı gibi seçeneklerle karbon ayak izi azaltılabilir. Atıkların bertaraf yöntemleri seçilirken karbon salınımını dikkate almamız gerekmektedir. Atıkları tekrar kullanılabilir malzemelere dönüştürerek yeni ürünlerin üretilmesi için daha az enerji kullanılmasını sağlayabilir ya da organik atıklar için kompostlama yöntemini seçebiliriz. Bu yöntemler karbon ayak izini düşürücü rol üstlenmektedir.

Atık yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik için kritik bir öneme sahiptir. Atıkların azaltılması, geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması, doğal kaynakların korunmasına, enerji tasarrufuna ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunur. Karbon ayak izini küçültmek, iklim değişikliği ile mücadele etmenin en önemli yollarından biridir. Bu nedenle, atık yönetimi ve karbon ayak izi arasındaki ilişki günümüz sürdürülebilirlik politikaları açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle, atık yönetimi kararlarının karbon ayak izi üzerindeki etkilerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekir.

#### 4. SONUÇLAR

Atık yönetimi stratejisi belirlerken karbon ayak izimizi azaltacak hedefler belirleyerek planlama yapmalıyız. Atık yönetiminin uygun teşkil ortamlarda meydana gelecek çevresel avantajların başında üretim azaltımı geldiği gibi sosyal bilinçlenme ile daha az atık oluşumu da meydana gelecektir. Bu hususta ise endsütriyel faaliyetler sonucunda oluşan emisyon miktarı azalacağı gibi yeryüzünde miktarı sınırlı olan fosil yakıtların da tüketimleri azalacaktır.

Atık yönetimi ve karbon ayak izi azaltma faaliyetlerinin avantajları hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemlidir. Atık yönetimi, kaynakların verimli kullanılmasını, geri dönüşümün teşvik edilmesini, kirliliğin önlenmesini ve çevre sağlığının korunmasını sağlar. Karbon ayak izi azaltma faaliyetleri ise iklim değişikliği ile mücadele etmek, sera gazı emisyonlarını düşürmek, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmek ve enerji verimliliğini artırmak için gereklidir. Bu faaliyetler aynı zamanda işletmelerin maliyetlerini azaltır, rekabet güçlerini artırır, sosyal sorumluluklarını yerine getirir ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunur.

**KAYNAKÇA**

- Aydın, M., Deniz, K., 2018. Atık Yönetiminde Vergi Politikasının Rolü: Türkiye Değerlendirmesi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 15(30), 435-461.
- Bilgili, M. Y., 2020. Katı Atık Yönetiminde Kullanılan Bazı Kavramlar ve Açıklamaları. *Avrasya Terim Dergisi*, 8(2), 88-97. <https://doi.org/10.31451/ejatd.773288>.
- Erdoğan, S., 2020. Enerji, Çevre ve Sera Gazları. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(1), 277-303. <https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.670673>
- Karakoç, A. 2022. Yerel yönetimler için Karbon Ayak İzinin hesaplanması; Kahramankazan örneği Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Karakaya, H., 2022. Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesaplaması Ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi.
- Gürsoy, F.B., 2023. Erciyes Üniversitesi Kampüsünde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi.
- Üreden, A. ve Özden, S., 2018. Kurumsal Karbon Ayak İzi Nasıl Hesaplanır: Teorik Bir Çalışma. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 98-108.
- Haksevenler, B.H.G., ONAT, G.N.Ç., Akpınar, B., Bedel, T., 2020. Yerel Yönetimler İçin Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Ümraniye Belediyesi Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2), 319-333.
- Gökçek, B., Bozdağ, A., Demirbağ, H., 2019. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Örneğinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(2), 721-730.
- Güler, 2008. Kentleşme Sürecinde Katı Atık Yönetimi ve Kocaeli Örneği, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi, Kentleşme ve Çevre Sorunları Programı, Yüksek Lisans, Tezi Kocaeli.
- Kara, G., Yalınız, İ., Sayar, M., 2019. Konya İli Hayvansal Gübre Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları Durumu. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 57-60.
- Palabıyık, H. ve Altunbaş, D., 2004. Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi. Yıldırım, U. ve Marın M. (Ed.), *Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar*. Beta Basım Yayın, İstanbul.
- Öktem, B., 2016. Atık Yönetiminde Entegre Uygulama. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2/1), 135-147.
- Şengün, E. ve Kalağan, G., 2022. Yerel Yönetimlerin İklim Değişikliği Mücadele Sürecinde Karbon Ayak İzinin Düşürülmesi: Denizli Büyükşehir Belediyesi örneği. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 5(1), 129-149.

**MULTIOMICS: HUMAN DISEASES AND MACHINE LEARNING**

Ayşe Nur PEKTAŞ

Sivas Cumhuriyet University, Advanced Technology Research Center (CUTAM), SIVAS, TURKEY

ORCID ID: 0000-0001-5621-2844

**ABSTRACT**

Integrating different types of omics data with each other can help learn clinical-pathogenic changes that may be the cause of the disease, and these analyzes can be tested and confirmed by molecular studies in the next step. By integrating multi-omics algorithms together, it can map new relationships between molecules and disease agents, identify possible signaling pathways, and more comprehensively reveal biomarkers of disease. This approach, processing various omics data together, will facilitate revealing and detecting correlations between disease and genotype-phenotype and epigenetic factors. For example, it provides the advantage of molecular profiling in primary tissues via multi-omics to reveal the entire molecular mechanism of the course of the disease, and estimating the biological age of tissues and organs—in general, the entire organism—with a multi-omics algorithm to analyze the stages of aging step by step. In the past, single omics studies were performed in the hope of discovering the causes of pathologies and determining appropriate treatment. We now recognize that such an approach is far too simplistic. Many diseases simultaneously affect complex molecular pathways in which different levels of biological research interact. Therefore, there is a need for multi-omics studies that can include multiple omics studies simultaneously and provide more accurate maps of specific phenotypes/genotypes. Multi-omics approaches can be made more powerful by substructuring gene expression data, such as epigenomics. Complementary information can be obtained to better explain effects and causes, make and improve more accurate predictions, and understand molecular processes that are too complex to be understood through single-omics studies.

**Keywords:** Multi-omics, machine learning, epigenetic, genomics

**MULTİOMİKS: İNSAN HASTALIKLARI VE MAKİNE ÖĞRENMESİ****ÖZET**

Farklı türdeki omics verilerinin birbiri ile entegrasyonu, hastalığın sebebi olabilecek klinik-patojenik değişiklikleri öğrenmeye yardımcı olabilir ve bu analizler sonraki adımda moleküler araştırmalarla test edilip doğrulanabilir. Çoklu omik algoritmalarını birlikte entegre ederek moleküller ve hastalık etkenleri arasındaki yeni ilişkileri eşleştirebilir, olası sinyal yollarını tespit edebilir ve hastalığın biyobelirteçlerini daha kapsamlı açığa çıkarabilir. Bu yaklaşım,



çeşitli omics verilerinin birlikte işlenmesi, hastalık ile genotip-fenotip ve epigenetik faktörler arasındaki ilişkilerin açığa çıkmasını ve korelasyonunu tespit etmeyi kolaylaştıracaktır. Örneğin, hastalığın seyrinin tüm moleküler mekanizmasını açığa çıkarmak için çoklu omik yoluyla birincil dokularda moleküler profil oluşturma ve yaşlanma aşamalarının adım adım analiz edilmesi için dokuların ve organların -genelinde tüm organizmanın- biyolojik yaşının çoklu omik bir algoritma ile tahmin edilmesi gibi bir avantaj sağlar. Geçmişte, patolojilerin nedenlerini keşfetme ve uygun tedavinin belirlenmesi umuduyla tek omik çalışmaları yapıyordu. Artık bu tür yaklaşımların aşırı basite indirildiğinin farkındayız. Birçok hastalık, farklı biyolojik araştırma katmanlarının birbiriyle etkileştiği karmaşık moleküler yolları aynı anda etkiler. Bu nedenle, aynı anda birkaç omik araştırmasını kapsayabilen ve belirli bir fenotip/genotipin daha doğru bir şemasını çıkaran çoklu omik çalışmalara ihtiyaç doğmuştur. Çoklu omik yaklaşımları, gen ekspresyonu verilerindeki yetersiz modeller, örneğin epigenomiklerle daha güçlü hale getirilebilir. Sonuçları ve sebepleri daha iyi açıklamak, daha doğru tahminler yapmak veya onları iyileştirmek ya da tek omik çalışmalar ile anlaşılamayacak kadar karmaşık moleküler süreçleri anlamak için tamamlayıcı bilgiler edinilebilir.

**Anahtar kelime:** Çoklu-omik, makine öğrenimi, epigenetik, genomic

## GİRİŞ

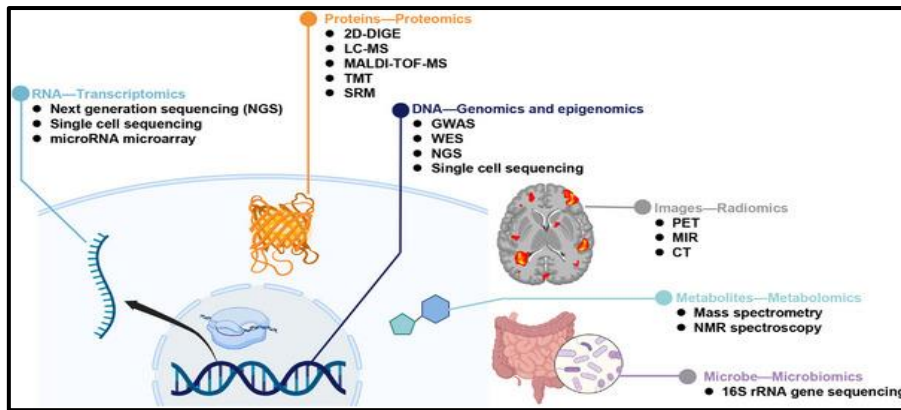
Tıp teknolojisi hızla geliştikçe, araştırmacıların hastalıkların patogenezine ilişkin derinlemesine bir analiz yapmaları gerekmektedir. Omik teknolojileri, insan hastalıklarının ayrıntılı biyolojik bilgilerini verimli ve hızlı bir şekilde ortaya çıkarmak için yüksek verimli bir tarama yöntemi sağlar. Genellikle omik teknolojileri genomik, transkriptomik, proteomik, metabolomik, tek hücreli transkriptomik, tek hücreli multi-omik, uzaysal transkriptomik ve diğerlerini içerir. Her bir omics verisi türü, hastalığın ilerlemesi sırasında biyobelirteçler olarak hizmet edebilen ve hastalık ve kontrol grupları arasında hangi biyolojik yolların veya süreçlerin farklılık gösterdiğine dair içgörü sağlayabilen, farklı şekilde ifade edilen hastalıkla ilişkili moleküller sağlar. Ancak “tek omik” teknolojisinin hastalık araştırmalarında uygulama değerini tam anlamıyla sağlayamayacağı unutulmamalıdır. DNA'da meydana gelen mutasyonlar, proteinlerin ekspresyonunu etkileyerek bazı fonksiyonların kısmen veya tamamen kaybolmasına ve biyolojik bozukluklara yol açabilmektedir. Ancak yalnızca genoma bakarak fonksiyon kaybının boyutunu söylemek zordur. Gen ifadesinin düzeyi ve sonuçta ne kadar protein üretildiği, her ikisi de hastalığın durumuyla ilişkilidir. Ayrıca bir

hastalığın ortaya çıkışı, bir gendeki mutasyona veya genin transkripsiyon, translasyon veya diğer süreçlerindeki bir hataya bağlı olabilir. Gerçek araştırmalarda, bir tür omics araştırması yalnızca hastalıklarla korelasyon analizini gerçekleştirebilir, esas olarak hastalık sürecinin değişimini yansıtır ve nedensel ilişkiyi açıklayamaz. Örneğin Alzheimer hastalığında bir biyokimyasal molekül istatistiksel olarak hastalıkla ilişkilendirilse bile hastalığın altında yatan karmaşık mekanizmaları açıklamaz (Chen ve ark., 2023).

Farklı türdeki omiks verilerinin entegrasyonu, hastalığın altında yatan patojenik değişiklikleri aydınlatılabilir ve bu daha sonraki moleküler araştırmalarla doğrulanabilir. Bilim insanları, çoklu omikleri entegre ederek biyomoleküller ve hastalık fenotipleri arasındaki yeni ilişkileri filtreleyebilir, ilgili sinyal yollarını belirleyebilir ve hastalığın ayrıntılı biyobelirteçlerini oluşturabilir. Bu nedenle, çeşitli omik verilerinin entegrasyonu, moleküler hastalık ile fenotip-çevresel faktörler arasındaki ilişkilerin eşleşmesini kolaylaştıracaktır. Örneğin, hastalığın ilerlemesinin moleküler mekanizmalarını ortaya çıkarmak için multi-omik entegrasyon yoluyla birincil dokularda moleküler profil oluşturma ve yaşlanma durumunun değerlendirilmesi için organların ve sistemlerin biyolojik yaşının multi-omik bir yaklaşımla tahmin edilmesi gibi çalışmalar mümkündür (Chen ve ark., 2023; Kreitmaier ve ark., 2023; Nie ve ark., 2022).

### Omik Kategorileri

Yüksek verimli teknolojinin gelişmesiyle birlikte, tıp alanında artık başta transkriptomik, proteomik, genomik ve epigenomik, tek hücreli omik, uzaysal transkriptomik, radyomik, metabolomik ve mikrobiyomik olmak üzere pek çok omik türü bulunmaktadır (Şekil 1). Uygulamalar temel olarak hücre moleküler düzeyi, bağırsak mikrobiyal sistemi, patolojik görüntüleme gibi teknikleri içerir (Chen ve ark., 2023).



Şekil 1. Hastalık araştırmalarında çoklu omik yaklaşımlar (Chen ve ark., 2023).

Burada her bir omik için mevcut ana yöntemler listelenmektedir. Yeni nesil dizileme (NGS), tek hücreli dizileme ve mikroRNA mikro dizisini içeren RNA transkriptomikleri. 2D diferansiyel jel elektroforezi (2D-DIGE), sıvı kromatografisi-kütle spektrometrisi (LC-MS), matris destekli lazer desorpsiyon iyonizasyon süresi F (MALDI-TOF-MS), tandem kütle etiketi (TMT) dahil olmak üzere proteinler-proteomikler ve seçilen reaksiyon izleme (SRM).

Genom çapında ilişkilendirme çalışmaları (GWAS), tam ekzom dizilemesi (WES), yeni nesil dizileme (NGS) ve tek hücre dizilimi dahil olmak üzere DNA genomu ve epigenomik. Görüntüler—pozitron emisyon tomografisini (PET), manyetik rezonans görüntülemeyi (MRI) ve bilgisayarlı tomografiyi (CT) içeren radyomikler. Metabolitler — kütle spektrometrisi ve NMR spektroskopisini içeren metabolomikler. Mikrop: 16S rRNA gen dizilimini içeren mikrobiyomlar.

### **Çoklu Omik Entegrasyonu İçin Makine Öğrenmesi**

Yüksek verimli omics teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte çoklu omik verileri, sistem biyolojisinin karmaşık çalışmasını ortaya çıkarmak için Makine öğrenimi (Machine Learning, ML) veya Derin Öğrenme (Deep Learning, DL) tabanlı tahmine dayalı algoritmalarla da entegre edilebilir (Chen ve ark., 2023). Makine öğrenmesi, büyük veriye ve veri madenciliğine dayalı hassas tıbbın geliştirilmesinde giderek daha fazla kullanılmaktadır; bu teknikler, hastalığın moleküler nedenlerini tanımlayabilen yeni omik biyobelirteçlerinin keşfini kolaylaştırmaktadır (Cheng ve ark., 2015; Delavan ve ark., 2018; Zou ve ark., 2017).

Bununla birlikte, korelasyon ve ağ tabanlı entegrasyon yaklaşımının aksine, çoklu omik verileri entegre etmek için makine öğrenimi kullanma yaklaşımının bazı zorlukları vardır.

Birincisi, makine öğrenimi, hastalık sınıflandırması sırasında ve multi-omik veri setinde müteakip model eğitimi sırasında sınıf dengesizliğine sebep olabilir veya aşırı uyumla sonuçlanabilir (Haas ve ark., 2017). Örneğin, endokrin hipertansiyonu olan hastaların yalnızca %5'ini oluşturan hipertansiyon gibi bir dengesizlik veri seti kullanan makine öğrenimi eğitilmiş model, eğitim verilerinin yüksek doğruluğuna rağmen, fazla uyum sağlayabilir ve görünmeyen test verileri için düşük performansa yol açabilir. Bu durum, daha fazla veri toplayarak veya makine öğrenimi performansını ölçmek için ağırlıklı veya normalleştirilmiş ölçümler kullanarak, aşırı örnekleme yaparak veya yeterince temsil edilmeyen sınıfın sentetik örnek üretimini yaparak çözülebilir (Jeni ve ark., 2013).

İkincisi, çoklu-omiklerin veri kümeleri genellikle, veri boyutları ve özelliklerindeki tutarsızlığa işaret eden, yüksek boyutlu uzayda gereksiz özelliklere ve ardından yanıltıcı algoritma eğitime yol açan "boyutsallık laneti" probleminden muzdariptir. Özellik çıkarma ve seçme, temel bileşen analizi (PCA), doğrusal diskriminant analizi, biyofiltre vb. gibi boyutluluğun azaltılması için kullanılabilir (Meng ve ark., 2016; Misra ve ark., 2019).

Üçüncüsü, uygun algoritmalar çoklu omik analiz için gereklidir ve önceki incelemeler, farklı ML algoritmalarının kanserle ilgili araştırmalardan elde edilen çoklu omik veri setlerinin entegrasyonunda çeşitli güçlü ve zayıf yanlara sahip olduğunu bildirilmiştir (Sathyanarayanan ve ark., 2020).

## SONUÇ

Çoklu omik analize yönelik ilk yaklaşımlardan biri, farklı veri türlerinin ayrı ayrı analiz edilmesi ve daha sonra kapsamlı bir moleküler etkileşim ağı elde etmek için sonuçların birleştirilmesiydi. Bu alandaki önemli gelişmelerle birlikte algoritmik meta-analiz çerçeveleri ve yöntemleri, çoklu-omics verilerinin kapsamlı bir analizinin birincil aracı haline gelmiştir (Bersanelli ve ark., 2016; Pierre-Jean ve ark., 2020). Bununla birlikte, çoklu omik entegrasyon analizi aynı zamanda eksik değer işleme, farklı omikler arasındaki heterojenlik, çoklu omik modellerin yorumlanmasında zorluklar ve veri açıklaması, depolama ve bilgi işlem kaynaklarındaki sorunlar gibi bazı zorluklar ve fırsatlarla da karşı karşıyadır. Multi-omik teknolojisinin tıbbi araştırmalarda giderek daha önemli hale geldiği inkar edilemez ve bu teknolojinin daha da geliştirilmesi büyük hastalıkların patogenezi açıklayacak ve klinik teşhis, tedavi ve prognoz için önemli bir moleküler teorik temel sağlayacaktır (Chen ve ark., 2023). Bu konu kapsamında en ayrıntılı ve sistematik çalışma olan Chen ve arkadaşlarının (Chen ve ark., 2023) güncel çalışmalarından aktarılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Bersanelli, M., Mosca, E., Remondini, D., Giampieri, E., Sala, C., Castellani, G., & Milanesi, L. (2016). Methods for the integration of multi-omics data: mathematical aspects. *BMC bioinformatics*, 17, 167-177.
- Chen, C., Wang, J., Pan, D., Wang, X., Xu, Y., Yan, J., Wang, L., Yang, X., Yang, M., & Liu, G. P. (2023). Applications of multi-omics analysis in human diseases. *MedComm* (2020), 4(4), e315. <https://doi.org/10.1002/mco2.315>
- Cheng, P. F., Dummer, R., & Levesque, M. P. (2015). Data mining The Cancer Genome Atlas in the era of precision cancer medicine. *Swiss medical weekly*, 145(3738), w14183-w14183.
- Delavan, B., Roberts, R., Huang, R., Bao, W., Tong, W., & Liu, Z. (2018). Computational drug repositioning for rare diseases in the era of precision medicine. *Drug discovery today*, 23(2), 382-394.

- Haas, R., Zelezniak, A., Iacovacci, J., Kamrad, S., Townsend, S., & Ralser, M. (2017). Designing and interpreting 'multi-omic' experiments that may change our understanding of biology. *Current Opinion in Systems Biology*, 6, 37-45.
- Jeni, L. A., Cohn, J. F., & De La Torre, F. (2013). Facing imbalanced data--recommendations for the use of performance metrics. 2013 Humaine association conference on affective computing and intelligent interaction,
- Kreitmaier, P., Katsoula, G., & Zeggini, E. (2023). Insights from multi-omics integration in complex disease primary tissues. *Trends in Genetics*.
- Meng, C., Zeleznik, O. A., Thallinger, G. G., Kuster, B., Gholami, A. M., & Culhane, A. C. (2016). Dimension reduction techniques for the integrative analysis of multi-omics data. *Briefings in bioinformatics*, 17(4), 628-641.
- Misra, B. B., Langefeld, C., Olivier, M., & Cox, L. A. (2019). Integrated omics: tools, advances and future approaches. *Journal of molecular endocrinology*, 62(1), R21-R45.
- Nie, C., Li, Y., Li, R., Yan, Y., Zhang, D., Li, T., Li, Z., Sun, Y., Zhen, H., & Ding, J. (2022). Distinct biological ages of organs and systems identified from a multi-omics study. *Cell reports*, 38(10).
- Pierre-Jean, M., Deleuze, J.-F., Le Floch, E., & Mauger, F. (2020). Clustering and variable selection evaluation of 13 unsupervised methods for multi-omics data integration. *Briefings in bioinformatics*, 21(6), 2011-2030.
- Sathyanarayanan, A., Gupta, R., Thompson, E. W., Nyholt, D. R., Bauer, D. C., & Nagaraj, S. H. (2020). A comparative study of multi-omics integration tools for cancer driver gene identification and tumour subtyping. *Briefings in bioinformatics*, 21(6), 1920-1936.
- Zou, Q., Chen, L., Huang, T., Zhang, Z., & Xu, Y. (2017). Machine learning and graph analytics in computational biomedicine. In (Vol. 83, pp. 1).

## SINGLE-CELL MASS CYTOMETRY AND TRANSCRIPTOME PROFILING

Ayşe Nur PEKTAŞ

Sivas Cumhuriyet University, Advanced Technology Research Center (CUTAM), SIVAS, TURKEY

ORCID ID: 0000-0001-5621-2844

### ABSTRACT

Single-cell cytometry, a research tool, has been used for almost half a century. Flow cytometry has long been the primary method for cytometric analysis, and data processing/analysis operations have been heavily influenced by well-known legacy applications. Regardless of the type of cytometric analysis (fluorescence, mass cytometry, or array-based cytometry) or its specific conditions, the measurement results do not represent the actual amount of features detected. Only the features used to label the probe are measured. These are typically luminescent molecules, metal isotopes, or continuous measurements. For this reason, data scientists are interested in density-based predictions rather than purely quantitative measurements of features. In this case, each of them is influenced by technical characteristics that you need to be aware of when analyzing data. However, specific questions regarding this complex and difficult-to-research method can impact the overall analysis. For example, changes in the frequency and function of cell populations can occur over time or in response to disease stage. These changes need to be examined by comparing the direction of change over time across populations, within individuals, or between individuals. The law is that changes over time in a single healthy individual tend to be smaller than differences between unrelated individuals/populations. Additionally, there are other experimental factors that can influence the analysis. Proper separation and proper storage of the sample are the most important factors. Conditions such as whether the sample is properly fixed before staining and whether the cells are stimulated during analysis affect all analyses. Single cell cytometry consists of the following steps: sample preparation, probe selection, panel design, staining, washing, cell number selection, cell barcoding mass labeling, data collection, data preprocessing and data analysis.

**Keywords:** Single-cell cytometry, bioinformatics, mass cytometry, CyTOF

### TEK HÜCRELİ KÜTLE SİTOMETRİSİ VE TRANSKRİPTOM PROFİLLEME

#### ÖZET

Araştırma araçlarından biri olan tek hücre sitometrisi yarım yüzyıla yakın süredir kullanılmaktadır. Akış (flow) sitometrisi çok uzun bir süredir sitometrik analizin birincil yöntemi olmuştur ve veri işleme/analiz işlemleri bilinen eski uygulamalardan büyük ölçüde

etkilenmiştir. Sitometri analizinin türü ne olursa olsun (floresan, kütle veya dizi bazlı sitometri), spesifik koşulları ne olursa olsun, ölçüm sonuçları tespit edilecek özelliğin gerçek miktarı değildir; temsili olarak yalnızca problemleri etiketlemek için kullanılan özellikler ölçülür. Bunlar genellikle ışık yayan moleküller, metal izotoplar veya sekans okumalarıdır. Bu sebeple, veri bilimcileri salt özelliklerin kantitatif ölçümü değil, yoğunluğa dayalı tahminlerle ilgilenmektedir ve verileri analiz ederken bilinmesi gereken teknik özelliklere tabidir. Ancak bu karmaşık ve çalışması zor olan yöntem ile ilgili belirli sorular analizlerin tümünü etkileyebilir. Örneğin hücre popülasyonlarının zaman içinde veya hastalık evresine göre frekansları ve işlevleri açısından değişiklikler meydana gelebilir. Bu değişiklikler, zaman içinde popülasyonun tamamında mı yoksa bir birey içinde veya bireyler arasında arasındaki değişimler karşılaştırmalı incelenmelidir. Tek bir sağlıklı bireyde zaman içinde ortaya çıkan değişimler, akraba olmayan bireyler/ popülasyonlar arasındaki farklardan daha düşük olma eğilimindedir şeklinde bir kural geçerlidir. Bu durumun yanısıra analizleri etkileyebilecek başka deneysel faktörler de vardır. Örneklerin doğru şekilde izolasyonu ve uygun saklanması en önemli etkenlerdir; numunelerin boyama öncesinde yetirince fikse edilmesi veya analiz sırasında hücrelerin uyarılıp uyarılmadığı gibi durumlar tüm analizleri etkiler. Ve tek hücreli sitometri şu aşamalardan oluşur: numune hazırlama, prob seçimi, panel tasarımı, boyama, yıkama, hücre sayısının seçilmesi, kütle etiketi hücresele barkodlama, veri toplama, veri ön işleme ve veri analizi. bu sunumda bu adımların hepsi örneklerle anlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tek hücreli sitometri, biyoinformatik, kütle sitometrisi, CyTOF

## GİRİŞ

Tüm biyoenformatikte olduğu gibi, anlamlı veri analizi için verinin doğasının derinlemesine anlaşılması önemlidir. Dokulardaki hücrelerin karmaşık karışımı ve bu hücrelerin doğası, bulunması amaçlanan verileri ve sonuçları büyük ölçüde etkiler. Örneğin, hücreler bağımsız varlıklar değildir; aksine, bir gelişim sürekliliği içinde bulunurlar ve dinamik olarak durumlar arasında geçiş yapar ve reseptör-ligand etkileşimleri yoluyla iletişim kurar ve birbirlerinin fonksiyonlarını modüle ederler (Olsen ve ark., 2019; Rieckmann ve ark., 2017). Bu nedenle işlevsel olarak benzer hücre kümelerinin ekspresyon profillerinde örtüşmesi muhtemeldir ve beklendiği kadar farklı olmaları pek olası değildir. Aynı şey proteinler için de geçerlidir: Tek tek proteinlerin ekspresyon seviyeleri diğer (ölçülmüş ve ölçülmemiş) özelliklerden bağımsız olarak düşünülemez. Bu, metodolojiyi geliştirmek ve son olarak ifade ve hücre bolluğu bağımlılığını hesaba katan algoritmalar oluşturmak için yeterli alan bırakır (Olsen ve ark., 2019).



Sitometri ile birlikte "proteomik" teriminin liberal kullanımına rağmen, CyTOF® ve diğer antikör bazlı yöntemler aslında hücrelerin proteom çapında profilinin çıkarılmasıyla ilgilenmez, bunun yerine dikkatlice seçilmiş proteinler ve fosforilasyon gibi fizikokimyasal özellikler paneliyle ilgilenir. Bu durumun ya dokuda bulunması beklenen hücre alt gruplarını tanımladığına ya da farklı koşullar altında bu hücreler hakkında bilgi sağladığına inanılmaktadır (Olsen ve ark., 2019).

### **Tek Hücre Verilerinin Çeşitli Doğası**

Sitometri çalışmalarının büyük çoğunluğu bağışıklık hücreleri üzerinden yapılır. Bu hücreler, kanonik hücre yüzeyi işaretleyicilerine dayalı olarak farklı soylara bölünebilir; örneğin, B hücreleri için CD19 ve/veya CD20, majör T hücre tipleri için CD3 ve CD4 ve/veya CD8 ve monositler için CD14 gibi. Bazı durumlarda, soy belirteçlerine göre bu tür mantıksal alt bölümlerin sırayla uygulanması gerekir; örneğin, CD56, NK hücrelerini tanımlayabilir, ancak tipik olarak CD3+ T hücrelerinin çıkarılmasından sonra uygulanır, çünkü bunlardan bazıları aynı zamanda CD56'yı da eksprese eder. Ana hücre soyları tanımlandıktan sonra, dahil edilen ek işaretleyicilerin kombinasyonlarına bağlı olarak tanımlanabilecek birçok küçük alt popülasyon vardır. Alt bölümlene ne kadar derin olursa, alt popülasyonların tanımları, temel belirteçler ve bu alt popülasyonların ne kadar farklı ve değişken olduğu konusunda fikir birliği o kadar az olur. Biyolojik bağlantıları potansiyel olarak daha da tartışmalıdır. Bu fikir birliği eksikliği, ana hücre soyunun bölümlerinin ötesinde referans alınacak çok az temel gerçek olduğundan, kümeleme algoritmalarının kullanımını etkilemektedir (Olsen ve ark., 2019). Hem karmaşık hem de potansiyel olarak tartışmalı verilerle uğraşırken, sorulan araştırma sorularının türlerini dikkate almak yararlı olabilir. Çoğu zaman bu sorular, hücre popülasyonlarının zaman içinde veya hastalık durumuna göre frekansları ve işlevleri açısından meydana gelen değişikliklerle ilgilidir. Bu değişikliklerin, bu popülasyonlarda zaman içinde bir birey içinde veya bireyler arasında meydana gelen normal dalgalanmalara karşı kullanılması gerekir. Genel bir kural olarak, tek bir sağlıklı bireyde zaman içinde ortaya çıkan dalgalanmalar, akraba olmayan bireyler arasındaki farklardan daha düşük olma eğilimindedir (Brodin ve ark., 2015; Carr ve ark., 2016; Olsen ve ark., 2019).

## **YÖNTEM**

### **CyTOF® Sistemini Çalıştırma (Olsen ve ark., 2019)**

Kütle sitometrisi son zamanlarda floresans akış sitometrisine alternatif olarak geliştirilmiştir (Bandura ve ark., 2009). Kütle sitometrisi, floroforlar yerine etiketleme reaktifi olarak metal iyonlarını kullanır; fotomultiplier tüpler yerine algılama ve nicelik belirleme için kullanılan

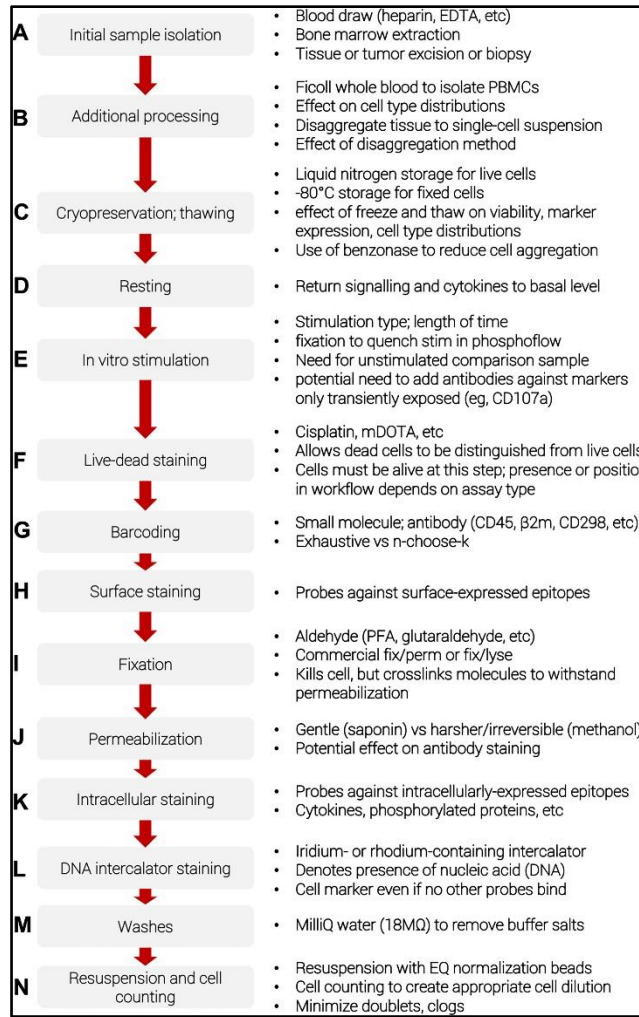
indüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) kullanılır. Bu sayede, spektral örtüşme sorununu ortadan kaldırır ve teorik olarak 100 veya daha fazla özelliğin aynı anda ölçülmesine olanak tanır. Deneylein çoğunluğu, hem uygun değeriğe ve atom kütesine sahip izotopik olarak saf elementlerdeki sınırlamalar hem de metal iyonlarının belirli boyutları veya değeri için kararlı şelasyon nedeniyle 50'den az kanalla gerçekleştirilir. En yaygın olarak, metal iyonları asılı şelatlayıcı gruplara sahip bir polimer ile bağlanır ve daha sonra metal yüklü polimer, antikoları veya diğer spesifik reaktifleri etiketlemek için kullanılır. Kütle sitometresinde çalıştırılmadan önce hücreler, çeşitli yüzey işaretleyicilerine karşı antikolar gibi metal içeren reaktiflerle inkübe edilir. Şu anda kütle sitometrisi, floresans akış sitometrisindeki yan dağılıma benzer bir parametreye sahip değildir. Osmiyum tetroksit veya buğday tohumu aglütininin kullanılarak yapılan son çalışmalar, hücre boyutuyla daha doğrudan orantılı ve dolayısıyla ileri saçılımla daha benzer bir parametre sunmaya başlamıştır (Olsen ve ark., 2019; Stern ve ark., 2017).

Şu anda kütle sitometrisinin birincil uygulaması, farklı hücre türlerini ayırt etmek için antikoları veya diğer problemleri stabil metal izotoplarla etiketlemektir. Bu hücreler, kültürlenmiş hücre hatları, tam kan veya tam kandan izole edilmiş periferik kan mononükleer hücreleri (PBMC'ler) veya pankreas, bademcik veya kemik iliği gibi ayrıştırılmış dokular dahil olmak üzere çeşitli numune türlerinden kaynaklanabilir (Ferrell Jr ve ark., 2016; Leelatian ve ark., 2017; Wang ve ark., 2016).

Bunlar sağlıklı deneklerden veya kanser biyopsisi veya organ nakli yapılan klinik hastalardan gelebilir (Fragiadakis ve ark., 2015; Wogsland ve ark., 2017). Kütle sitometrisi çalışmalarının çoğu insan deneklere odaklanmıştır; ancak bakteri, fare ve makak gibi diğer organizmalar da incelenmiştir (Guilliams ve ark., 2016; Leipold ve ark., 2011; Pejowski ve ark., 2016).

### **Örnek Hazırlama (Olsen ve ark., 2019)**

CyTOF için numune hazırlamak birden fazla adım gerektirir. Farklı adımlar Şekil 1'de özetlenmiştir. Adımların özel sırasının test türüne bağlı olarak değışebilir. Örneğin, fosfo akış analizlerinde sabitleme (Adım I), stimölasyondan hemen sonra (Adım E) ancak yüzey boyamadan önce (Adım H) gerçekleştirilir. Ancak hücre içi sitokin boyamada sıra uyarı, yüzey boyama ve ardından fiksasyon şeklindedir.



**Şekil 1.** Numune hazırlama adımları. L, M ve N adımları kütle sitometrisine özeldir, geri kalan adımlar ise tüm akış sitometrisi için geneldir (Olsen ve ark., 2019).

### Prob Seçimi ve Panel Tasarımı (Olsen ve ark., 2019)

Numune hazırlamanın ilk adımı, ilgilenilen numune için problemlerin seçimidir. Çoğu durumda bu problemler, ilgilenilen biyomoleküllere bağlanan antikorlardır. Bununla birlikte, karbohidrat bağlayıcı proteinler, tellür bazlı oksijen sensörleri gibi küçük moleküller veya hücre döngüsü analizi için değiştirilmiş nükleotidler gibi diğer problemler de kullanılabilir. Reaktifin spesifiklik derecesi kritiktir: bazı problemler hedef için birincil afiniteye sahip olabilir ancak başka bir moleküle karşı çapraz reaktiviteye de (ikincil afinite) sahip olabilir (Behbehani ve ark., 2012; Edgar ve ark., 2014; Goding, 1996; Leipold ve ark., 2011).

Problemler seçildikten sonra panel tasarımı bir sonraki adımdır. Bu, test okumasında istenen sinyal yoğunluğunu elde etmek için prob ve element izotopun eşleştirilmesini içerir. Göz önünde bulundurulması gereken değişkenler arasında cihazın izotopik kütleyle duyarlılığı,

metal stokundaki izotopik ve elementel safsızlıklardan sinyal yayılması, örnek içindeki tüm işaretleyici ifade eden hücre tiplerinde hedef biyomolekülün tipik ifade düzeyi ve işaretleyici ifade düzeyinin yöntemi yer alır (Ornatsky ve ark., 2008).

### **Boyama ve Yıkama (Olsen ve ark., 2019)**

Panel tasarımından sonra etiketlenmemiş herhangi bir probun tespit edilebilir iyonlara konjuge edilmesi gerekir. Bu tipik olarak spesifik metal iyonları ile yüklenmiş bir metal şelatlayıcı polimerin prob üzerine kovalent olarak eklenmesiyle yapılır. Polimerlerin doyumluğa kadar yüklendiği varsayılmaktadır. Boyama işlemi sırasında, laboratuvar bulaşık sabunundaki baryum, borulardan gelen kurşun vb. metallere kaynaklanan kirlenmeyi önlemek için tüm tamponların ve problemlerin yüksek saflıkta olması önemlidir. Hücreler tipik olarak doyumluğa kadar boyanır ve bağlanmamış reaktifleri çıkarmak ve dolayısıyla ilişkili arka planı azaltmak için her adımda birden fazla yıkama yapılır.

### **Hücre Sayısını Seçme ve Kütle Etiketli Hücresel Barkodlama (Olsen ve ark., 2019)**

Toplam numune alımını etkileyen iki ana faktör vardır. İlk olarak, numunenin toplam başlangıç miktarı: örneğin, ince iğneli doku biyopsisinde, işleme sırasındaki kayıplardan önce bile, standart kan alımından elde edilenden çok daha az hücre elde edilir. İkincisi, örnek toplamanın uzunluğu: saniyede 200-500 tipik hücre edinme hızında (burada tipik olarak sadece %40-60'ı), lojistik açıdan engelleyici olabilir ve son derece nadir hücre popülasyonlarını aramak için olağanüstü büyük numuneler çalışmak gereklidir. Bazı durumlarda, ilgi seçme yöntemlerini kullanarak ilgilendiğiniz genel hücre popülasyonunu zenginleştirmek mümkün olabilir, ancak bu, potansiyel olarak ilgilenilen diğer popülasyonların frekanslarını mutlaka bozacaktır. Uygun istatistiksel güce ulaşmak için gereken örnek sayısı elbette sorulan soruya bağlıdır ve çalışmaya göre değişkenlik gösterir.

Kütle etiketli hücresel barkodlama, bir numune içindeki hücreleri, barkodlamaya özel önceden seçilmiş izotopların benzersiz bir kombinasyonu ile kovalent olarak boyamaya yönelik bir yöntemdir. Bu yöntem, numune çoğullamasına, yani birden fazla numunenin aynı anda CyTOF üzerinde tek bir tüp olarak çalıştırılmasına olanak tanır. Örneğin farklı kütlelerdeki altı paladyum (Pd) izotopu kullanılarak üç Pd izotopunun 20 farklı kombinasyonu yapılabilir.

### **Veri Toplama ve CyTOF Veri Ön İşleme (Olsen ve ark., 2019)**

Tampon tuzlarının uzaklaştırılmasını tamamlamak için MilliQ su içinde yıkandıktan sonra örnek hücre peleti, kalibrasyon boncukları içeren MilliQ içinde yeniden süspansiyon edilir.

Numune, hem cihazın tıkanmasını hem de hücre çiftlerinin oluşumunu en aza indirmek için uygun bir konsantrasyona kadar seyreltilmelidir. Seyreltilmiş hücreler, süspansiyonun tek hücreleri içeren damlacıklar halinde aerosol haline getirildiği bir nebülizatör aracılığıyla kütle sitometresine verilir. Bu damlacıklar, ısıtılmış bir spreycam odasından geçerek bir telafi gazı akışıyla kütle sitometresine taşınır.

Bilgilendirici veri analizi yapılmadan önce, FCS dosyasındaki tahmini iyon sayımlarını herhangi bir uygun istatistiksel ortamda analiz edilebilecek canlı, sağlam, tek hücreler için bir iyon sayımları matrisine dönüştürmek için bir dizi ön işleme adımının tamamlanması gerekir. Deney kurulumuna bağlı olarak boncuk normalleştirme ve örnek barkod çözme gibi ek görevlerin de gerçekleştirilmesi gerekir.

## SONUÇ

Günümüzde kütle akış sitometrisinin temel uygulaması, farklı hücre türlerini ayırt etmek için antikorları veya diğer problemleri stabil metal izotoplarla etiketlemektir. Özellikle transkriptom profillemeye ve hastalık araştırmalarında bağışıklık hücre sayılarını belirlemede kullanılır. Bu yöntem aynı anda bir çok hücre popülasyonunu işaretleyip sayabilmeyi olanaklı kılar. Ancak örneklerin doğru şekilde izolasyonu ve uygun saklanması en önemli etkenlerdir; numunelerin boyama öncesinde yetirince fikse edilmesi veya analiz sırasında hücrelerin uyarılıp uyarılmadığı gibi durumlar tüm analizleri etkiler. Tek hücre akış sitometrisi ile ilgili en güncel bilgiler Olsen ve arkadaşlarının (2019) çalışmalarından aktarılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Bandura, D. R., Baranov, V. I., Ornatsky, O. I., Antonov, A., Kinach, R., Lou, X., Pavlov, S., Vorobiev, S., Dick, J. E., & Tanner, S. D. (2009). Mass cytometry: technique for real time single cell multitarget immunoassay based on inductively coupled plasma time-of-flight mass spectrometry. *Anal Chem*, *81*(16), 6813-6822. <https://doi.org/10.1021/ac901049w>
- Behbehani, G. K., Bendall, S. C., Clutter, M. R., Fantl, W. J., & Nolan, G. P. (2012). Single-cell mass cytometry adapted to measurements of the cell cycle. *Cytometry Part A*, *81*(7), 552-566.
- Brodin, P., Jojic, V., Gao, T., Bhattacharya, S., Angel, C. J., Furman, D., Shen-Orr, S., Dekker, C. L., Swan, G. E., Butte, A. J., Maecker, H. T., & Davis, M. M. (2015). Variation in the human immune system is largely driven by non-heritable influences. *Cell*, *160*(1-2), 37-47. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.12.020>
- Carr, E. J., Dooley, J., Garcia-Perez, J. E., Lagou, V., Lee, J. C., Wouters, C., Meyts, I., Goris, A., Boeckstaens, G., Linterman, M. A., & Liston, A. (2016). The cellular composition of the human immune system is shaped by age and cohabitation. *Nat Immunol*, *17*(4), 461-468. <https://doi.org/10.1038/ni.3371>
- Edgar, L. J., Vellanki, R. N., Halupa, A., Hedley, D., Wouters, B. G., & Nitz, M. (2014). Identification of hypoxic cells using an organotellurium tag compatible with mass cytometry. *Angewandte Chemie International Edition*, *53*(43), 11473-11477.

- Ferrell Jr, P. B., Diggins, K. E., Polikowsky, H. G., Mohan, S. R., Seegmiller, A. C., & Irish, J. M. (2016). High-dimensional analysis of acute myeloid leukemia reveals phenotypic changes in persistent cells during induction therapy. *PLoS one*, *11*(4), e0153207.
- Fragiadakis, G. K., Gaudillière, B., Ganio, E. A., Aghaeepour, N., Tingle, M., Nolan, G. P., & Angst, M. S. (2015). Patient-specific immune states before surgery are strong correlates of surgical recovery. *Anesthesiology*, *123*(6), 1241-1255.
- Goding, J. W. (1996). *Monoclonal antibodies: principles and practice*. Elsevier.
- Guilliams, M., Dutertre, C.-A., Scott, C. L., McGovern, N., Sichien, D., Chakarov, S., Van Gassen, S., Chen, J., Poidinger, M., & De Prijck, S. (2016). Unsupervised high-dimensional analysis aligns dendritic cells across tissues and species. *Immunity*, *45*(3), 669-684.
- Leelatian, N., Doxie, D. B., Greenplate, A. R., Mobley, B. C., Lehman, J. M., Sinnaeve, J., Kauffmann, R. M., Werkhaven, J. A., Mistry, A. M., & Weaver, K. D. (2017). Single cell analysis of human tissues and solid tumors with mass cytometry. *Cytometry Part B: Clinical Cytometry*, *92*(1), 68-78.
- Leipold, M. D., Ornatsky, O., Baranov, V., Whitfield, C., & Nitz, M. (2011). Development of mass cytometry methods for bacterial discrimination. *Analytical biochemistry*, *419*(1), 1-8.
- Olsen, L. R., Leipold, M. D., Pedersen, C. B., & Maecker, H. T. (2019). The anatomy of single cell mass cytometry data. *Cytometry Part A*, *95*(2), 156-172.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cyto.a.23621>
- Ornatsky, O. I., Kinach, R., Bandura, D. R., Lou, X., Tanner, S. D., Baranov, V. I., Nitz, M., & Winnik, M. A. (2008). Development of analytical methods for multiplex bio-assay with inductively coupled plasma mass spectrometry. *Journal of analytical atomic spectrometry*, *23*(4), 463-469.
- Pejoski, D., Tchitchek, N., Rodriguez Pozo, A., Elhmouzi-Younes, J., Yousfi-Bogniaho, R., Rogez-Kreuz, C., Clayette, P., Dereuddre-Bosquet, N., Lévy, Y., & Cosma, A. (2016). Identification of vaccine-altered circulating B cell phenotypes using mass cytometry and a two-step clustering analysis. *The Journal of Immunology*, *196*(11), 4814-4831.
- Rieckmann, J. C., Geiger, R., Hornburg, D., Wolf, T., Kveler, K., Jarrossay, D., Sallusto, F., Shen-Orr, S. S., Lanzavecchia, A., Mann, M., & Meissner, F. (2017). Social network architecture of human immune cells unveiled by quantitative proteomics. *Nat Immunol*, *18*(5), 583-593.  
<https://doi.org/10.1038/ni.3693>
- Stern, A. D., Rahman, A. H., & Birtwistle, M. R. (2017). Cell size assays for mass cytometry. *Cytometry Part A*, *91*(1), 14-24.
- Wang, Y. J., Golson, M. L., Schug, J., Traum, D., Liu, C., Vivek, K., Dorrell, C., Naji, A., Powers, A. C., & Chang, K.-M. (2016). Single-cell mass cytometry analysis of the human endocrine pancreas. *Cell metabolism*, *24*(4), 616-626.
- Wogslund, C. E., Greenplate, A. R., Kolstad, A., Myklebust, J. H., Irish, J. M., & Huse, K. (2017). Mass cytometry of follicular lymphoma tumors reveals intrinsic heterogeneity in proteins including HLA-DR and a deficit in nonmalignant plasmablast and germinal center B-cell populations. *Cytometry Part B: Clinical Cytometry*, *92*(1), 79-87.



## KADINLARIN YAKIN PARTNER ŞİDDETİ İLE ALEKSİTİMİ VE DEPRESYON DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Arş. Gör. Sema AKER

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-5872-8067

Doç. Dr. Yasemin AYDIN KARTAL

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü

ORCID ID: 0000-0001-7464-945X

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışma, yakın partner şiddetine maruz kalan kadınların aleksitimi ve depresyon düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yürütüldü.

**Gereç ve Yöntem:** Korelasyonel ve tanımlayıcı tasarımda gerçekleştirilen çalışmanın örneklemini 18 yaş üstü 140 kadın oluşturdu. Veriler, “Tanıtıcı Bilgi Formu”, “Yakın İlişkilerde Şiddete Yönelik Tutum Ölçeği-Gözden Geçirilmiş Form (YİŞYTÖ)”, “Toronto Aleksitimi Ölçeği-20 (TAÖ-20)” ve “Depresyon ve Mutluluk Ölçeği Kısa Formu (DMÖKF)” ile toplandı.

**Bulgular:** Çalışmaya katkı sağlayan kadınların yaş ortalaması  $25,06 \pm 6,69$  olarak belirlendi. Kadınların; %38,6’sının eğitim düzeyinin üniversite olduğu, %29,3’ünün çalıştığı, ve %64,3’ünün çocukluk döneminde fiziksel/duygusal şiddete tanık olduğu belirlendi. Çalışmaya katılan kadınların ortalama  $2,15 \pm 1,28$  romantik ilişki deneyimi olduğu saptandı. Kadınların; %39,3’ünün ilişkileri sırasında ayda 1-2 kez şiddetli tartışma yaşadığı, %30’nun partneri ile uzun süreli küslük yaşadığı, %29,3’ünün ise partnerin kendisini cezalandırmak için iletişimi sınırlandırdığını ifade etti. Katılımcıların TAÖ-20 toplam puanı  $52,63 \pm 9,95$  ve DMÖKF toplam puanı  $12,98 \pm 1,74$  olarak tespit edildi. Düşük gelir düzeyi ve duygusal şiddete maruz kalma durumunun hem şiddeti kabullenışı hem de aleksitimik tutumu anlamlı olarak arttırdığı belirlendi. Mevcut ilişkide şiddete maruz kalma durumunun şiddeti kabulleniş düzeyini arttırdığı, partner ile uzun süre küslük yaşama durumunun ise aleksitimik tutumu yükselttiği belirlendi.

**Sonuç:** Çalışma bulguları sonucunda, ilişkilerinde yakın partner şiddetine uğrayan kadınların sınırdaki aleksitimik olduğu belirlendi. Yakın partner şiddetine uğrayan kadınların, şiddeti kabulleniş düzeyleri arttıkça aleksitimi düzeylerinin de arttığı tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Aleksitimi; depresyon; yakın partner şiddeti; kadına yönelik şiddet



## EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN INTIMATE PARTNER VIOLENCE AND ALEXITHYMIA AND DEPRESSION LEVELS OF WOMEN

### ABSTRACT

**Aim:** This study was conducted to examine the relationship between alexithymia and depression levels of women exposed to intimate partner violence.

**Materials and Methods:** The sample of the study, which was conducted with a descriptive and correlational design, consisted of 140 women over the age of 18. Data were collected with the “Introductory Information Form”, “Attitude Towards Violence in Close Relationships Scale-Revised Form”, “Toronto Alexithymia Scale-20 (TAÖ-20)” and “Depression and Happiness Scale Short Form (DHSSF)”.

**Results:** The average age of the women participating in the study was determined as  $25.06 \pm 6.69$ . Women; It was determined that 38.6% had university education, 29.3% were working, and 64.3% had witnessed physical/emotional violence during childhood. It was determined that the women participating in the study had an average of  $2.15 \pm 1.28$  romantic relationship experiences. Women; 39.3% stated that they had violent arguments 1-2 times a month during their relationships, 30% had long-term resentments with their partners, and 29.3% stated that their partners limited communication to punish them. The participants' TAÖ-20 total score was  $52.63 \pm 9.95$  and DHSSF total score was  $12.98 \pm 1.74$  (range: 6-17). It was determined that low income level and exposure to emotional violence significantly increased both acceptance of violence and alexithymic attitude. It was determined that exposure to violence in the current relationship increased the level of acceptance of violence, and long-term resentment with the partner increased the alexithymic attitude.

**Conclusion:** As a result of the study findings, it was determined that women exposed to intimate partner violence were borderline alexithymic. It was determined that as the level of acceptance of violence among women exposed to intimate partner violence increased, their alexithymia levels also increased.

**Keywords:** *Alexithymia; depression; intimate partner violence; violence against women.*

### GİRİŞ

Dünya çapında kadınların en yaygın olarak yaşadığı şiddet biçimi olan yakın partner şiddeti, yaygınlığı ve türleri değişse de toplumların ortak sorunudur. Yakın partner şiddeti; fiziksel şiddet, duygusal istismar, cinsel şiddet, kontrol edici ve zorlayıcı davranışlar dahil olmak

üzere, mevcut veya eski bir yakın partnere karşı fiziksel, psikolojik veya cinsel zarara neden olan herhangi bir davranışı ifade etmektedir (Oram ve ark., 2022).

Yapılan çok uluslu araştırmalarda, kadınların yaşamları boyunca fiziksel, cinsel veya her iki tür partner şiddetine maruz kalma oranları %15-71, duygusal şiddet oranları ise %20-75 arasında bildirilmiştir (Sardinha ve ark., 2022; Ellsberg ve ark., 2005). Bursa'da 1010 kadın ile yüz yüze görüşülerek yürütülen bir çalışmada, kadınların %32,6'sının evlilikleri boyunca en az bir defa eşleri tarafından şiddete maruz kaldığı bildirilmiştir. Şiddet öyküsü bildiren kadınlarda en sık rastlanan şiddet türü %34,1 ile fiziksel şiddet ve %15,8 ile duygusal şiddet olarak tespit edilmiştir (Ergin ve ark., 2005). Şiddete maruz kalmış kadınlarda fazla araştırılmamış ilişkili bir diğer durum aleksitimidir. Farklı patolojilerde görülebildiği gibi sağlıklı popülasyonda da bir kişilik özelliği olarak rastlanan aleksitimi kavramı, duyguları tanımlamak ve ifade etmekte yaşanan güçlüğü odaklanır. Şiddete maruz bırakılan kadınlarda aleksitimi düzeyinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Şaşıoğlu ve ark., 2013). Ayrıca, fiziksel ve sözlü şiddetin kadınlarda depresyon riskini arttırdığı bulunmuştur (Han ve ark., 2019).

Yakın partner şiddetinin kadın kurbanlarında gelişebilecek ruhsal ve zihinsel sağlık sorunları için özel terapötik müdahale stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma yakın partner şiddetine maruz kalan kadınların aleksitimi ve depresyon düzeyleri arasındaki ilişkinin araştırılması amacıyla yürütüldü.

## GEREÇ VE YÖNTEM

**Araştırmanın Evreni ve Örneklemi:** Tanımlayıcı ve korelasyonel tasarımda gerçekleştirilen araştırmanın evrenini, İstanbul'da yaşayan yakın partner şiddetine maruz kalmış 18 yaş üzeri kadınlar oluşturmuştur. Araştırma online yürütülmüş olup, çalışma anketi <https://www.google.com/forms/about/> üzerinden farklı sosyal medya platformları, mesajlaşma uygulamaları ya da e-mail ile kadınlara gönderilmiştir. Ruhsal ve zihinsel sağlık problemi öyküsü olmayan, en az bir romantik ilişkisi olan evli veya bekar kadınlar araştırmanın dahil edilme kriterlerini oluşturmuştur. Bu kriterlere göre araştırmaya dahil edilirken katılımcıların beyanları esas alınmıştır. Araştırmaya katılmaya gönüllü olan ve örneklem seçim kriterlerine uyan 140 kadın çalışmanın örneklemini oluşturmuştur.

**Veri Toplama Araçları:** Araştırmanın verileri, araştırmacılar tarafından oluşturulan "Tanıtıcı Bilgi Formu", "Yakın İlişkilerde Şiddete Yönelik Tutum Ölçeği-Gözden Geçirilmiş Form",

“Toronto Aleksitimi Ölçeği-20” ve “Depresyon ve Mutluluk Ölçeği Kısa Formu” ile toplanmıştır.

**Tanıtıcı Bilgi Formu:** Araştırmacılar tarafından literatür baz alınarak oluşturulan bu araştırma formunda katılımcıların gelir durumu, yaş gibi sosyodemografik özelliklerine yönelik ve partnerleri ile ilişkilerine yönelik sorular yer almaktadır.

**Yakın İlişkilerde Şiddete Yönelik Tutum Ölçeği-Gözden Geçirilmiş Form (YİŞYTÖ):** Ölçek, yakın ilişkilerde yaşanan fiziksel ve psikolojik şiddete ilişkin bireylerin tutumlarını değerlendirmek amacıyla Fincham ve arkadaşları tarafından 2008 yılında geliştirilmiştir. Ölçeğin Türkçeye uyarlaması Toplu ve arkadaşları tarafından 2017 yılında gerçekleştirilmiştir. On yedi maddeden oluşan ölçek beşli likert tipi ile tasarlanmıştır. Ölçekten alınabilecek toplam puan minimum 17 maksimum 85 arasında değişkenlik göstermektedir. Alınan toplam puanın artması fiziksel veya psikolojik şiddete ilişkin kabullenici tutumların yükseldiğini ifade etmektedir. Ölçeğin, Cronbach-Alpha değeri 0,72 olarak hesaplanmıştır (Toplu ve ark., 2017). Bu çalışmanın için Cronbach alfa değeri 0,85 olarak saptanmıştır.

**Toronto Aleksitimi Ölçeği-20 (TAÖ-20):** Taylor ve arkadaşları tarafından 1985 yılında geliştirilen ölçek 26 madde ve 4 alt boyuttan oluşmaktadır (TAÖ-26). Ölçek sonrasında revize edilerek 20 madde ve 3 alt boyuttan oluşan TAÖ-20 geliştirilmiştir. Ölçeğin Türkçe uyarlaması Güleç ve arkadaşları tarafından 2009 yılında gerçekleştirilmiştir. Öz değerlendirme olarak tasarlanan bu ölçekten bireyin aldığı toplam puan doğrultusunda bireyin aleksitimi düzeyleri belirlenmektedir. Ölçekten 61 puan ve üstünde alan kişiler aleksitimik olarak kabul edilmektedir. 51 ve altındaki değerler aleksitimi yokluğunu, 51-61 arasındaki değerler sınırda aleksitimi varlığını ifade etmektedir. Alınan puanın artması kişinin aleksitimik eğiliminin arttığını göstermektedir. Ölçeğin, Cronbach-Alpha değeri 0,78 olarak hesaplanmıştır (Güleç ve ark., 2009). Bu çalışmanın örneklemini için Cronbach alfa değeri 0,79 şeklinde saptanmıştır.

**Depresyon ve Mutluluk Ölçeği Kısa Formu (DMÖKF):** Bireylerin depresyon ve mutluluk düzeylerini ölçmek için Joseph ve arkadaşları tarafından 2004 yılında geliştirilen ölçeğin Türkçe uyarlaması Sapmaz ve Temizel tarafından 2013 yılında gerçekleştirilmiştir. Altı maddeden oluşan ölçek dörtlü likert tipi ile tasarlanmıştır. Ölçekten alınabilecek toplam puan minimum 0 maksimum 18 arasında değişkenlik göstermektedir. Alınan toplam puanın artması bireyin olumlu duygu ve düşüncelerin arttığını ifade etmektedir. Ölçeğin, Cronbach-Alpha

değeri 0,80 olarak hesaplanmıştır (Sapmaz ve Temizel, 2013). Bu çalışmanın örneklemini için Cronbach alfa değeri 0,70 olarak bulunmuştur.

**Verilerin Değerlendirilmesi:** Çalışma verilerinin analizi, SPSS 16.0 (Statistical Package for Social Science) paket programında yapılmıştır. Araştırmaya katılan kadınların tanımlayıcı özelliklerinin belirlenmesinde frekans ve yüzde analizlerinden, ölçeklerin incelenmesinde ortalama ve standart sapma istatistiklerinden yararlanılmıştır. Veri dağılımının normalliği Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. İki sürekli değişkenin karşılaştırılmasında Spearman korelasyon testi ve kategorik değişkenlerin sürekli değişkenlerle karşılaştırılmasında Mann-Whitney U-testi ve Kruskal-Wallis testleri kullanılmıştır.  $P < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

**Araştırmanın Etik İlkeleri:** Çalışmanın yapılabilmesi için Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Bilimsel Araştırmalar Etik Kurul’undan etik kurul onayı alınmıştır (Sayı: 12023, Tarih: 01.10.2023). Araştırmanın bütün kısımlarında “gizlilik ilkesine” uyulmuştur ve Helsinki Bildirgesinde yer alan kurallara uygun olarak hareket edilmiştir. Katılımcılara araştırma hakkında bilgi verildikten sonra online olarak bilgilendirilmiş gönüllü onamları alınmıştır.

## BULGULAR

Çalışmaya katılan kadınların; yaş ortalaması  $25,06 \pm 6,69$ , %38,6’sının eğitim düzeyinin üniversite olduğu ve %57,9’unun gelirinin giderine eşit olduğu ve %29,3’ünün çalıştığı belirlendi. Katılımcıların %64,3’ünün çocukluk döneminde de fiziksel/duygusal şiddete tanık olduğu belirlendi. Tablo 1’de kadınların tanıtıcı özelliklerine ilişkin bulgular yer almaktadır.

**Tablo 1.** Kadınların Tanıtıcı Özelliklerine Ait Bulgular (n=140)

	$\bar{X} \pm SS$	Min.	Max.
<b>Yaş</b>	$25,06 \pm 6,69$	18	44
		<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Eğitim Durumu</b>	İlkokul-Ortaokul	4	2,9
	Lise	73	52,1
	Üniversite (Önlisans-Lisans)	54	38,6
	Lisansüstü	9	6,4
<b>Çalışma Durumu</b>	Evet	41	29,3
	Hayır	99	70,7
<b>Gelir Durumu</b>	Gelir giderden az	42	30
	Gelir gidere eşit	81	57,9
	Gelir giderden fazla	17	12,1
<b>Yaşanan Kişi</b>	Yalnız	25	17,9
	Aile ile birlikte	84	60
	Eş/Partner	31	22,1
<b>Çocukluk Döneminde Fiziksel/Duygusal Şiddete Tanık Olma Durumu</b>	Evet	90	64,3
	Hayır	50	35,7

Çalışmaya katılan kadınların; ortalama  $2,15 \pm 1,28$  (range:1-5) romantik ilişki deneyimi olduğu ve %44,3'ünün ise şu anda mevcut ilişkisinin olmadığı belirlendi. Kadınların; %39,3'ünün ilişkileri sırasında ayda 1-2 kez kavga ettiği, %30'nun partneri ile uzun süreli küslük deneyimlediği, %29,3'ünün ise partnerin kendisini cezalandırmak için bazen iletişimi sınırlandırdığı saptandı.

Çalışma kapsamında kadınların daha önceki/mevcut ilişki/ilişkilerinde şiddet deneyimleri sorgulanmış olup kadınların; %53,6'sının fiziksel, %38,6'sının duygusal, %5,7'sinin cinsel, %3,6'sının ise ekonomik şiddete maruz kaldığı belirlendi.

Yakın İlişkilerde Şiddete Yönelik Tutum Ölçeği (YİŞYTÖ) toplam puanı  $32,24 \pm 10,90$  (range:17-61), Toronto Aleksitimi Ölçeği-20 (TAÖ-20) toplam puanı  $52,63 \pm 9,95$  (range:30-79) ve Depresyon ve Mutluluk Ölçeği Kısa Formu (DMÖKF) toplam puanı  $12,98 \pm 1,74$  (range:6-17) olarak belirlendi.

Eğitim durumu, çalışma durumu, çocukluk döneminde fiziksel/duygusal şiddete tanık olma durumunu ve yaşanan kişi değişkenlerinin YİŞYTÖ, TAÖ-20 ve DMÖKF ölçeği toplam puan ortalamalarını anlamlı olarak etkilemediği saptanmıştır ( $p > 0,05$ ).

Gelir durumu, ilişkide duygusal şiddete maruz kalma durumunun YİŞYTÖ ve TAÖ-20 ölçeği toplam puan ortalamalarını anlamlı olarak etkilediği ancak DMÖKF ölçek toplam puanını ise anlamlı olarak etkilemediği saptanmıştır.

İlişkide şiddete maruz kalma durumunun YİŞYTÖ, partner ile uzun süreli küslük yaşama durumunun TAÖ-20, mevcut ilişki durumu değişkeninin ise DMKÖF ölçeği toplam puan ortalamalarını anlamlı olarak etkilediği belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

YİŞYTÖ ile TAÖ-20 ölçek puanları arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu saptandı ( $r=0,337$ ;  $p=,000$ ). YİŞYTÖ ile DMÖKF ölçek puanları arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu saptandı ( $r=0,278$ ;  $p=,001$ ).

## TARTIŞMA

Bu çalışma, yakın partner şiddetine maruz kalan kadınların aleksitimi ve depresyon düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Kadınların yaklaşık %27'sinin partnerleri tarafından şiddete maruz bırakıldığı bilinmektedir. Şiddete maruz kalan kadınların daha fazla psikolojik semptom yaşadıkları tespit edilmiştir (Sardinha ve ark., 2022). Signorelli ve arkadaşları tarafından 2020 yılında gerçekleştirilen çalışmada; yakın partner şiddetine maruz kalan kadınların %47,4'ünün ciddi düzeyde depresyonlarının olduğu, %87,7'sinin

travma sonrası stres bozukluğu yaşadığı saptanmıştır. Aynı çalışmada yakın partner şiddetine maruz kalan kadınların; TAÖ-20 ölçeği toplam puan ortalaması  $60,49 \pm 17,95$  (sınırdan aleksitimik) olarak belirlenirken şiddete maruz kalmayan kadınların ölçek puan ortalaması ise  $38,6 \pm 13,9$  (aleksitimi yokluğu) olarak tespit edilmiştir (Signorelli ve ark., 2020). Bu çalışma da kadınların TAÖ-20 ölçek toplam puanı  $52,63 \pm 9,95$  (sınırdan aleksitimik) olarak saptanmış olup YİŞYTÖ ile TAÖ-20 ölçek puanları arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kadınların yakın partner şiddetine maruziyeti ve şiddeti kabullenme düzeyleri arttıkça aleksitimi düzeylerinin de anlamlı olarak arttığı belirlenmiştir.

Kadınların; eğitim ve gelir düzeyinin düşük olmasının ve ekonomik olarak bağımlı olma durumlarının yakın partner şiddeti için risk faktörü olduğu saptanmıştır (Capaldi ve ark., 2012). Kadının eğitim düzeyinin artmasının şiddete maruz kalma olasılıklarını azalttığı bildirilmiş olup lise ve üzeri eğitim düzeyine sahip olan kadınların, daha düşük eğitim düzeyine sahip kadınlara kıyasla daha az partner şiddetine maruz kaldıkları saptanmıştır (Büyükyılmaz ve Demir, 2020; İpek ve Ayvaz Kızılgöl, 2019). Eğitim ve gelir düzeyi yüksek kadınlarda da şiddete maruziyet bildirilse de bu oran sosyoekonomik koşulları düşük olan kadınlara kıyasla daha düşük düzeylerde tespit edilmiştir (Page ve İnce, 2008). Benzer şekilde çalışmamız sonucunda da gelir durumu düşük kadınların yakın partner şiddetini kabullenme ve aleksitimi düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kadınların; çocukluk döneminde fiziksel/duygusal şiddete tanık olma durumunun yakın partneri tarafından şiddete maruz kalma riskini arttırdığı tespit edilmiştir (Çalışkan ve Çevik, 2018). Bireylerin çocukluktan yetişkinliğe kadar izlendiği 2003 ve 2005 yıllarında gerçekleştirilen iki prospektif çalışmada, çocukluk çağında ebeveynler arası şiddete/fiziksel istismara tanık olma durumunun erişkinlikte yakın partner şiddeti mağduru olma riskini arttırdığı saptanmıştır (Ehrensaft ve ark., 2003; Linder ve Collins, 2005). Çalışma sonuçlarımız literatürle farklılık göstermektedir. Çocukluk döneminde fiziksel/duygusal şiddete tanık olma durumunun ölçek puan ortalamalarını anlamlı olarak farklılaştırmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun çalışma popülasyonuna özgü olabileceğini düşündürmektedir.

Yakın partner şiddetinde bir diğer konu partnerler arası çatışma durumunun sürdürülmesidir (Shai ve ark., 2019). Vazquez ve arkadaşları tarafından 2015 yılında gerçekleştirilen çalışmada bireylerin genel mutluluğunun devamlılığında evlilikte ki eş dinamiklerinin ön koşul olduğunu belirtmiştir (Vazquez ve ark., 2015). Bhatt ve arkadaşları tarafından 2023 yılında 420 kadın ile gerçekleştirilen çalışmada; kadınların çoğunun (%75,50) eşleri ile ilişkilerini iyi olarak tanımladığı ve %50'sinin eşlerinden bazen korktuğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada

kadınların eşleriyle kavga etme sıklığı bakıldığında; %65,50'si ara sıra, %23,30'u hiç kavga etmediğini, %11,20'si ise her gün kavga ettiğini ifade etmiştir (Bhatt ve ark., 2023). Çalışmamızda ise kadınların; %30'unun ilişkileri sırasında ayda 1-2 kez kavga ettiği, %30'nun partneri ile uzun süreli küslük deneyimlediği, %29,3'ünün ise partnerin kendisini cezalandırmak için bazen iletişimi sınırladığı saptandı. Partnerleriyle uzun süre küslük yaşayan kadınların aleksitimi düzeyleri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Bu durumun nedeni olarak ilişki sırasında etkileşimin kesilmesinin bireyin duygu durumunu baskıladığı öne sürülebilir.

Craparo ve arkadaşları tarafından 2014 yılında gerçekleştirilen çalışmada, şiddet öyküsü bulunan kadınların aleksitimi skorlarının şiddet görmeyen kadınlara kıyasla anlamlı olarak yüksek olduğu saptanmıştır (Craparo ve ark., 2014). Benzer şekilde Yelsma tarafından gerçekleştirilen çalışmada da şiddete maruz kalan kadınların aleksitimi düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Yelsma, P., 1996). Crapora ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada, aleksitimi de görünen duygu düzenleme güçlüklerinin kadınların yakın partner şiddetine karşı savunmasızlıklarını arttığı vurgulanmaktadır (Craparo ve ark., 2014). Literatürle paralel olarak çalışmamız sonucunda da ilişki de duygusal şiddete maruz kalma durumunun bireylerin şiddeti kabullenme düzeylerini arttırdığı ve bireylerin aleksitimi düzeylerinin şiddet görmeyenlere kıyasla anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızın bulguları, yakın partner şiddet mağdurlarına duygulanım düzenlemesine odaklanan psikolojik müdahalelerin gerekliliğini desteklemektedir. Bu tür müdahaleler, maruz kalınan şiddete odaklanmanın yanı sıra, stresle başa çıkma ve yönetmeye yönelik duygusal yeteneklerin geliştirilmesi üzerinde de çalışmalıdır. Bu araştırma sonuçları, yakın partner şiddeti sorununun ele alacak, ruh sağlığı ve yaşam kalitesiyle ilişkilendirecek, tartışmayı teşvik edecek, yeni fikirler ve geleceğe yönelik umutlar üretecek yöntemlerin oluşturulmasına fayda sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

Bhatt, B., Bhatt, N., Karki, A., Giri, G., Baaniya, B., Neupane, B., ... & Sagtani, R. A. (2023). Intimate partner violence against married women of reproductive age in Nepal during the COVID-19 pandemic. *Heliyon*, 9(9).

Büyükyılmaz, A. ve Demir, Ç. (2020). Türkiye'de kadına yönelik aile içi şiddetin belirleyicileri: Multinomial logit model yaklaşımı. *Ege Akademik Bakış*, 16(3), 443- 450.



- Capaldi, D. M., Knoble, N. B., Shortt, J. W., & Kim, H. K. (2012). A systematic review of risk factors for intimate partner violence. *Partner abuse*, 3(2), 231-280.
- Ehrensaft, M. K., Cohen, P., Brown, J., Smailes, E., Chen, H., & Johnson, J. G. (2003). Intergenerational transmission of partner violence: a 20-year prospective study. *Journal of consulting and clinical psychology*, 71(4), 741.
- Ellsberg, M., Watts, C., García-Moreno Henrica, C., Jansen, AFM., & Heise, L. (2005). WHO multi-country study on women's health and domestic violence against women: Initial results on prevalence, health outcomes and women's responses.
- Ergin, N., Bayram, N., Alper, Z., Selimoglu, K., & Bilgel, N. (2005). Domestic violence: A tragedy behind the doors. *Women Health*, 42:(2), 35-51.
- Güleç, H., Kose, S., Güleç, MY., Çitak, S., Evren, C., Borckardt, J., & Sayar, K. (2009). Reliability and factorial validity of the Turkish version of the 20-item Toronto alexithymia scale (TAS-20). *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni*, 19:(3), 214-20.
- Han KM, Jee HJ, An H, Shin C, Yoon HK, Ko YH et al. (2019). Intimate partner violence and incidence of depression in married women: A longitudinal study of a nationally representative sample. *Journal of Affective Disorders*, 245: 305-311.
- İpek, E. ve Ayvaz Kızılgül, Ö. (2019). Kadına yönelik aile içi şiddet ve kadının iş gücüne katılımına ilişkin mikroekometrik analiz: Türkiye. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 455-474.
- Linder, J. R., & Collins, W. A. (2005). Parent and peer predictors of physical aggression and conflict management in romantic relationships in early adulthood. *Journal of family psychology*, 19(2), 252.
- Oram, S., Fisher, H. L., Minnis, H., Seedat, S., Walby, S., Hegarty, K., Rouf, K., Angénieux, C., Callard, F., et al. (2022). The Lancet Psychiatry Commission on intimate partner violence and mental health: Advancing mental health services, research, and policy. *Lancet Psychiatry*, 9:(6), 487-524.
- Page, A. Z., & İnce, M. (2008). Aile içi şiddet konusunda bir derleme. *Türk Psikoloji Yazıları*, 11(22), 81-94.
- Sapmaz, F., & Temizel, S. (2013). Turkish version of the Short Depression-Happiness Scale (SDHS): A validity and reliability study. *The Journal of Happiness & Well-Being*, 1:(1), 32-38.
- Sardinha, L., Maheu-Giroux, M., Stöckl, H., Meyer, S. R., & García-Moreno, C. (2022). Global, regional, and national prevalence estimates of physical or sexual, or both, intimate partner violence against women in 2018. *The Lancet*, 399(10327), 803-813.
- Shai, N., Pradhan, G. D., Chirwa, E., Shrestha, R., Adhikari, A., & Kerr-Wilson, A. (2019). Factors associated with IPV victimisation of women and perpetration by men in migrant communities of Nepal. *PloS one*, 14(7), e0210258.
- Signorelli, M. S., Fusar-Poli, L., Arcidiacono, E., Caponnetto, P., & Aguglia, E. (2020). Depression, PTSD and alexithymia in victims of intimate partner violence: a case-control study. *Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)*, 47, 45-50.
- Şaşıoğlu, M., Gülol, Ç., & Tosun, A. (2013). Aleksitimi kavramı. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 5:(4), 507-27.
- Toplu-Demirtaş, E., Hatipoğlu-Sümer, Z., & Fincham, F. (2017). Intimate partner violence in Turkey: The Turkish Intimate Partner Violence Attitude Scale-Revised. *Journal of Family Violence*, 32, 349-356.
- Vázquez, J. J., Panadero, S., & Rivas, E. (2015). Happiness among poor women victims of intimate partner violence in Nicaragua. *Social Work in Public Health*, 30(1), 18-29.

## PERİNATAL DÖNEMDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI: BİR GÖZDEN GEÇİRME ÇALIŞMASI

**Arş. Gör. Sema AKER**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0002-5872-8067

**Doç. Dr. Yasemin AYDIN KARTAL**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0001-7464-945X

### ÖZET

Bu derlemede, yapay zeka teknolojisinin perinatal dönemde kullanımı ve yapay zeka tabanlı algoritmaların ve yöntemlerin güncel literatür ışığında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. “Yapay Zeka”, “Perinatal Dönemde Yapay Zeka Uygulamaları”, “Artificial Intelligence”, “Artificial Intelligence Applications in the Perinatal Period” anahtar kelimeleri ile Pubmed, Scopus, Cochrane, Medline, Science Direct, Google Scholar veri tabanları taranarak erişim sağlanan makaleler değerlendirilmiştir. Konu ile ilgili 2015-2023 yılları arasında yayımlanan 46 çalışma araştırmanın kapsamını oluşturmuştur.

Yapay zeka, belirli bir görevi gerçekleştirmek için insan zekasını ve davranışını simüle eden bir bilim alanıdır. Bu yöntem, karar verme sürecine yardımcı olabilir ve tıbbi bakımı iyileştirebilir. Sağlık hizmetlerinde yapay zeka; tahmin, modelleme, teşhis, erken teşhis ve izleme için kullanılabilir. Perinatal dönemde yapay zeka teknolojisinin kullanımı, kadının gebelik, doğum ve doğum sonrası dönemde ihtiyaç duyabileceği bakım hizmetlerinin sunumunu kapsamaktadır. Bu dönemde kullanılan yapay zeka teknolojisinin temel amacı, anne ve fetus sağlığını koruyarak geliştirmek, yaşam kalitesini yükseltmek, böylelikle perinatal morbidite ve mortalite oranlarını azaltmaktır. Obrescu ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, gebelik diyabeti olan kadınlarda yapay zeka hem teşhis hem de izlem amacıyla kullanılmıştır. Aynı çalışmada sezaryen doğum veya doğum induksiyonu ihtiyacı gibi gerçek zamanlı teşhis tahminleri yapmak içinde yapay zekanın kullanılacağı belirtilmektedir. Davidson ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Fetal Akıllı Navigasyon Ekokardiyografisi gibi yöntemlerin, doğuştan doğum kusurlarının, özellikle de kalp anomalilerinin doğum öncesi tanısında kullanılacağı vurgulanmaktadır. Lutomski ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise yapay zeka tabanlı kardiyotokografi, gözlemcinin önyargısını azaltma ve fetal kalp hızı ile kontraksiyonların daha iyi yorumlanmasını artırma potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir ancak yöntemin olumsuz gebelik sonuçlarını öngörmede üstün performansına ilişkin sınırlı kanıt mevcuttur.

Perinatal sağlık için yapay zeka henüz başlangıç aşamasındadır. Buna rağmen mevcut literatür değerlendirildiğinde yapay zeka uygulamalarının erken teşhis ve mşdahale uygulamalarının geliştirilmesinde bşyşk bir öneme sahip olduğu vurgulanmış ve bu konuda çığır açıcı gelişmelerin yaşanması kaçınılmazdır.

**Anahtar Kelimeler:** *Perinatal Dönem, Yapay Zeka, Yapay Zeka Teknolojileri*

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN THE PERINATAL PERIOD: A REVIEW STUDY**

### **ABSTRACT**

In this review, it is aimed to evaluate the use of artificial intelligence technology in the perinatal period and artificial intelligence-based algorithms and methods in the light of current literature. The accessed articles were evaluated by scanning Pubmed, Scopus, Cochrane, Medline, Science Direct, Google Scholar databases with the keywords "Artificial Intelligence", "Artificial Intelligence Applications in the Perinatal Period", "Artificial Intelligence", "Artificial Intelligence Applications in the Perinatal Period". 46 studies on the subject published between 2015 and 2023 constituted the scope of the research.

Artificial intelligence (AI) in healthcare is a powerful tool that can improve the decision-making process and enhance medical care. It is used for various purposes such as prediction, modelling, diagnosis, early diagnosis, and monitoring. In particular, AI technology is beneficial in the perinatal period, which covers the care services provided to women during pregnancy, childbirth, and the postnatal period. The primary objective of using AI in this period is to safeguard and enhance maternal and fetal health, aiming to reduce perinatal morbidity and mortality rates and enhance the quality of life. A study by Obrescu et al. highlights the use of AI for both diagnosing and monitoring women with gestational diabetes. The research suggests that AI can accurately predict real-time diagnostic outcomes, such as the need for a caesarean section or labour induction. Additionally, Davidson et al. emphasize the potential of AI methods like Fetal Intelligent Navigation Echocardiography in prenatal diagnosis, especially for congenital heart defects. AI technology in healthcare has the potential to transform perinatal care and improve outcomes for women and their babies. Lutomski et al. found that AI-based cardiotocography has the potential to reduce observer bias and improve interpretation of fetal heart rate and contractions, but there is limited evidence of its superior performance in predicting adverse pregnancy outcomes.

Artificial intelligence for perinatal health is still in its infancy. Nevertheless, when the existing literature is evaluated, it is emphasised that artificial intelligence applications have a great importance in the development of early diagnosis and intervention applications and it is inevitable that groundbreaking developments will occur in this field.

**Keywords:** *Artificial Intelligence Technologies, Artificial Intelligence, Perinatal Period*

## GİRİŞ

Yapay zeka kavramı, Çekçe’de “insan dışı iş” anlamına gelen “robot” kelimesinden köken almaktadır. İnsanların görev sorumluluklarında olan eylemlerin bilgisayar destekli teknolojilerin kullanılmasıyla gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir (Hofer ve ark., 2013). Gelişim süreci 1956 yılına dayanan bu sistem, teknoloji sistemlerinin gelişmesiyle pek çok alan kullanılmaya başlanmıştır (Hamet & Tremblay, 2017). Yakın gelecekte sağlık alanında da kullanılmaya başlayan yapay zeka sistemleri; fiziksel olarak robotik cerrahi alanında kullanılmakta olup sanal olarak tıbbi tanılarının teşhis ve tedavi süreçlerine karar vermede kullanılmaktadır (Marcus ve ark., 2015).

Anne ve çocuk sağlığı sonuçlarının iyileştirilmesi ülkelerin yegane hedefleri arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda perinatal dönemde bakım uygulamalarının iyileştirmesi oldukça önemlidir. Perinatal dönemde yapay zeka teknolojisinin kullanımı, kadının gebelik, doğum ve doğum sonrası dönemde ihtiyaç duyabileceği bakım hizmetlerinin sunumuna odaklanmaktadır (Ramakrishnan ve ark., 2021). Literatürde perinatal dönemde yapay zekanın; erken doğum, gebelikte hipertansif bozukluklar, gestasyonel diyabet, maternal ve fetal ölüm, doğum sonu depresyon ve fetal ağırlığın tahmininde yaygın olarak kullanıldığı tespit edilmiştir (Obrescu ve ark., 2020; Ramakrishnan ve ark., 2021). Perinatal dönemde yapay zeka kullanımının temel amacı; maternal ve fetal sağlığı korumak, genel iyilik halini geliştirmek, maternal ve fetal morbidite ve mortalite oranlarını azaltmaktır (Karakaya ve ark., 2022). Bu derleme; yapay zeka teknolojisinin perinatal dönemde kullanımı ve yapay zeka tabanlı algoritmaların ve yöntemlerin güncel literatür ışığında değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## PERİNATAL DÖNEMDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

Perinatal dönemde yapay zeka uygulamaları; tahmin, modelleme, teşhis, erken teşhis ve izleme gibi pek çok amaçla kullanılabilir. Obrescu ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, gebelik diyabeti olan kadınlarda yapay zeka hem teşhis hem de izlem amacıyla kullanılmıştır. Aynı çalışmada sezaryen doğum veya doğum indüksiyonu ihtiyacı gibi gerçek zamanlı teşhis tahminleri yapmak içinde yapay zekanın kullanılabilirliği belirtilmektedir

(Obrescu ve ark., 2020). Davidson ve Boland tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Fetal Akıllı Navigasyon Ekokardiyografisi gibi yöntemlerin, doğuştan doğum kusurlarının, özellikle de kalp anomalilerinin doğum öncesi tanısında kullanılabileceği vurgulanmaktadır (Davidson & Boland, 2021). Tablo 1’de yapay zekanın perinatal dönemde kullanımına ilişkin çalışmalara yer verilmiştir.

**Tablo 1.** Perinatal Dönemde Yapay Zekanın Kullanımı

Yazar/Yıl	Çalışmanın Adı	Örneklem	Amaç	Odaklanılan Perinatal Problem	Sonuç
Re ve ark., (2015)	Normal Gebeliklerde Sanal Organ Bilgisayar Destekli Analizle Fetal Timus Hacmi Tahmini	12 ila 35. gebelik haftaları arasındaki 37 normal gebe	Normal gebeliklerde fetal timus hacmini tahmin etmek için sanal organ bilgisayar destekli analizin potansiyelini değerlendirmek.	Fetal Sağlığın Değerlendirilmesi	Timusun karmaşık bir şekli olmasına rağmen, vakaların %77,7'sinde sanal organ bilgisayar destekli analiz ile sınırlarının belirlenmesi ve hacminin hesaplanması mümkün olmuştur.
Lei ve ark., (2015)	Çok Katmanlı Fisher Vektörü (FV) Aracılığıyla Plasental Olgunluğun Otomatik Evrenmesi İçin Ayırıcı Öğrenme	443 plasenta görseli	Ultrason görüntülerinden plasenta matürasyonunun otomatik olarak aşamalandırılmak için bir yöntem geliştirmek.	Plasental Matürasyonun Değerlendirilmesi	Yapay zeka kullanımının plasental matürasyonunun belirlenmesinde; duyarlılık oranı %98,04, özgüllük oranı %93,75 olarak tespit edilmiştir.
Neocleous ve ark., (2015)	Birinci Trimester Non-invaziv Prenatal Tanı: Hesaplamalı Zeka Yaklaşımı	Anöplidiler için ilk trimester taramasına tabi tutulan 51.208 tekil gebelik vakasından oluşan bir veri tabanı	11-13. gebelik haftalarında, non-invaziv tahmin için yapay zeka kullanımının potansiyel değerini, uygun sonografiden öplidi ve trizomi 21 (T21) riskini incelemek.	Kromozomal Anomalilerin Değerlendirilmesi	Çalışma sonucunda yapay zeka kullanımının tüm T21 vakalarını doğru bir şekilde tanımladığı belirlenmiştir.
Moreira ve ark., (2018)	Gebelik Diyabeti Veri Analitiği İçin Evrimsel Radyal Temel Fonksiyon Ağı	Ulusal Diyabet ve Sindirim ve Böbrek Hastalıkları Enstitüsü veri seti (n = 394)	Hem gebe kadınlar hem de fetüs için birden fazla riske yol açabilecek olası gebelik diyabeti vakalarını belirlemek.	Maternal Tanılama	Çalışma sonucunda yapay zeka kullanımının gestasyonel diyabet için mükemmel bir öngörücü olduğu tespit edilmiştir.

Yazar/Yıl	Çalışmanın Adı	Örneklem	Amaç	Odaklanılan Perinatal Problem	Sonuç
Naimi ve ark., (2018)	Fetal Büyüme Tahmini İçin Makine Öğrenimi	Ulusal Anne ve Bebek verilerinden 18.517 gebelik (31.948 ultrason ziyareti) ve yüksek riskli gebeliklerden oluşan ayrı bir veri kümesi (n= 240)	Yapay zeka algoritmalarının, hazır intrauterin bilgileri kullanarak gebelik süresi boyunca tahmini fetal ağırlığı doğru bir şekilde tahmin edip edemediğini değerlendirmek ve sigara içme ile gebelik boyunca fetal/doğum ağırlığı arasındaki ilişkiyi değerlendirmek.	Fetal Ağırlık	Çalışma sonucunda yapay zeka değerlendirilmesinin; gebelik sırasında sigara içmenin gebelik yaşına göre intrauterin gelişme geriliği riskini 3,84 kat artırdığı tespit edilmiştir.
Goodale ve ark., (2019)	Giyilebilir Sensörler, Adet Döneminin Neden Olduğu Fizyolojideki Değişiklikleri Ortaya Çıkartıyor Ve Doğurganlık Penceresinin Tahmin Edilmesini Sağlıyor: Gözlemsel Çalışma	Gebelik planlayan 237 İsviçreli kadın	Doğurganlık dönemini gerçek zamanlı olarak tanımlayabilecek bir algoritma geliştirmek.	Fertilitenin Geliştirilmesi	Giyilebilir teknolojinin bilek derisi sıcaklığındaki, kalp hızı ve solunum hızındaki önemli, eş zamanlı faza dayalı değişimleri tespit edebildiği tespit edilmiştir. Kalp atış hızı değişikliği ve cilt perfüzyonu adet döngüsü boyunca benzer şekilde değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 1’de belirtilen çalışmalara ek olarak; Lutomski ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada yapay zeka tabanlı kardiyotokografi, gözlemcinin önyargısını azaltma ve fetal kalp hızı ile kontraksiyonların daha iyi yorumlanmasını artırma potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir ancak yöntemin olumsuz gebelik sonuçlarını öngörmeye üstün performansına ilişkin sınırlı kanıt mevcuttur (Lutomski ve ark., 2015).

Ramakrishnan ve arkadaşları tarafından 2021 yılında gerçekleştirilen çalışmada; gebelik yaşının tahmininde yapay zeka tabanlı araçların kullanımının uygun maliyetli ve doğru bir tahmin aracı olduğunu tespit etmişlerdir (Ramakrishnan ve ark., 2021). Delanerolle ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise yapay zeka temelli geliştirilen fetal kalp hızı (FKH) takip cihazı, evde FKH takibini mümkün kılmıştır. Çalışma sonucunda bu yöntemle riskin erken evrede tanılanarak erken müdahalenin sağlanabileceği vurgulanmaktadır (Delanerolle ve ark., 2021).

Wang ve arkadaşları tarafından doğum sonu periyotta postpartum depresyon gelişme olasılığını tahmin etmek için yapay zeka kullanımının değerlendirildiği çalışmada; altı farklı cihaz kullanılarak algoritmalar oluşturulmuş ve 2015-2017 yılları arasında 9.980 gebenin elektronik sağlık kayıtları incelenmiştir. Çalışma sonucunda geliştirilen yapay zeka modelinin



postpartum depresyon gelişme risk tahmini 0,79 düzeylerinde saptadığı belirlenmiştir (Wang ve ark., 2019).

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Prospektif olarak doğrusal ilerleme kaydeden teknolojik gelişmeler sağlık alanını da pek çok açıdan etkilemektedir. Perinatal sağlık için yapay zeka henüz başlangıç aşamasındadır. Buna rağmen mevcut literatür değerlendirildiğinde yapay zeka uygulamalarının erken teşhis ve müdahale uygulamalarının geliştirilmesinde büyük bir öneme sahip olduğu vurgulanmış ve bu konuda çığır açıcı gelişmelerin yaşanması kaçınılmazdır.

## KAYNAKÇA

- Davidson, L., & Boland, M. R. (2021). Towards deep phenotyping pregnancy: a systematic review on artificial intelligence and machine learning methods to improve pregnancy outcomes. *Briefings in bioinformatics*, 22(5), bbaa369.
- Delanerolle, G., Yang, X., Shetty, S., Raymont, V., Shetty, A., Phiri, P., et al. (2021). Artificial intelligence: a rapid case for advancement in the personalization of gynaecology/obstetric and mental health care. *Women's Health*. 17, 1-20. doi: 10.1177/17455065211018111
- Goodale, B. M., Shilaih, M., Falco, L., Dammeier, F., Hamvas, G., & Leeners, B. (2019). Wearable sensors reveal menses-driven changes in physiology and enable prediction of the fertile window: observational study. *Journal of medical Internet research*, 21(4), e13404.
- Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, S36-S40.
- Hofer, M. D., Meeks, J. J., Cashy, J., Kundu, S., & Zhao, L. C. (2013). Impact of increasing prevalence of minimally invasive prostatectomy on open prostatectomy observed in the national inpatient sample and national surgical quality improvement program. *Journal of Endourology*, 27(1), 102-107.
- Karakaya, B. H., Aykol, A. S., & Doğan Merih, Y. (2022). Yapay zekâ teknolojisinin perinatal dönem bakımına entegrasyonu ve uygulama örnekleri. *Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı Dergisi*, 5 (2): 1-11.
- Lei, B., Yao, Y., Chen, S., Li, S., Li, W., Ni, D., & Wang, T. (2015). Discriminative learning for automatic staging of placental maturity via multi-layer fisher vector. *Scientific reports*, 5(1), 12818.
- Lutomski, J. E., Meaney, S., Greene, R. A., Ryan, A. C., & Devane, D. (2015). Expert systems for fetal assessment in labour. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4).
- Marcus, H. J., Hughes-Hallett, A., Cundy, T. P., Yang, G. Z., Darzi, A., & Nandi, D. (2015). da Vinci robot-assisted keyhole neurosurgery: a cadaver study on feasibility and safety. *Neurosurgical review*, 38, 367-371.
- Moreira, M. W., Rodrigues, J. J., Kumar, N., Al-Muhtadi, J., & Korotaev, V. (2018). Evolutionary radial basis function network for gestational diabetes data analytics. *Journal of computational science*, 27, 410-417.
- Naimi, A. I., Platt, R. W., & Larkin, J. C. (2018). Machine learning for fetal growth prediction. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 29(2), 290.
- Neocleous, A. C., Nicolaides, K. H., & Schizas, C. N. (2015). First trimester noninvasive prenatal diagnosis: a computational intelligence approach. *IEEE Journal of biomedical and Health informatics*, 20(5), 1427-1438.



- Oprescu, A. M., Miro-Amarante, G., García-Díaz, L., Beltrán, L. M., Rey, V. E., & Romero-Ternero, M. (2020). Artificial intelligence in pregnancy: A scoping review. *IEEE Access*, 8, 181450-181484.
- Ramakrishnan, R., Rao, S. & He, J.R. (2021). Perinatal health predictors using artificial intelligence: A review. *Women's Health*. doi.10.1177/17455065211046132
- Re, C., Bertucci, E., Weissmann-Brenner, A., Achiron, R., Mazza, V., & Gindes, L. (2015). Fetal thymus volume estimation by virtual organ computer-aided analysis in normal pregnancies. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 34(5), 847-852.
- Stelzer, I. A., Ghaemi, M. S., Han, X., Ando, K., Hédou, J. J., Feytaerts, D., ... & Gaudillière, B. (2021). Integrated trajectories of the maternal metabolome, proteome, and immunome predict labor onset. *Science translational medicine*, 13(592), eabd9898.
- Wang, S., Pathak, J., & Zhang, Y. (2019). Using electronic health records and machine learning to predict postpartum depression. *Studies in health technology and informatics*, 264, 888–892. Doi. 10.3233/SHTI190351

## ARONYA SULU BİTKİ ÖZÜTÜNÜN ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİNİN DPPH YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

**Funda Gül KIYAK**

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences

**Çiğdem AYDIN ACAR**

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Nursing

**ORCID ID: 0000-0002-1311-2314**

**Şükriye YEŞİLOT**

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Nursing

**ORCID ID: 0000-0003-3354-8489**

### ÖZET

Aronya bitkisi, antioksidan özellikleriyle bilinen ve sağlık açısından potansiyel faydaları olan bir bitki türüdür. Bu çalışmada, Aronya sulu bitki özütünün antioksidan aktivitesi, DPPH radikal süpürme yöntemiyle değerlendirilmiştir. DPPH radikalini süpürme aktivitesi, özütün % inhibisyon oranı olarak belirlenmiş olup, karşılaştırma amacıyla askorbik asit (C vit) de kullanılmıştır. Ayrıca, aronya ve askorbik asit için IC<sub>50</sub> değerleri hesaplanarak antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Aronya sulu bitki özütünün DPPH radikalini süpürme aktivitesi %91.55 olarak belirlenmiştir. Bu değer, bitkinin serbest radikallerle etkili bir şekilde etkileşime girebildiğini göstermektedir. Karşılaştırma amaçlı olarak kullanılan askorbik asitin DPPH radikalini süpürme aktivitesi ise %96.56 olarak tespit edilmiştir. Aronya ve askorbik asit için IC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 1573,02 mg/mL ve 1364,99 mg/mL olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, aronya sulu bitki özütünün güçlü antioksidan özelliklere sahip olduğunu ve askorbik asit ile karşılaştırılabilir bir etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Yüksek inhibisyon oranı ve IC<sub>50</sub> değerleri, aronyanın serbest radikalleri etkili bir şekilde nötralize etme yeteneğini vurgulamaktadır. Bu bulgular, aronyanın antioksidan potansiyelinin sağlık açısından değerli olabileceğini düşündürmektedir. Gelecekteki araştırmalarda, aronyanın antioksidan aktivitesinin farklı yöntemlerle ve farklı konsantrasyonlarda değerlendirilmesi, bitkinin antioksidan kapasitesinin daha geniş bir perspektiften anlaşılmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca, aronyanın bu antioksidan özelliklerinin hücresel düzeydeki mekanizmalarının aydınlatılması ve klinik çalışmaların bu etkilerin insan sağlığına olan potansiyel faydalarını doğrulaması önemli bir araştırma alanını oluşturabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Aronya, Antioksidan, DPPH

## EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ARONIA AQUEOUS PLANT EXTRACT USING DPPH METHOD

### ABSTRACT

Aronia plant is a type of plant known for its antioxidant properties and potential health benefits. In this study, the antioxidant activity of Aronia aqueous plant extract was evaluated by the DPPH radical scavenging method. DPPH radical scavenging activity was determined as the % inhibition rate of the extract, and ascorbic acid (vit C) was also used for comparison. Additionally, IC<sub>50</sub> values for aronia and ascorbic acid were calculated and their antioxidant capacities were compared. The DPPH radical scavenging activity of aronia aqueous plant extract was determined as 91.55%. This value shows that the plant can effectively interact with free radicals. The DPPH radical scavenging activity of ascorbic acid used for comparison purposes was determined as 96.56%. IC<sub>50</sub> values for aronia and ascorbic acid were determined as 1573.02 mg/mL and 1364.99 mg/mL, respectively. These results indicate that aronia aqueous plant extract has potent antioxidant properties and has an activity comparable to ascorbic acid. The high inhibition rate and IC<sub>50</sub> values highlight aronia's ability to effectively neutralize free radicals. These findings suggest that aronia's antioxidant potential may be valuable for health. In future research, evaluating the antioxidant activity of aronia with different methods and at different concentrations may contribute to understanding the antioxidant capacity of the plant from a broader perspective. In addition, elucidating the mechanisms of these antioxidant properties of aronia at the cellular level and clinical studies confirming the potential benefits of these effects on human health may constitute an important research area.

**Keywords:** Aronia, Antioxidant, DPPH

### 1. GİRİŞ

Aronya bitkisi, Gülgiller Familyasının Amygdaloideae Altfamilya yapısından Maleae Cinsinden bir bitkidir şeklinde tanımlanmıştır. Bu cins içerisinde Aronia melanocarpa (Black chokeberry), Aronia prunifolia (Purple chokeberry) ve Aronia arbutifolia (Red chokeberry) olmak üzere bilinen üç tür mevcuttur (Poyraz Engin 2016). Aronya meyvesinin anavatanı Kuzey Amerika'dır. 1900'lü yılların başından buyana Rusya'da ticari amaçla yetiştirilmektedir. Özellikle Doğu Avrupa'da ve Amerika'da yetiştiriciliğin artması için Orta Batı Aronya Birliği kurulmuş, üretim ve kalitenin artırılması için her yıl önemli etkinlikler düzenlemektedirler (Poyraz Engin, 2018).

Türkiye’de çeşitli iklim koşullarına sahip olması sebebiyle Aronya bitki türlerinin yetişmesi için elverişlidir. Farklı özellikteki topraklarda yetiştiricilik yapılabilmektedir. Güneşli ve nemli yerlerde iyi yetişirler ve oldukça soğuğa karşı dayanıklıdır. Kış döneminde yapraklarını dökerler, ilkbaharda çiçek açarlar ve meyveleri ağustos ayında olgunlaşmaktadır. Eylül-Ekim aylarında hasat başlamaktadır. Aronya bitkisi sonbahar mevsiminde yaprakları kırmızı bir renk alır bu güzel görüntüsü sayesinde süs bitkisi olarak da kullanılmaktadır. Türkiye’de Aronya yetiştiriciliği ile ilgili ilk adımlar 2012 yılında Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü’nde başlamıştır (Beyter, 2022).

Aronya meyvelerinin kimyasal içeriğinde antosiyanin, flavonoid, proantosiyanidin, flavanol, fenolik asitler ve flavanol polifenollerini bulunmaktadır (Taheri ve ark., 2013). Çeşitli antioksidanlardan zengin olması sebebiyle diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, oksidatif stres ve kansere bağlı kronik rahatsızlıkların tedavisinde kullanılabilecek önemli meyvelerdendir (Şahin ve Erdoğan, 2022). Aronya meyveleri hem in vitro hem de in vivo çalışmalarda tespit edilmiş olan antikanser, antiviral, antibakteriyel, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antimutajenik, kardiyoprotektif, gastroprotektif, hepatoprotektif, immünomodülatör ve radyoprotektif aktivitelere yol açan yüksek antioksidatif kapasitesi ile yüksek miktarda antosiyanin ve prosiyanidinleri içermektedir (Jurikova ve ark., 2017; Ren ve ark., 2022).

Günümüzde sağlıklı beslenme insanlar için önem arz etmektedir. Taze tüketimin yanında fabrikasyon ürünlerin besleyici özelliği sayesinde Aronya bitkisinin kullanımı tüm dünyada artmaktadır. Aronya oldukça yüksek bir antioksidan kapasitesine sahiptir bu sebeple tıpta, eczacılıkta tedavi amaçlı, gıda sanayide işlenerek ve başka birçok alanda kullanılmaktadır.

Özellikle Amerika yerlileri, Rusya ve Doğu Avrupa’da yaşayan halklar tarafından beslenme ve tedavi amaçlı kullanılmıştır. Aronya meyvesi mineral ve vitamin kaynağıdır, B12 ve D vitamini hariç tüm vitaminleri içermektedir (Tokuşoğlu, 2018). Aronya taze, kurutulmuş ve genel olarak işlenmiş şekilde tüketilmektedir (Secher, 2008). Ekmek, çörek, kek, yoğurt, sos, dondurma, puding, pasta, reçel, marmelat, konserve, meyve suyu, yumuşak şekerlemeler, şarap, alkollü içecek, meyve suyu konsantresi, besin takviyesi ve çay yapımında Aronya meyve ve yaprakları kullanılabilmektedir (Tokuşoğlu, 2018). Aronyanın içerisinde bulunan bu özellikler ve insan vücuduna faydalı aktif bileşikler sayesinde bitkinin araştırılmasına olan ilgiyi artırmıştır.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Deneysel Çalışmalar

Kuru Aronya meyvesi, yerel bir marketten satın alındı. Aronya meyveleri öncelikle havanda dövülerek küçük parçalara ayrıldı. Aronya meyvesinin 5 gramı 100 ml deiyonize suda olmak üzere, 2 dakika mikrodalga fırında (900W) kaynatıldı (Şekil 2.1). Ardından, kaynar çözelti oda sıcaklığında soğumaya bırakıldı ve süzülme üzere Whatman No.1 filtre kağıdından geçirildi. Elde edilen süzüntü, daha sonra kullanılmak üzere 4°C'de saklandı.



Şekil 2.1. Aronya ve sulu özütü

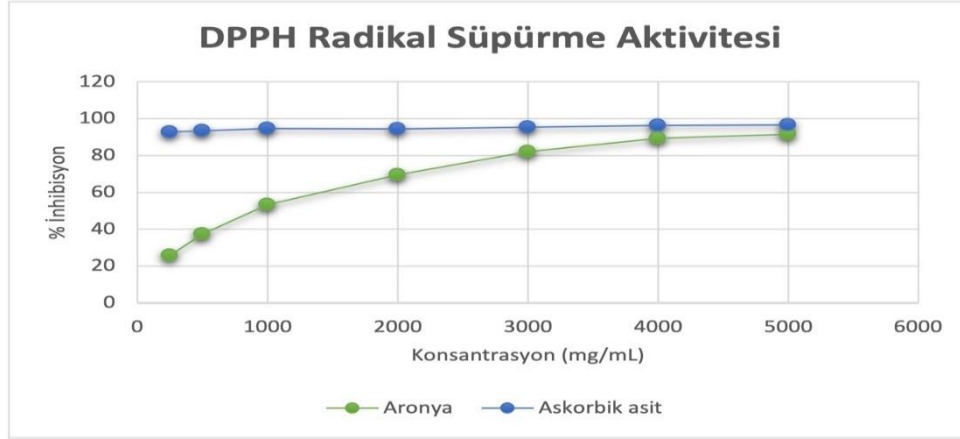
Aronya sulu özütünün antioksidan aktivitesi, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemi kullanılarak belirlendi (Saranya ve ark., 2023). DPPH çözeltisi, 2 mg DPPH 50 mL metanolde (0,1 mM) çözdürülerek hazırlandı. 500 µl Aronya sulu bitki (0-5000 mg/mL) özütü ile 500 µl DPPH çözeltisi karıştırıldı. Numuneler, DPPH çözeltisinin eklenmesinden sonra oda sıcaklığında 30 dakika boyunca karanlıkta bir çalkalayıcı üzerinde inkübe edildi. Absorbans ölçümleri UV-Vis spektrofotometrede 517 nm'de gerçekleştirildi. DPPH kontrol olarak, metanol ise blank olarak kullanıldı. Askorbik asit, referans bileşik olarak kullanıldı. Deneyler üç tekrarlı olarak yapıldı ve serbest radikal temizleme aktivitesi, aşağıdaki formül kullanılarak belirlenen inhibisyon yüzdesi olarak ifade edildi:

$$\% \text{İnhibisyon} = \frac{(\text{Kontrol absorbansı} - \text{Örnek absorbansı})}{\text{Kontrol absorbansı}} \times 100$$

### 2.2. Deneysel Sonuçlar

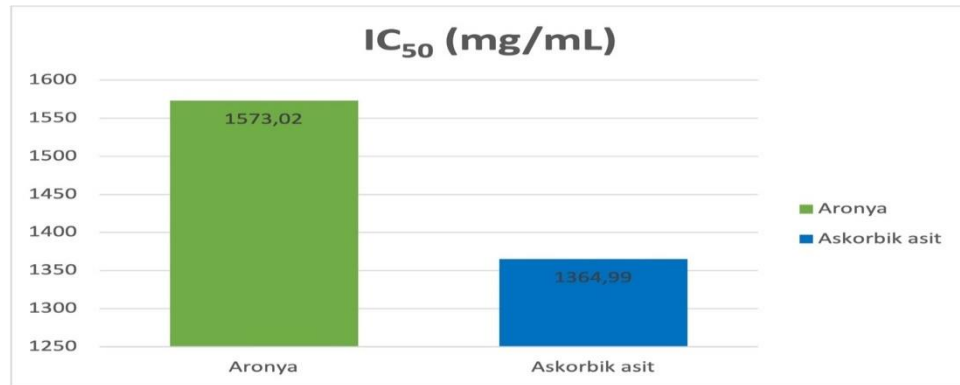
Aronya sulu bitki özütünün antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla DPPH radikal süpürme yöntemi kullanılmıştır. Aronya özütünün farklı konsantrasyonlarda (250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 ve 5000 mg/mL) DPPH aktivitesi doza bağlı olarak %25,81-91,55 aralığında belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Aronya sulu bitki özütünün etkileyici bir DPPH radikalini süpürme aktivitesine sahip olduğunu göstermektedir (%91.55 inhibisyon oranı). Bulgular, bitkinin serbest radikallerle etkili bir şekilde etkileşime girebildiğini ve bu

yolla antioksidan potansiyele sahip olduğunu vurgulamaktadır. Çalışmada ayrıca, Aronya sulu bitki özütünün DPPH radikalini süpürme aktivitesini değerlendirmek için kullanılan askorbik asit ile karşılaştırılmıştır. Askorbik asitin DPPH radikalini süpürme aktivitesi %96.56 olarak tespit edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada, Aronya sulu bitki özütünün antioksidan kapasitesinin askorbik asite kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Aronya bitki özütünün DPPH radikal süpürme aktivitesi

Ayrıca, Aronya ve askorbik asit için IC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 1573,02 mg/mL ve 1364,99 mg/mL olarak belirlenmiştir. Bu değerler, aronya ve askorbik asidin antioksidan kapasitelerini değerlendirmek için kullanılan konsantrasyonlarda yarı inhibisyon elde etmek için gereken miktarı ifade etmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Aronya özütü ve askorbik asitin DPPH radikal süpürücü IC<sub>50</sub> değerleri

### 3. SONUÇ

- Bu sonuçlar, aronya sulu bitki özütünün güçlü antioksidan özelliklere sahip olduğunu ve askorbik asit ile karşılaştırılabilir bir etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir.

- Yüksek inhibisyon oranı ve IC<sub>50</sub> değerleri, aronyanın serbest radikalleri etkili bir şekilde nötralize etme yeteneğini vurgulamaktadır. Bu bulgular, aronyanın antioksidan potansiyelinin sağlık açısından değerli olabileceğini düşündürmektedir.
- Gelecekteki araştırmalarda, aronyanın antioksidan aktivitesinin farklı yöntemlerle ve farklı konsantrasyonlarda değerlendirilmesi, bitkinin antioksidan kapasitesinin daha geniş bir perspektiften anlaşılmasına katkı sağlayabilir.
- Ayrıca, aronyanın bu antioksidan özelliklerinin hücresel düzeydeki mekanizmalarının aydınlatılması ve klinik çalışmaların bu etkilerin insan sağlığına olan potansiyel faydalarını doğrulaması önemli bir araştırma alanını oluşturabilir.

## KAYNAKÇA

Beyter, N. (2022). Dolgulu artizan çikolata üretimine yönelik deneysel bir çalışma: Antioksidan içeriği yüksek coğrafi işaretli gıda maddelerinin kullanımı. Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Snopek, L., Orsavova, J. (2017). Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*, (22):944:1-23

Narayanasamy, A. (2023). Green synthesis of selenium nanoparticles using *solanum nigrum* fruit extract and its anti-cancer efficacy against triple negative breast cancer. *Journal of Cluster Science*, 34(4), 1709-1719.

Poyraz Engin S., Boz Y., Mert C., Fidancı A. ve İkinci A. (2018). Growing Aronya Berry (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot) 1. International Gap Agriculture&Livestock Congress 25-27 April 2018 – Şanlıurfa/Turkey

Poyraz Engin, S., Mert, C., Fidancı, A., Boz, Y. (2016). Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) Meyve Türünde Morfolojik İncelemeler. *Bahçe* 45 (Özel Sayı 2): 71-78.

Ren, Y., Frank, T., Meyer, G., Lei, J., Grebenc, J. R., Slaughter, R., ... & Kinghorn, A. D. (2022). Potential benefits of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) fruits and their constituents in improving human health. *Molecules*, 27(22), 7823.

Secher, D. (2008). Fruit with potential for Wisconsin farms. <http://www.cias.wisc.edu/wp-content/uploads/2008/07/carandale.pdf>.

Şahin, A., & Erdoğan, Ü. (2022). Dünya 'da ve Ülkemizde Aronya (*Aronia melanocarpa* Michx Elliot) Üretimi ve Değerlendirilme Şekilleri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(1), 81-85.

Taheri, R., Connolly, B. A., Brand, M. H., & Bolling, B. W. (2013). Underutilized chokeberry (*Aronia melanocarpa*, *Aronia arbutifolia*, *Aronia prunifolia*) accessions are rich sources of anthocyanins, flavonoids, hydroxycinnamic acids, and proanthocyanidins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(36), 8581-8588.

Tokuşoğlu, Ö. (2018). Aronya berry based new food products and shelf-lifestability studies. *Food Health and Technology Innovations*, 1: 97-9.



## EKİNEZYA (*Echinacea angustifolia*) ÇİÇEK ÖZÜTÜNÜN ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ

**Funda Gül KIYAK**

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences

**Çiğdem AYDIN ACAR**

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Nursing

**ORCID ID: 0000-0002-1311-2314**

**Şükriye YEŞİLOT**

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Nursing

**ORCID ID: 0000-0003-3354-8489**

### ÖZET

Ekinezya (*Echinacea angustifolia*), geleneksel tıpta sıkça kullanılan ve sağlık yararlarıyla bilinen bir bitki türüdür. Bu çalışma, kurutulmuş ekinezya çiçeğinden elde edilen sulu özütün antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 0-5000 mg/mL konsantrasyonlarda hazırlanmış Ekinezya sulu özütünün, DPPH yöntemi kullanılarak antioksidan etkileri değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, elde edilen sonuçlar iyi bir antioksidan olduğu bilinen askorbik asit (C vit) ile karşılaştırılmış ve antioksidan kapasite IC<sub>50</sub> değerleri üzerinden analiz edilmiştir. 5000 mg/mL konsantrasyonda ekinezya sulu özütünün %82 DPPH radikalini süpürme aktivitesi belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ekinezyanın etkili bir antioksidan olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ekinezya ve askorbik asitin IC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 2207,49 mg/mL ve 1364,99 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Bu değerler, ekinezya ve askorbik asitin benzer düzeyde antioksidan etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, ekinezya sulu özütünün antioksidan özelliklere sahip olduğunu ve askorbik asit ile karşılaştırılabilir bir etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Ekinezyanın antioksidan potansiyeli, sağlık takviyelerinde ve geleneksel tıpta kullanılmasını destekleyen önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Gelecekteki çalışmalarda, ekinezya sulu özütünün başka antioksidan yöntemlerle de değerlendirilmesi ve farklı konsantrasyonlarda incelenmesi, bitkinin antioksidan kapasitesinin daha geniş bir perspektiften anlaşılmasına katkı sağlayabilir. Bu çalışma, ekinezyanın antioksidan özelliklerini anlamak ve bitkinin sağlık yararlarına daha fazla ışık tutmak için önemli bir adım olarak değerlendirilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekinezya, Antioksidan, DPPH

## ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ECHINACEA (*Echinacea angustifolia*) FLOWER EXTRACT

### ABSTRACT

*Echinacea (Echinacea angustifolia)*, is a type of plant frequently used in traditional medicine and known for its health benefits. This study was carried out to determine the antioxidant activity of the aqueous extract obtained from dried echinacea flower. For this purpose, the antioxidant effects of *Echinacea* aqueous extract prepared at concentrations of 0-5000 mg/mL were evaluated using the DPPH method. At the same time, the results obtained were compared with ascorbic acid (vit C), which is known to be a good antioxidant, and the antioxidant capacity was analyzed through IC<sub>50</sub> values. 82.4% DPPH radical scavenging activity of echinacea aqueous extract at a concentration of 5000 mg/mL was determined. These results show that echinacea is an effective antioxidant. Additionally, the IC<sub>50</sub> values of echinacea and ascorbic acid were determined as 2207.49 mg/mL and 1364.99 mg/mL, respectively. These values show that echinacea and ascorbic acid have similar levels of antioxidant activity. This study shows that echinacea aqueous extract has antioxidant properties and has an activity comparable to ascorbic acid. The antioxidant potential of echinacea can be considered an important finding that supports its use in health supplements and traditional medicine. In future studies, evaluating echinacea aqueous extract with other antioxidant methods and examining it at different concentrations may contribute to understanding the antioxidant capacity of the plant from a broader perspective. This study can be considered an important step in understanding the antioxidant properties of echinacea and shedding more light on the health benefits of the plant.

**Keywords:** Echinacea, Antioxidant, DPPH

### 1. GİRİŞ

Günümüzde insanlar sağlıklı beslenmek ve yaşam kalitelerini yükseltmek adına önemli çalışmalar yapmaktadırlar. Bitkisel ilaçlar, doğal beslenme ve alternatif tıp insanlar tarafından yüzyıllardır önemli bulunmaktadır. Her geçen gün bitkisel tedavi yöntemlerine olan talep artmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler alternatif tedavi yöntemleri olarak eski çağlardan günümüze kadar insanlar tarafından kullanılmaktadır. Ekinezya bitkisi de önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir (Soldamli, 2016).

Ekinezya Kuzey Amerika yerlileri tarafından keşfedilmiş bir bitkidir. *Echinacea* kelimesi Yunanca bir kelime olup denizkestanesi ya da kirpi anlamında kullanılmaktadır (Kligler,

2003). Ekinezya ismini çiçek tablasındaki dikenimsi çiçek yapılarından almıştır. Ekinezya çok yıllık otsu bir bitkidir ve kuraklığa oldukça dayanıklıdır. Çiçekleri pembe, beyaz, mor ve kırmızı renklidir. İngilizce’de “Cone Flower, Black Sampson, Red Sunflower” gibi isimlerle anılır. Ülkemizde ise halk tarafından “ekinezya, erguvani kirpibaşı, kirpibaşı, kirpiotu, ince yapraklı eflatun koza çiçeği, samson kökü” gibi farklı isimlerle bilinmektedir (Ertaş ve ark., 2019; Sharifi-Rad ve ark., 2018).

Ekinezya bitkisinin kimyasal içeriğinde, fenolik bileşikler, flavanoitler, poliasetilenler, alkilamidler, alkoloidler, Polisakkaritler, alüminyum, kalsiyum, bakır, demir, magnezyum, potasyum, vitamin A, E ve yüksek düzeyde C vitamini bulunmaktadır. Bitkinin içeriğindeki bileşenler ekinezya türlerine, iklim, hasat zamanı ve kurutma işlemlerine göre oranları değişmektedir (Çalışkan ve ark.,2011; Barnes ve ark., 2005).

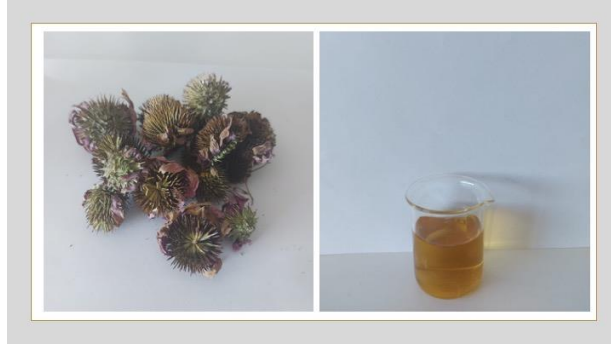
Dünyada ve ülkemizde tıbbi bitkilere ve kullanılma yöntemlerine olan talep hızla artmaktadır. Ekinezya da tercih edilen bitkiler arasında oldukça önemli bir yeri vardır. Bitkisel ilaç olarak kullanılan bu bitkinin ilaç sanayinde yeri oldukça fazladır. Bitkilerin tedavi amaçlı kullanımının yanı sıra; dinsel törenlerde, içeceklerde, gıda sanayi gibi çeşitli ürünlerde, ilaç yapımında, aromaterapi uygulamalarında, peyzaj çalışmalarında, şampuan, krem, sabun, losyon gibi kozmetik ürünlerde ve pek çok üründe ekinezya bitkisi kullanılmaktadır (Bayram ve ark., 2011). Yukarıda sayılan pek çok özelliği ile ekinezya çok önemli bir antioksidan kaynağı ve alternatif tıbbın önemli bir bitkisidir (Ay, 2011; Barrett ve ark., 2003).

Bu çalışmada, kurutulmuş ekinezya çiçeğinden elde edilen sulu özütün antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi ile incelenmiştir.

## **2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR**

### **2.1. Deneysel Çalışmalar**

Kurutulmuş Ekinezya çiçeği lokal bir marketten temin edildi. 5 g ekinezya, 100 ml deiyonize suda 100 °C'de 10 dakika kaynatıldı (Şekil 2.1). Daha sonra kaynayan çözelti oda sıcaklığında soğumaya bırakıldı ve ardından çözelti Whatman No.1 filtre kağıdından süzüldü. Süzüntü daha sonra kullanılmak üzere 4°C'de saklandı.



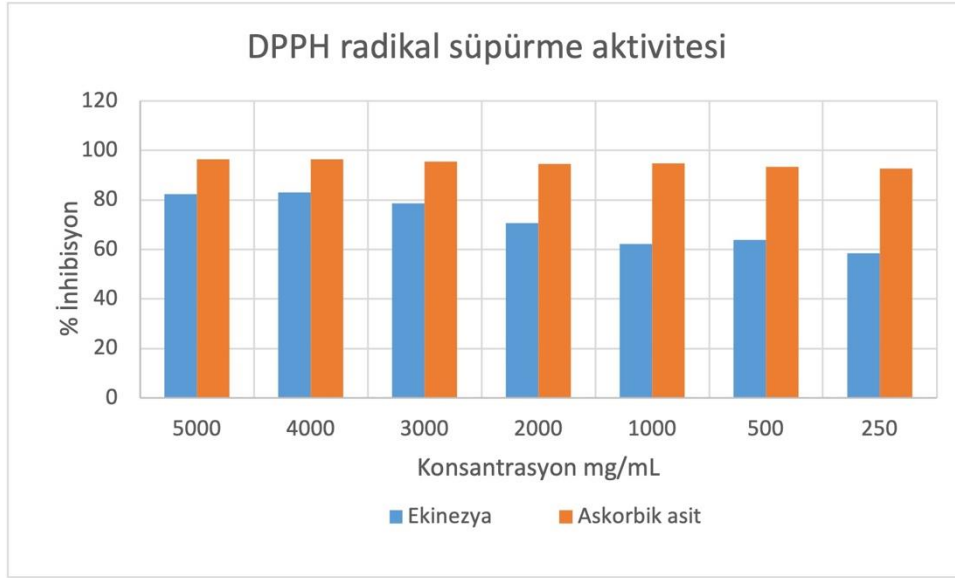
**Şekil 2.1.** Ekinezya sulu özütünün eldesi

Ekinezya sulu özütünün antioksidan aktivitesi 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemi ile belirlendi. DPPH yöntemi hafif bir modifikasyonla Saranya ve arkadaşlarına (2023) göre gerçekleştirildi. DPPH solüsyonu metanol ile 0,1 mM konsantrasyonda hazırlandı. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan (0-5000 mg/mL) bitki özütleri ile DPPH çözeltisi 1:1 oranında karıştırıldı. DPPH çözeltisinin eklenmesinden sonra numuneler oda sıcaklığında 30 dakika boyunca karanlıkta tutuldu. Her numunenin absorbansı, UV-Vis spektrofotometre kullanılarak 517 nm'de ölçüldü. DPPH kontrol olarak, metanol ise blank olarak kullanıldı. Referans bileşik olarak askorbik asit kullanıldı. Deneyler üç kopya halinde yapıldı ve serbest radikal temizleme aktivitesi, aşağıdaki formül kullanılarak belirlenen inhibisyon yüzdesi olarak ifade edildi:

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{(\text{Kontrol absorbansı} - \text{Örnek absorbansı})}{\text{Kontrol absorbansı}} \times 100$$

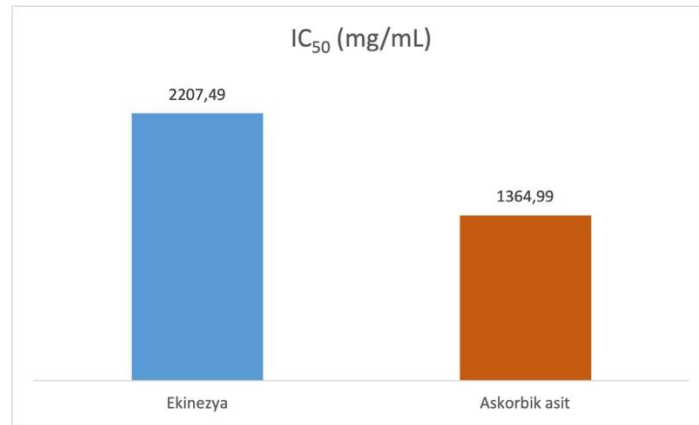
## 2.2. Deneysel Sonuçlar

Ekinezya sulu özütünün antioksidan aktivitesi DPPH radikal temizleme tahlili kullanılarak araştırıldı. Ekinezyanın antioksidan etkinliği, DPPH renginin mordan sarıya değişmesiyle spektrofotometrik olarak ölçüldü. Sulu ekinezya özütünün DPPH aktivitesi (250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 ve 5000 mg/mL), askorbik asitin %92,74 -96,56'ine kıyasla, doza bağlı olarak %58,46-83,06 aralığında bulundu (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Ekinezya sulu özütü ve standart asorbik asitin antioksidan aktivitesi

DPPH radikal temizleme deneyinde sulu ekstrakt ve asorbik asidin  $IC_{50}$  değerleri sırasıyla 2207,49 ve 1364,99 mg/mL olarak elde edildi (Şekil 3).



Şekil 2.3. Ekinezya sulu özütü ve standart asorbik asitin DPPH  $IC_{50}$  değerleri

### 3. SONUÇ

- Ekinezya sulu özütünün konsantrasyonu arttıkça DPPH radikallerinin Ekinezya tarafından temizlenmesinin de arttığını gösterdi.

- Bu çalışma, ekinezya sulu özütünün antioksidan özelliklere sahip olduğunu ve askorbik asit ile karşılaştırılabilir bir etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir.
- Ekinezyanın antioksidan potansiyeli, sağlık takviyelerinde ve geleneksel tıpta kullanılmasını destekleyen önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir.
- Gelecekteki çalışmalarda, ekinezya sulu özütünün başka antioksidan yöntemlerle de değerlendirilmesi ve farklı konsantrasyonlarda incelenmesi, bitkinin antioksidan kapasitesinin daha geniş bir perspektiften anlaşılmasına katkı sağlayabilir.
- Bu çalışma, ekinezyanın antioksidan özelliklerini anlamak ve bitkinin sağlık yararlarına daha fazla ışık tutmak için önemli bir adım olarak değerlendirilebilir.

## KAYNAKÇA

Ay S.T. (2011).Türkiye’de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Mevcut Durumunun Değerlendirilmesi ve Analizi. IX. Tarla Bitkileri Kongresi Bursa, 12-15 Eylül 2011.

Barrett, B. (2003). Medicinal properties of Echinacea: a critical review. *Phytomedicine*, 10(1), 66-86.

Barnes, J., Anderson, L. A., Gibbons, S., & Phillipson, J. D. (2005). Echinacea species (*Echinacea angustifolia* (DC.) Hell., *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., *Echinacea purpurea* (L.) Moench): a review of their chemistry, pharmacology and clinical properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 57(8), 929-954.

Bayram E., Kırıcı S., Tansı, Yılmaz G., Arabacı O., Kızıl S., Telci İ. (2011). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretimini Artırılması Olanakları IX: Tarla Bitkileri Kongresi Bursa, 12-15 Eylül 2011.

Çalışkan, Ö., & Odabaş, M. (2011). Ekinezya (*Echinacea* sp.) türleri genel özellikleri ve yetiştiriciliği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 265-270.

Kligler, B. (2003). Echinacea. *American family physician*, 67(1), 77-80.

Ertaş, S., Abdulhabip, Ö., & Erden, K. (2019). Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen bazı salep türlerinin bitkisel özellikleri ve glukomannan içeriklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(1), 39-46.

Saranya, T., Ramya, S., Kavithaa, K., Paulpandi, M., Cheon, Y. P., Harysh Winster, S., ... & Narayanasamy, A. (2023). Green synthesis of selenium nanoparticles using *solanum nigrum* fruit extract and its anti-cancer efficacy against triple negative breast cancer. *Journal of Cluster Science*, 34(4), 1709-1719.

Sharifi-Rad, M., Mnayer, D., Morais-Braga, M. F. B., Carneiro, J. N. P., Bezerra, C. F., Coutinho, H. D. M., ... & Sharifi-Rad, J. (2018). Echinacea plants as antioxidant and antibacterial agents: From traditional medicine to biotechnological applications. *Phytotherapy Research*, 32(9), 1653-1663.

Soldamli, R. V. (2016). Farklı zamanlarda hasat edilen ekinezya (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) bitki ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

## ÇİNKO HOMEOSTAZİSİ

**Assoc. Prof. Dr. Gönül Gürol CİFTCI**

Sakarya University, Department of Medical Physiology, Faculty of Medicine

**ORCID ID:** 0000-0001-5343-9189

### ÖZET

Çinko homeostazisinin gerek çinkonun insan vücudundaki ikincil sıradaki eser element olması gerek birçok proteinin fonksiyonelliği için elzem özellik göstermesi dolayısı ile sıkı bir şekilde kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu dengelemenin birçok mekanizma ile hem hamilelik, emzirme, çocukluk hem de yetişkinlik gibi birçok yaşamsal döngüde korunmaya çalışıldığı bilinmektedir. Mikrobesein olması sebebiyle gözden kaçabilen ancak birçok enzimin etkisinin gösterilebilmesi adına vücuttaki alım ve atım dengesinin kritik bir öneme sahip olması önemlilik arz etmektedir. Homeostatik mekanizmalardaki değişimlerin metabolik sendrom, duyu durum bozuklukları, büyüme geriliği, diyabet, Parkinson, demans, cilt bozuklukları, böbrek hastalıkları, karaciğer hastalıkları, kalp hastalıkları, erken doğum gibi çok geniş bir yelpazede hastalıklar ile ilgili olabileceği bugün ortaya konmaktadır. Hücre çalışmalarının yanı sıra hayvan deneyleri ve küçük popülasyonlu insan çalışmalarında çinko eksikliğinin giderilmesi adına verilen çinko takviyelerinin yararlı olunabileceği her ne kadar ortaya konulmuş olsa da güvenli ve etkin dozun yaşa bağlı değişimleri adına ayrıntılı çalışmaların henüz tamamlanmadığı dikkat çekmektedir. Hücresel çinkonun metabolizmasının ve elde edilme yollarındaki biyoyararlanımsal etkilerinin ileri teknikler aracılığıyla prelinik ve çoklu klinik çalışmalar ile araştırılmasının, insan sağlığı açısından literatüre yeni ek bilgilerin sunulmasının yanısıra birçok hastalığın patofizyolojinin aydınlatılmasına yeni pencereler açacağını düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Çinko, Homeostazis, Hastalıklar, Sağlık

## ZINC HOMEOSTASIS

### ABSTRACT

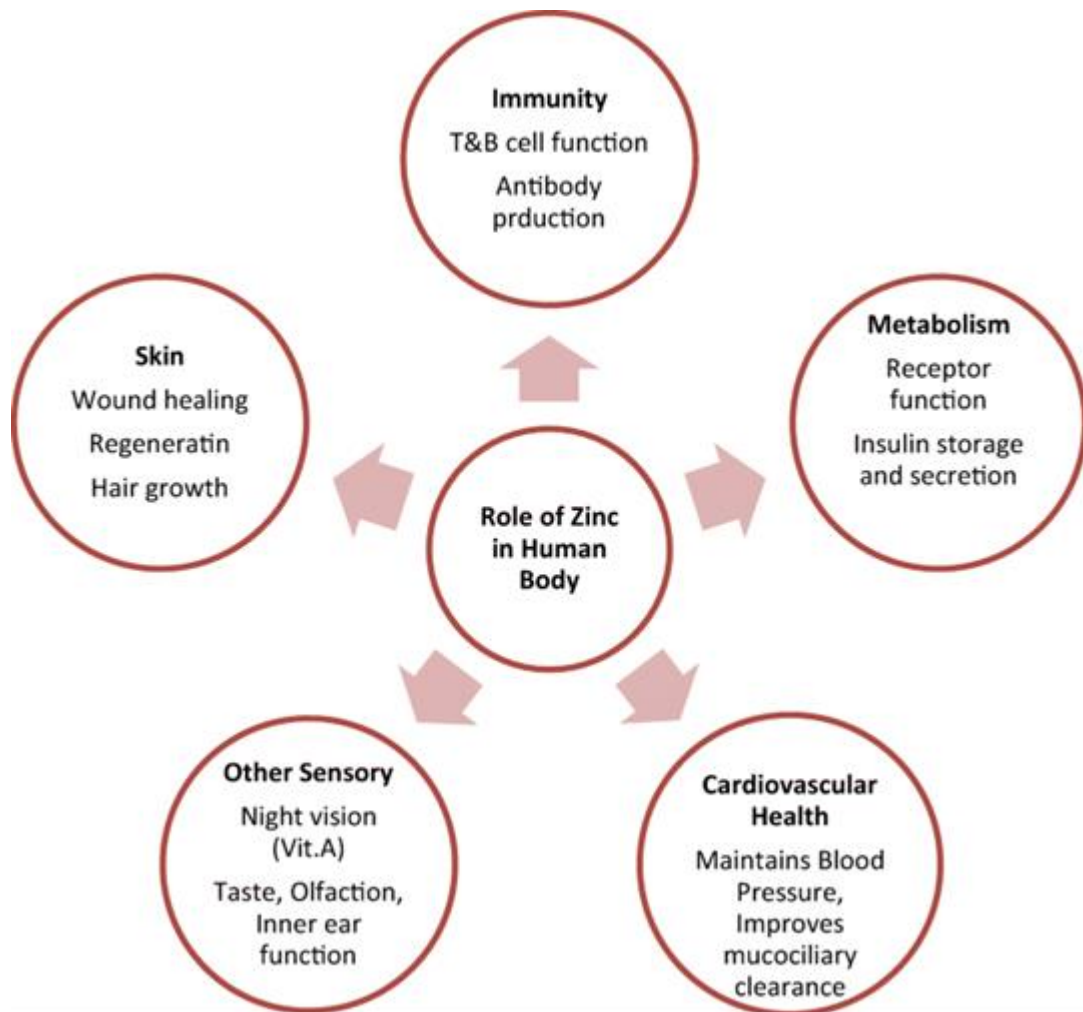
Zinc homeostasis must be strictly controlled because zinc is the secondary trace element in the human body and is essential for the functionality of many proteins. It is known that this balance is tried to be maintained through many mechanisms in many vital cycles such as pregnancy, breastfeeding, childhood, and adulthood. The balance of intake and excretion in the body must be critical to show the effects of many enzymes, which can be overlooked due to being a micronutrient. It has now been revealed that changes in homeostatic mechanisms



may be related to a wide range of diseases, such as metabolic syndrome, mood disorders, growth retardation, diabet, Parkinson's, dementia, skin disorders, kidney diseases, liver diseases, preterm births and heart diseases. Although cell studies, as well as animal experiments and small-population human studies, have shown that zinc supplements given to correct zinc deficiency may be beneficial, it is noteworthy that detailed studies on age-related changes in the safe and effective dose have not yet been completed. We think that investigating the metabolism of cellular zinc and its bioavailability effects on its production pathways through preclinical and multiple clinical studies through advanced techniques will open new windows to elucidate the pathophysiology of many diseases and provide additional information to the literature regarding human health

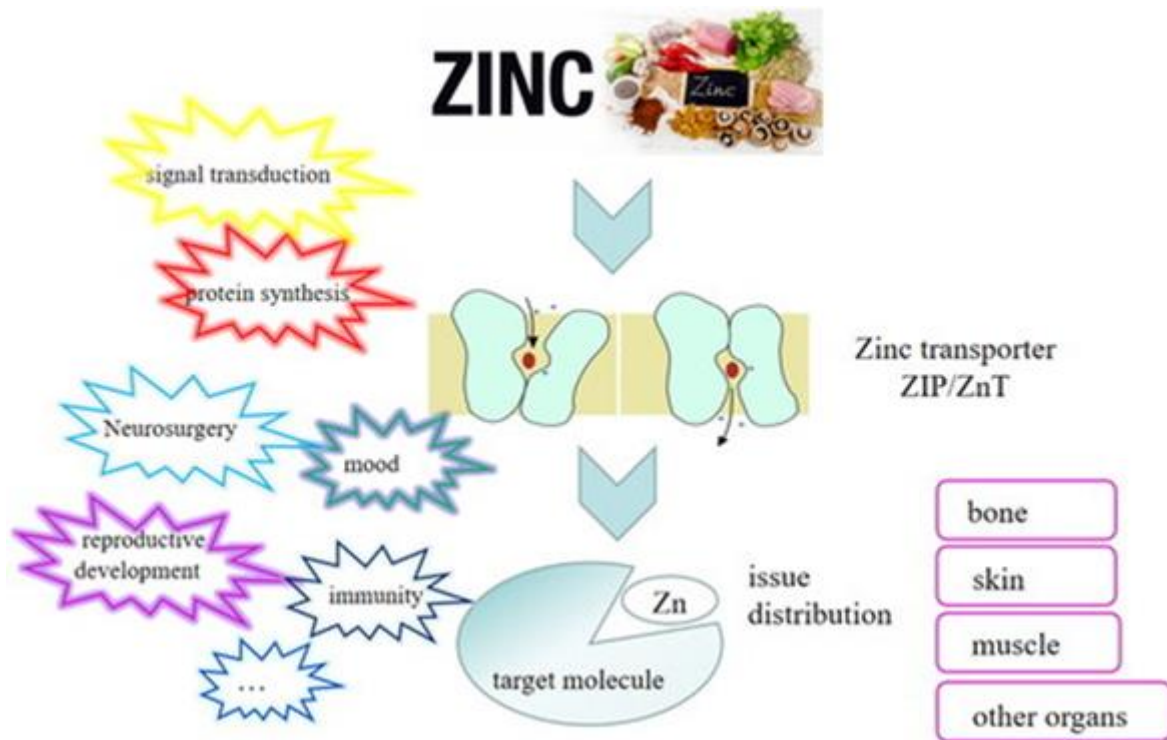
**Key Words:** Zinc, Homeostasis, Diseases, Health

Zinc, a bivalent essential element, is found in the structure of many proteins, is of vital importance in various signal transmission mechanisms, and its deficiency causes growth retardation in the body, deterioration in immune mechanisms, disorders in reproductive functions, gastro-intestinal system dysfunctions, changes in the central nervous system. It is a cation that has a toxic effect when present and is therefore involved in many physiological functions (Figure 1) and is very important in homeostasis. (Ducret et al., 2023, Duan et al., 2023, Yin et al., 2023). If we classify the primary roles of zinc in the human body, T and B cell functions in immunity are effective in antibody production, wound healing, regeneration, and hair growth on the skin. Its main effects on metabolism are receptor functions, insulin storage, and secretion. Its effects on the cardiovascular system include maintaining blood pressure and mucociliary clearance. Other sensory functions are night vision, taste, olfaction, and inner ear function (Duan et al., 2023).



**Figure 1.** Functions of zinc in human body (Duan et al., 2023).

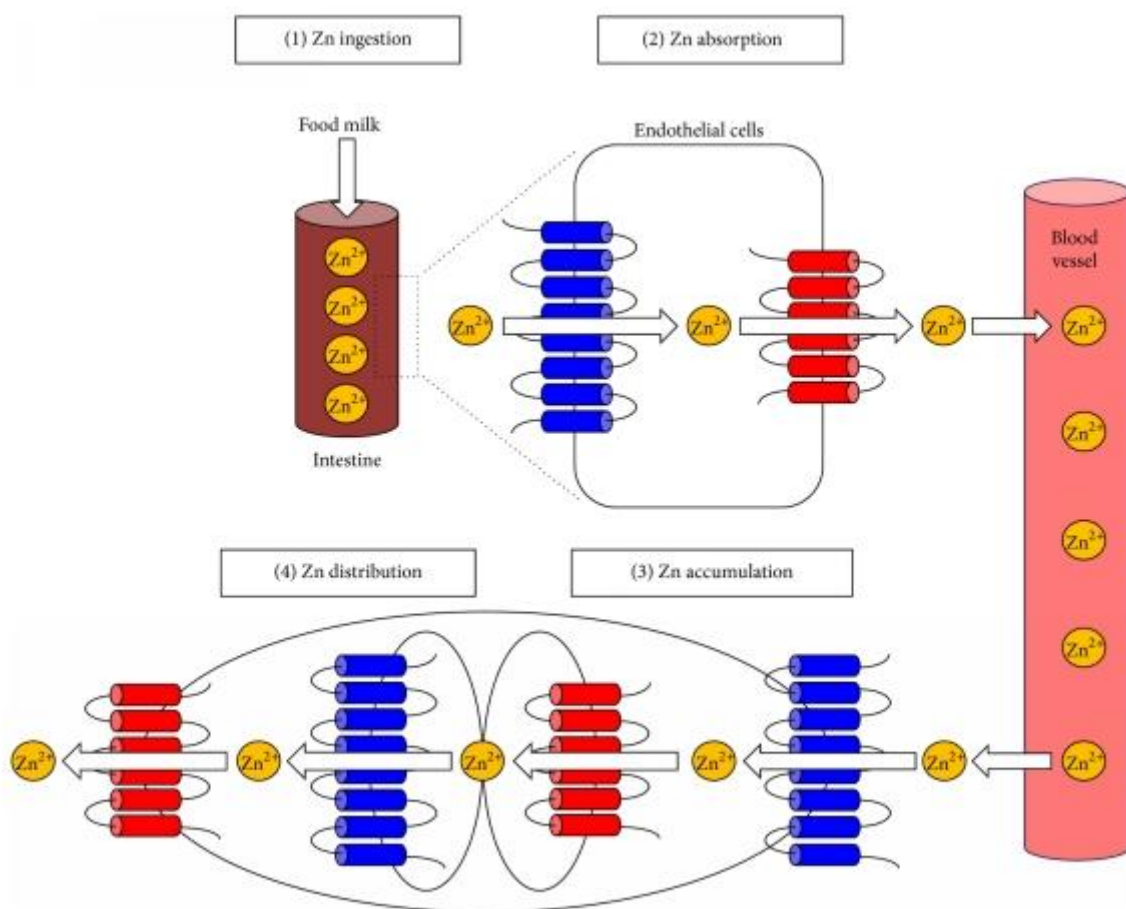
To about the effects of zinc on the body, its daily dose and bioavailability must be adjusted well. As a source of zinc, there are grains and legumes, meat and dairy products, and shellfish. Red meat contains more zinc than white meat and poultry, so zinc deficiency is also seen in people with iron deficiency, and therefore, the need for supplements increases (Maret and Sandstead, 2006, Mohamad et al., 2013). Although it varies depending on age and gender, the daily zinc dose for an adult is approximately 8-11 milligrams (Zhang et al., 2018). Zinc distribution is not homogeneous in the body, and there are about 2-3 grams in the body of an adult person. Figure 2 shows the distribution of zinc in the body and its functions in the human body (Duan et al., 2023).



**Figure 2.** Distribution and biological functions of zinc in human body (Duan et al., 2023).

For zinc to function in its physiological, metabolic, and biological roles in the human body, it must first be taken into the cell through zinc carriers. These carriers are Zrt-/Irt-like proteins (ZIPs), ATP-binding cassette (ABC) transporters, and natural resistance-associated macrophage proteins (NRAMP). In addition, Zn<sup>2+</sup> efflux transporters such as ZnTs (zinc transporters) are also active in the flow path of zinc. ZIP carriers consist of 14 families. Their localization is in tissues and cell membranes (Hoyuo and Fukada, 2016). It is now known that these transporters tightly control zinc homeostasis. Zinc is taken from outside through diet, and babies also get zinc from breast milk. Zinc transporters then absorb the ingested zinc in the intestine, bring it into the bloodstream, and subsequently take it into peripheral cells by zinc transporters on the plasma membrane. Zinc is distributed within the cell by zinc transporters. It is essential to maintain intracellular zinc levels at each step (Figure 3) because impaired uptake leads to zinc deficiency (Hojyo and Fukada, 2016, Pang et al., 2023). The ZnT family, which effectively transfers zinc from the cytosol and regulates intracellular zinc levels, consists of 10 members (Hojyo and Fukada, 2016). Studies have found that mutations in several members of the ZnT family change zinc levels and, therefore, cause various disorders. As a result of modifications in ZnT2s, it was found that the zinc level in milk was low (Chowanadisai et al., 2002, Itsumura et al., 2013, Lee et al., 2015), it has been observed

that as a result of the knockout in ZnT3, the tendency to have seizures increases, as well as Alzheimer's disease-like abnormalities (Sindreu et al., 2013, Adlard et al., 2010). Growth retardation, osteopenia, hypodontia, male-specific cardiac death, and impaired mast cell functions have been reported as a result of ZnT5-related mutation. Type 1 and type 2 diabetes have been observed to occur as a result of ZnT8 knockout or single nucleotide polymorphism (SNP) (Itsumura et al., 2016). However, another noteworthy finding is that patients with ZIP4 mutations experience severe zinc deficiency symptoms, characterized by thymic atrophy, lymphopenia, immune deficiency, and recurrent infections (Hojyo and Fukada, 2016).



**Figure 3.** Roles of zinc transporters in zinc homeostasis (Hojyo and Fukada, 2016)

Today's latest studies focus on the effect of zinc on the immune system, and data show that zinc has an important impact on the homeostasis of the immune system. Especially when the effects of zinc on innate immunity and adaptive immunity are examined, it has been

revealed that it affects many cell types and causes the release of different cytokines. As a result of zinc deficiency in innate immune mechanisms, the function and formation of interleukin (IL)-8 and IL-1 $\alpha$  of leukocytes are impaired, it promotes the differentiation of monocytes, reduces the formation of IL-12, causes the deterioration of NK cell function and the secretion of interferon-alpha (IFN- $\alpha$ ) is inhibited. Revealed that it caused The effects of zinc deficiency on adaptive immunity can be briefly summarized as decreasing T cells and T helper cytokines and causing B cell apoptosis and weak antibody response. In innate immune mechanisms, zinc concentrations are required for the production of reactive oxygen species. With the regulation of zinc, granulocytes kill pathogens. Zinc induces the secretion of IL-1, IL-6, and TNF- $\alpha$ . Their release may also vary depending on cell diversity. In addition, zinc also has essential effects on glucocorticoid metabolism and cell apoptosis. Zip10, a zinc transporter, regulates B cell function and has important effects by modulating the signaling mechanism (Foster and Samman, 2012, Duan et al., 2023). In a study conducted by Bao et al. in 2008 with 36 adults with sickle cell disease, it was reported that there was a decrease in lipopolysaccharide (LPS)-induced TNF- $\alpha$  and IL-1 $\beta$  mRNA and protein concentrations in zinc compared to the placebo group. Bao et al. As a result of his research on 40 healthy older adults in 2010, he showed that zinc reduces lipid peroxidation and also reduces inflammatory cytokines.

As a result, there is increasing knowledge in the literature that Zn homeostasis is essential in many physiological and pathological mechanisms in the human body, including immune mechanisms. We think that it should not be ignored that individual-related changes in the expression of zinc transporters, which have a specific distribution in different tissues, may be responsible for the pathophysiological mechanisms underlying Zn homeostasis, which is related to many factors such as adequate intake, bioavailability, age, gender, and environmental factors.

## REFERENCES

- Adlard, P. A., Parncutt, J. M., Finkelstein, D. I., & Bush, A. I. (2010). Cognitive loss in zinc transporter-3 knock-out mice: a phenocopy for the synaptic and memory deficits of Alzheimer's disease?. *Journal of Neuroscience*, 30(5), 1631-1636.
- Bao, B., Prasad, A. S., Beck, F. W., Snell, D., Suneja, A., Sarkar, F. H., ... & Swerdlow, P. (2008). Zinc supplementation decreases oxidative stress, incidence of infection, and generation of inflammatory cytokines in sickle cell disease patients. *Translational Research*, 152(2), 67-80.
- Bao, B., Prasad, A. S., Beck, F. W., Fitzgerald, J. T., Snell, D., Bao, G. W., ... & Cardozo, L. J. (2010). Zinc decreases C-reactive protein, lipid peroxidation, and inflammatory cytokines in elderly subjects: a potential implication of zinc as an atheroprotective agent. *The American journal of clinical nutrition*, 91(6), 1634-1641.

- Chowanadisai, W., Lonnerdal, B., & Kelleher, S. L. (2006). Identification of a mutation in SLC30A2 (ZnT-2) in women with low milk zinc concentration that results in transient neonatal zinc deficiency. *Journal of Biological Chemistry*, 281(51), 39699-39707.
- Duan, M., Li, T., Liu, B., Yin, S., Zang, J., Lv, C., ... & Zhang, T. (2023). Zinc nutrition and dietary zinc supplements. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(9), 1277-1292.
- Ducret, V., Gonzalez, D., & Perron, K. (2023). Zinc homeostasis in *Pseudomonas*. *Biometals*, 36(4), 729-744.
- Foster M, Samman S. Zinc and regulation of inflammatory cytokines: implications for cardiometabolic disease. *Nutrients*. 2012 Jul;4(7):676-94. doi: 10.3390/nu4070676. Epub 2012 Jul 4. PMID: 22852057; PMCID: PMC3407988.
- Hojyo, S., & Fukada, T. (2016). Roles of zinc signaling in the immune system. *Journal of immunology research*, 2016.
- Itsumura, N., Inamo, Y., Okazaki, F., Teranishi, F., Narita, H., Kambe, T., & Kodama, H. (2013). Compound heterozygous mutations in SLC30A2/ZnT2 results in low milk zinc concentrations: a novel mechanism for zinc deficiency in a breast-fed infant. *PloS one*, 8(5), e64045.
- Itsumura, N., Kibihara, Y., Fukue, K., Miyata, A., Fukushima, K., Tamagawa-Mineoka, R., ... & Kambe, T. (2016). Novel mutations in SLC30A2 involved in the pathogenesis of transient neonatal zinc deficiency. *Pediatric Research*, 80(4), 586-594.
- Lee, S., Hennigar, S. R., Alam, S., Nishida, K., & Kelleher, S. L. (2015). Essential role for zinc transporter 2 (ZnT2)-mediated zinc transport in mammary gland development and function during lactation. *Journal of Biological Chemistry*, 290(21), 13064-13078.
- Maret, W., & Sandstead, H. H. (2006). Zinc requirements and the risks and benefits of zinc supplementation. *Journal of trace elements in medicine and biology*, 20(1), 3-18.
- Mohamad, N.S., Tan, L.L., Ali, N.I.M. et al. Zinc status in public health: exploring emerging research trends through bibliometric analysis of the historical context from 1978 to 2022. *Environ Sci Pollut Res* 30, 28422–28445 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25257-5>.
- Pang, C., Chai, J., Zhu, P., Shanklin, J., & Liu, Q. (2023). Structural mechanism of intracellular autoregulation of zinc uptake in ZIP transporters. *Nature Communications*, 14(1), 3404.
- Sindreu, C., Palmiter, R. D., & Storm, D. R. (2011). Zinc transporter ZnT-3 regulates presynaptic Erk1/2 signaling and hippocampus-dependent memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(8), 3366-3370.
- Yin, S., Duan, M., Fang, B., Zhao, G., Leng, X., & Zhang, T. (2023). Zinc homeostasis and regulation: Zinc transmembrane transport through transporters. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(25), 7627-7637.
- Zhang, Y., Liu, Y., & Qiu, H. (2018). Association between dietary zinc intake and hyperuricemia among adults in the United States. *Nutrients*, 10(5), 568.



## SELENYUM HOMEOSTAZİSİ

**Assoc. Prof. Dr. Gönül Gürol CİFTCI**

Associate Professor, Sakarya University, Department of Medical Physiology, Faculty of Medicine,  
Adapazari/Sakarya/Turkey

**ORCID ID:** 0000-0001-5343-9189

### ÖZET

Havada, karada, hem yeraltı sularında hem de denizde dolayısıyla yeryüzünde her yerde bulunabilen selenyum insan vücudunda en uygun düzeyde tutulması gereken bir mikrobeydirdir. Selenyum kaynaklarının başlıca et, süt, meyveler, sebzeler ve tahıl grubunda yüksek miktarda bulunuyor olması ve bu besinlerin de insan beslenmesindeki temel besinler olması dolayısıyla nasıl oluyor da insanlarda selenyum eksikliği oluşabiliyor sorusu akla gelmektedir. Burada da atmosferdeki selenyum döngüsü ön plana çıkmaktadır. Özellikle besinin yetiştiği toprağın verimliliği, yetiştirilme koşulları, hayvanın beslenme döngüleri gibi multifaktöryel etkenler içeriği değiştirebilmektedir. Bunlar da coğrafi koşulların değişikliği ile nedensellik gösterebilen birtakım hastalıkların oluşmasının altında yatan nedenlerden birkaçı olarak önümüze çıkmaktadır. İnsan homeostazisinde, üreme biyolojisi, gastrointestinal sistem, kardiyovasküler sistem, merkezi sinir sistemi, endokrin sistem ve bağışıklık sistemi başta olmak üzere birçok sistemde selenyum etkin rol oynamaktadır. Ek olarak selenyumun antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin olması dolayısıyla nanoteknolojik materyallerin üretilmesinde de son zamanlarda ilgi çekici özellik göstermektedir. Tüm bu özelliklerinin aksine, Selenoz olarak adlandırılan selenyum toksisitesinin vücutta başlıca neden olduğu oksidatif strese hücrelerin ve dokuların korunabilmesi adına günlük alım miktarının hassas bir şekilde regüle edilmesi de önem arz etmektedir. Bu noktada da selenyumun insan sağlığındaki hem fizyolojik, patofizyolojik, farmakolojik, farmakogenomik etkilerinin hem de doğadaki biyoyararlanım süreçlerinin daha ayrıntılı bir şekilde gerek in vivo gerek in vitro çalışmalar ile aydınlatılmasına ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Selenyum, Homeostazis, Hastalıklar, Sağlık

## SELENIUM HOMEOSTASIS

### ABSTRACT

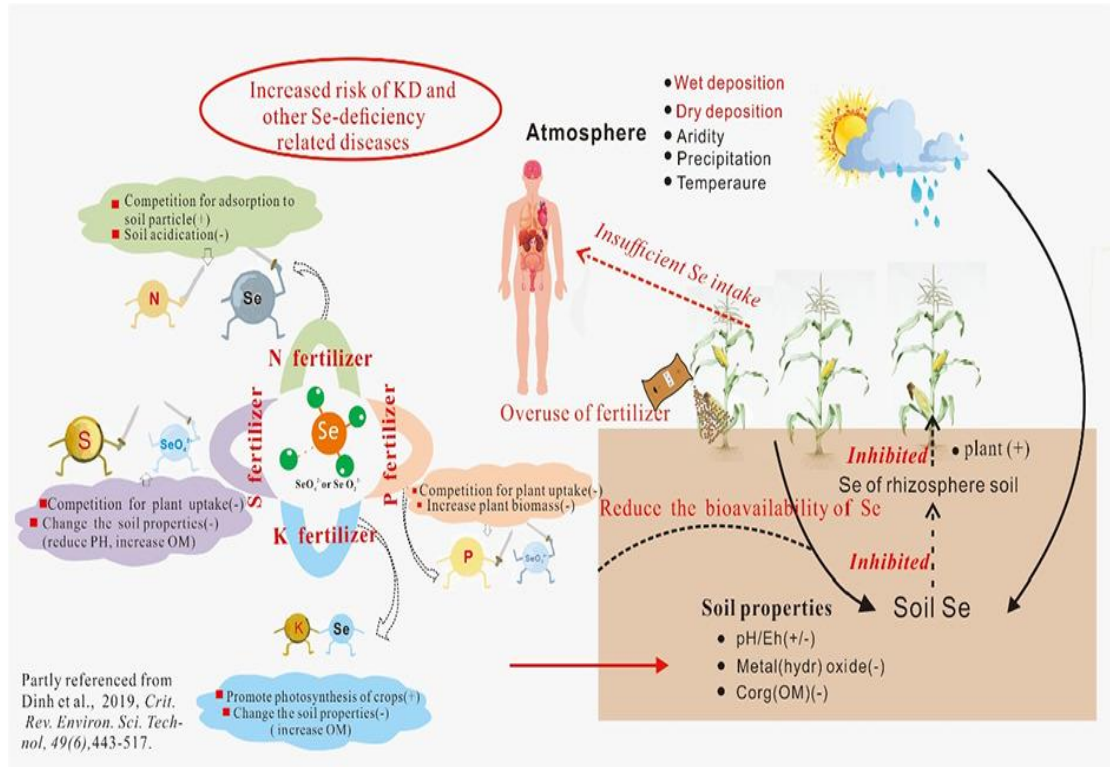
Selenium, which can be found everywhere on earth: in the air, on land, in groundwater, and in the sea, is a micronutrient that must be kept at optimal levels in the human body. Since selenium sources are high amounts in meat, milk, fruits, vegetables, and grains, and these



foods are the essential nutrients in human nutrition, the question arises about how selenium deficiency can occur in humans. In this context, the selenium cycle in the atmosphere comes to the fore. In particular, multifactorial factors such as the soil fertility where the food grows, the growing conditions, and the animal's nutritional cycles can change the content. These are some of the underlying reasons for the occurrence of some diseases that changes in geographical conditions may cause. Selenium plays an active role in many systems in human homeostasis, especially reproductive biology, gastrointestinal system, cardiovascular system, central nervous system, endocrine system, and immune system. In addition, selenium has recently shown exciting properties in producing nanotechnological materials due to its antimicrobial and antioxidant effects. Contrary to all these features, it is also essential to regulate the daily intake amount precisely to protect cells and tissues from oxidative stress, mainly caused by selenium toxicity, called Selenosis, in the body. At this point, there is a need to elucidate the physiological, pathophysiological, pharmacological, and pharmacogenomic effects of selenium on human health and the bioavailability processes in nature in more detail, both in vivo and in vitro.

**Key Words:** Selenium, Homeostasis, Diseases, Health

Selenium, which plays a vital role in maintaining physiological functions, attracts attention because it is almost the most needed micronutrient in the body. Selenium participates in many biological processes and achieves these effects through selenocysteine (Kieliszek et al., 2022). In its organic form, Selenium is found in amino acids as selenomethionine, while inorganic forms include selenate, selenite, and elemental selenium (Kieliszek M., 2019). Foods containing selenium include milk and dairy products, fruits such as apples, kiwis, grapes, and mangoes; vegetables such as potatoes, garlic, celery, and peas; legumes such as lentils and rice; meat, fish and eggs; chocolate and honey (Barclay et al., 1995, Pappa et al., 2006, Tinggy et al., 1992, Marro N, 1996, MacPherson et al., 1997, Panigati et al., 2007, Singh and Garg, 2006). The daily intake dose should be approximately 55-70 $\mu$ g (Navarro-Alarcon and Cabrera-Vique, 2008,). Despite such diversity in food distribution, the reasons for selenium deficiency in humans are the change in the content of the food due to multifactorial factors such as the fertility of the soil where the food grows, growing conditions, and the nutritional cycles of the animal (Figure 1). These appear to be some of the underlying reasons for some diseases that may be causally caused by changes in geographical conditions (Navarro-Alarcon and Cabrera-Vique, 2008, Yang et al., 2021).

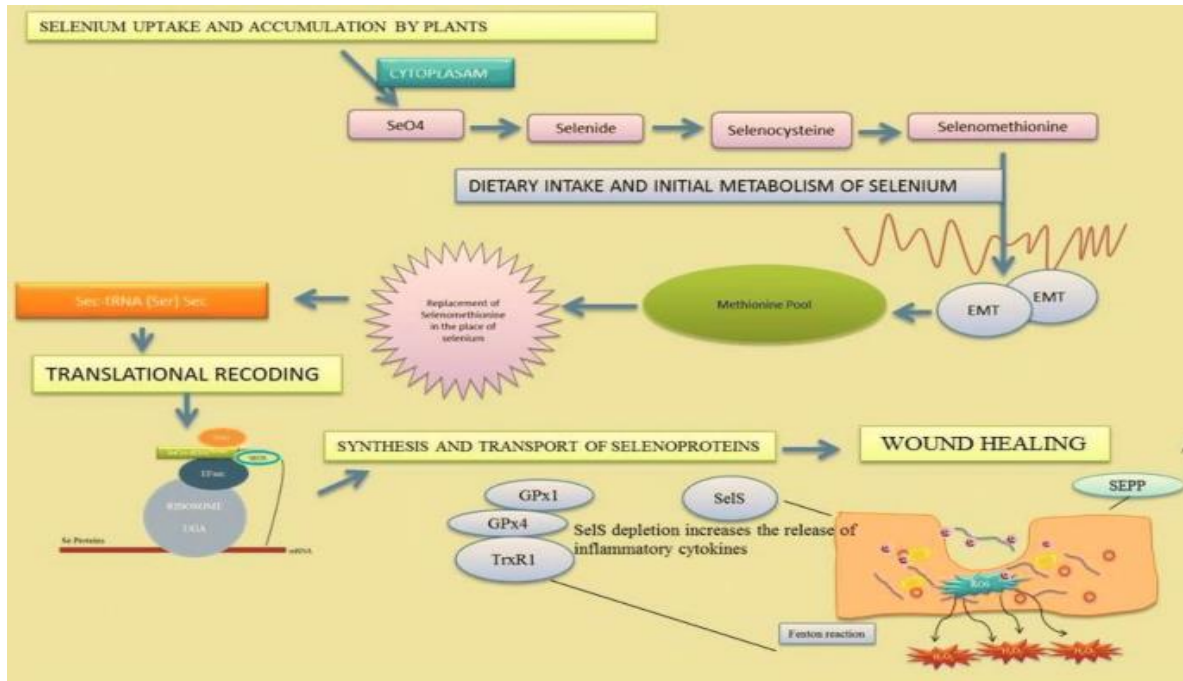


**Figure 1.** Selenium people's discussions on issues inherent in their person (Yang et al., 2021).

Selenium plays an active role in homeostasis in the body, in many systems, especially reproductive biology, gastrointestinal system, cardiovascular system, central nervous system, endocrine system, and immune system. Its main antioxidant properties, anti-inflammatory and antibacterial effects attract attention in terms of human health and are promising with these properties (Rayman MP, 2000, Cihalova et al., 2015, Malhatro et al, 2016, Hariharan, S., & Dharmaraj).

Selenoproteins and selenium-containing proteins are distributed in various ways throughout the body. The primary forms of selenoproteins, Selenaprotein F, I, K, M, N, O, P, S, T, V, and W, appear quite frequently in the literature (Figure 2) (Hariharan and Dharmaraj, 2020). Its main effects are as follows: Selenoprotein F is involved in the regulation of redox homeostasis and protein folding in the endoplasmic reticulum (Lee et al., 2017), Selenoprotein H is involved in redox regulation and is also a transcription factor (Pitts and Hoffmann, 2018), Selenoprotein I is involved in phospholipid biosynthesis (Labunskyy et al., 2014), Selenoprotein K is involved in immune processes and cellular calcium homeostasis, as well as mechanisms related to endoplasmic reticulum stress (Pitts and Hoffmann, 2018), selenaprotein M is involved in neuroprotection and calcium homeostasis (Pitts and Hoffmann, 2018), Selenoprotein N is involved in muscle development and calcium homeostasis

(Schimmel et al. al., 2020), selenoprotein O is involved in redox regulation (Lee et al., 2017), selenoprotein P mainly transports selenium to tissues and has anti-fibrotic effects (Stoffaneller, R., & Morse, 2015), and selenoprotein S is involved in endoplasmic reticulum stress and In mechanisms related to protection against protein aggregation (Pitts and Hoffmann, 2018), selenoprotein T is effective on cell structure organization and cell adhesion properties involved in calcium mobilization in the endoplasmic reticulum and regulation of protein folding (Pitts and Hoffmann PR, 2018, Anouar et al, 2018, Labunskyy et al., 2014, Hamieh et al., 2017). Selenoprotein V is mainly expressed in the testes, while Selenoprotein W plays a role in antioxidant defense and muscle growth (Pitts and Hoffmann, 2018). There are five main Glutathione peroxidases. Their functions are as follows: Glutathione peroxidase 1 is the most critical cellular redox regulator, glutathione peroxidase 2 is a regulator of redox homeostasis that plays a role in tissue regeneration and cell proliferation, glutathione peroxidase 3 is a regulator of redox homeostasis that is necessary for the reduction of peroxide in the blood, glutathione peroxidase 4 is a regulator of redox homeostasis that is important for the decrease of phospholipid peroxide, glutathione peroxidase 6 are regulators of redox homeostasis in the olfactory epithelium (Labunskyy et al., 2014, Michalke B, 2018, Pitts and Hoffmann, 2018). There are three main iodothyronine deodinases. iodothyronine deodinase 1 converts T4 to T3 in the thyroid, liver, and kidney, thus regulating circulating thyroid hormone levels. iodothyronine deodinase 2 converts T4 to T3 and is especially abundant in the thyroid gland and heart. Iodothyronine deodinase 3 inactivates T4 and tT. There are three types of thioredoxin reductase, and the common feature of all three is that they reduce oxidized thioredoxin. Thioredoxin reductase type 1 reduces oxidized thio redoxin and functions primarily in the cytosol. Thioredoxin reductase type 2 functions mainly in mitochondria, while oxidized thioredoxin reductase type 3 is found chiefly in the testicles(Labunskyy et al., 2014, Michalke B, 2018, Pitts and Hoffmann, 2018). Methionine-R-sulfoxide reductase plays a role in inflammation (Al-Mubarak et al., 2021).



**Figure 2.** Effects of dietary selenium (Hariharan and Dharmaraj, 2020).

Today, literature data supports the necessity of taking sufficient amounts of selenium through food and supplements to maintain homeostatic mechanisms. The fact that selenium is involved in mechanisms that can prevent the loss of many functions, especially anti-inflammatory, reveals that the selenium level in humans should be evaluated within optimal limits. However, what should be noted here is that selenium has a versatile effect. This leads to the recommendation of individualized evaluation and treatment approaches

## REFERENCES

- Al-Mubarak, A. A., van der Meer, P., & Bomer, N. (2021). Selenium, selenoproteins, and heart failure: current knowledge and future perspective. *Current heart failure reports*, 18, 122-131.
- Anouar, Y., Lihmann, I., Falluel-Morel, A., & Boukhar, L. (2018). Selenoprotein T is a key player in ER proteostasis, endocrine homeostasis and neuroprotection. *Free Radical Biology and Medicine*, 127, 145-152.
- Barclay, M. N., MacPherson, A., & Dixon, J. (1995). Selenium content of a range of UK foods. *Journal of food composition and analysis*, 8(4), 307-318.
- Cihalova, K., Chudobova, D., Michalek, P., Moulick, A., Guran, R., Kopel, P., ... & Kizek, R. (2015). Staphylococcus aureus and MRSA growth and biofilm formation after treatment with antibiotics and SeNPs. *International journal of molecular sciences*, 16(10), 24656-24672.
- Hamieh, A., Cartier, D., Abid, H., Calas, A., Burel, C., Bucharles, C., ... & Lihmann, I. (2017). Selenoprotein T is a novel OST subunit that regulates UPR signaling and hormone secretion. *EMBO reports*, 18(11), 1935-1946.
- Hariharan, S., & Dharmaraj, S. (2020). Selenium and selenoproteins: It's role in regulation of inflammation. *Inflammopharmacology*, 28, 667-695.

- Kieliszek, M. (2019). Selenium–fascinating microelement, properties and sources in food. *Molecules*, 24(7), 1298.
- Kieliszek, M., Bano, I., & Zare, H. (2022). A comprehensive review on selenium and its effects on human health and distribution in Middle Eastern countries. *Biological Trace Element Research*, 200(3), 971-987.
- Labunsky, V. M., Hatfield, D. L., & Gladyshev, V. N. (2014). Selenoproteins: molecular pathways and physiological roles. *Physiological reviews*, 94(3), 739-777.
- Lee, B. C., Lee, S. G., Choo, M. K., Kim, J. H., Lee, H. M., Kim, S., ... & Gladyshev, V. N. (2017). Selenoprotein MsrB1 promotes anti-inflammatory cytokine gene expression in macrophages and controls immune response in vivo. *Scientific reports*, 7(1), 5119.
- MacPherson, A., Barclay, M. N. I., Scott, R., & Yates, R. W. S. (1997). Loss of Canadian wheat imports lowers selenium intake and status of the Scottish population. *Trace elements in man and animals-9 (TEMA 9)* Ottawa.
- Malhotra, S., Welling, M. N., Mantri, S. B., & Desai, K. (2016). In vitro and in vivo antioxidant, cytotoxic, and anti-chronic inflammatory arthritic effect of selenium nanoparticles. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 104(5), 993-1003.
- Marro, N. (1996). The 1994 Australian market basket survey. Australian government publishing service.
- Michalke B, (2018) Molecular and integrative toxicology – selenium. Springer.Chapters:1, 5-9, 11, 13, 16, 17.
- Navarro-Alarcon, M., & Cabrera-Vique, C. (2008). Selenium in food and the human body: a review. *Science of the total environment*, 400(1-3), 115-141.
- Panigati, M., Falciola, L., Mussini, P., Beretta, G., & Facino, R. M. (2007). Determination of selenium in Italian rices by differential pulse cathodic stripping voltammetry. *Food chemistry*, 105(3), 1091-1098.
- Pappa, E. C., Pappas, A. C., & Surai, P. F. (2006). Selenium content in selected foods from the Greek market and estimation of the daily intake. *Science of the Total Environment*, 372(1), 100-108.
- Pitts, M. W., & Hoffmann, P. R. (2018). Endoplasmic reticulum-resident selenoproteins as regulators of calcium signaling and homeostasis. *Cell calcium*, 70, 76-86.
- Rayman, M. P. (2000). The importance of selenium to human health. *The lancet*, 356(9225), 233-241.
- Schimmel, K., Jung, M., Foinquinos, A., José, G. S., Beaumont, J., Bock, K., ... & Thum, T. (2020). Natural compound library screening identifies new molecules for the treatment of cardiac fibrosis and diastolic dysfunction. *Circulation*, 141(9), 751-767.
- Singh, V., & Garg, A. N. (2006). Availability of essential trace elements in Indian cereals, vegetables and spices using INAA and the contribution of spices to daily dietary intake. *Food chemistry*, 94(1), 81-89.
- Stoffaneller, R., & Morse, N. L. (2015). A review of dietary selenium intake and selenium status in Europe and the Middle East. *Nutrients*, 7(3), 1494-1537.
- Tinggi, U., Reilly, C., & Patterson, C. M. (1992). Determination of selenium in foodstuffs using spectrofluorometry and hydride generation atomic absorption spectrometry. *Journal of food composition and analysis*, 5(4), 269-280.
- Yang, C., Yao, H., Wu, Y., Sun, G., Yang, W., Li, Z., & Shang, L. (2021). Status and risks of selenium deficiency in a traditional selenium-deficient area in Northeast China. *Science of the total environment*, 762, 144103.



## ADENOZİN DEAMİNAZ ÖLÇÜMÜNDE AMONYAK İNTERFERANSININ AZALTILMASI: BİYOLOJİK ÖRNEKLERDE YENİ BİR YAKLAŞIM

Alpaslan COŞAR

Health Sciences University, Gülhane Training and Research Hospital, Department of Medical Biochemistry

ORCID ID: 0000-0002-5986-3471

### ÖZET

Bu çalışma, klinik biyokimya ve immünolojide önemli bir yer tutan adenozin deaminaz (ADA) enzim aktivitesi ölçümlerinde karşılaşılan amonyak kontaminasyonunun etkilerini ve bu etkileri azaltmayı hedefleyen yenilikçi bir metodolojiyi ele almaktadır. ADA, özellikle tüberküloz ve çeşitli immün yetmezlik durumlarında kritik bir biyomarker olarak kabul edilmekte, ancak amonyak kontaminasyonu bu ölçüm sonuçlarını bozmaktadır. Bu bağlamda, ADA ölçüm sonuçlarının güvenilirliğini artırmak için amonyak interferansını azaltacak bir yöntemin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çalışmamızda, ticari olarak satın alınmış sağlıklı bir donörün periferik kanından elde edilmiş olan insan B lenfoblastları RPMI 1788 hücreleri (ATCC®CCL-156; ATCC Mannas, VA, USA) kullanıldı. Hücre kültüründe hazırlanan 72 adet hücre lizatından ADA aktivitesi ve amonyak seviyeleri spektrofotometrik olarak ölçüldü. Bu süreçte, ADA aktivitesi ile amonyak seviyeleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla kör kanal düzeltilmesi içeren bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem, ADA ölçümlerindeki amonyak interferansını azaltmayı hedeflemekte ve enzimin koparmadığı, ortamda bulunan amonyağın reaksiyona katkısını elimine etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın bulguları, kör düzeltme yapılmadan önce ADA aktivitesi ve amonyak seviyeleri arasında anlamlı bir pozitif korelasyon olduğunu göstermiştir ( $r=0.25$ ,  $p=0.036$ ). Kör düzeltme uygulandığında, bu korelasyonun kaybolduğu gözlemlenmiştir ( $r=0.09$ ,  $p=0.465$ ), bu da kör düzeltme metodunun etkinliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, kör kanal ölçümleri, amonyak konsantrasyonları ile güçlü bir pozitif korelasyon göstermiştir ( $r=0.54$ ,  $p<0.001$ ), bu da geliştirilen yöntemin doğruluğunu desteklemektedir. Bu çalışma, ADA ölçümlerinde amonyak kontaminasyonunun önemli bir etken olduğunu ve önerilen kör düzeltme tekniğinin bu sorunu etkili bir şekilde çözdüğünü göstermektedir. Bu sonuçlar, ADA ölçüm sonuçlarının doğruluğunu artırmakta ve özellikle tüberküloz ve immün yetmezlik durumlarının daha doğru ve erken tanısına katkıda bulunmaktadır. Önerilen metodolojinin klinik ve laboratuvar uygulamalarında kullanımı, ADA ölçüm sonuçlarının güvenilirliğini ve doğruluğunu önemli ölçüde artıracaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Adenozin Deaminaz, Amonyak İnterferansı, Tüberküloz, İmmün Yetmezlik

## REDUCING AMMONIA INTERFERENCE IN ADENOSINE DEAMINASE MEASUREMENT: A NEW APPROACH IN BIOLOGICAL SAMPLES

### ABSTRACT

This study explores the impact of ammonia contamination on the measurement of adenosine deaminase (ADA) enzyme activity, a critical biomarker in clinical biochemistry and immunology, particularly in tuberculosis and various immunodeficiency conditions. The development of a methodology that effectively reduces ammonia interference in ADA measurements is of paramount importance to enhance the reliability of these measurements. ADA is considered a critical biomarker, especially in tuberculosis and various immunodeficiency conditions, but ammonia contamination distorts these measurement results. In our study, human B lymphoblasts RPMI 1788 cells (ATCC®CCL-156; ATCC Mannas, VA, USA), obtained from peripheral blood of a commercially purchased healthy donor, were used. ADA activity and ammonia levels from 72 cell lysates prepared in cell culture were measured spectrophotometrically. A method incorporating blank channel correction was developed to evaluate the correlation between ADA activity and ammonia levels. This approach aimed to mitigate ammonia interference in ADA measurements and eliminate the contribution of ambient ammonia not generated by the enzyme reaction. Results indicated a significant positive correlation between ADA activity and ammonia levels prior to blank correction ( $r=0.25$ ,  $p=0.036$ ). After blank correction, this correlation dissipated ( $r=0.09$ ,  $p=0.465$ ), highlighting the effectiveness of the method. Furthermore, blank channel measurements revealed a robust positive correlation with ammonia concentrations ( $r=0.54$ ,  $p<0.001$ ), supporting the accuracy of the developed methodology. The study demonstrates that ammonia contamination is a significant factor in ADA measurements and that the proposed blank correction technique effectively resolves this issue. These findings have implications for improving the accuracy and reliability of ADA measurements, contributing to more accurate and early diagnosis of diseases like tuberculosis and immunodeficiency. The widespread application of this methodology in clinical and laboratory practices is expected to significantly enhance the reliability and accuracy of ADA measurement outcomes.

**Keywords:** Adenosine Deaminase, Ammonia Interference, Tuberculosis, Immunodeficiency



## BORİK ASİTİN SIÇAN SPERMATOGONYAL KÖK HÜCRELERİ ÜZERİNDEKİ İN VITRO KORUYUCU ETKİLERİ

Alpaslan COŞAR

Health Sciences University, Gülhane Training and Research Hospital, Department of Medical Biochemistry

ORCID ID: 0000-0002-5986-3471

### ÖZET

Spermatogonyal kök hücreler spermatogenezin ve erkek doğurganlığının temelidir. Oksidatif koşullar hücre proliferasyonunu ve farklılaşması için etkili olabilir. Antioksidanlar hücrelerde oksidatif stres üretimini azaltmada hayati bir rol oynar. Antioksidan özelliklere sahip bor içeren bileşikler hücre hasarını önlemek için kullanılmaktadır. Özellikle borik asit (BA), antibakteriyel, antiviral, anti-kanserojenik, anti-mutajenik, anti-inflamatuar ve anti-oksidatif özellikleri içeren ilginç biyolojik etkiler göstermektedir. Bu çalışma, borik asidin sıçan spermatogonia (GC-6Spg) hücre hattında  $H_2O_2$  kaynaklı sitotoksositeye karşı koruyucu etkilerini belirlemek amacıyla tasarlandı. Sıçan GC-6Spg hücreleri, 4 saat  $H_2O_2$ 'ye (10  $\mu$ M) maruz bırakıldıktan sonra farklı konsantrasyonlarda borik asit (3,91–250  $\mu$ g/ml) ile tedavi edildi. Hücre canlılığı MTT testi ile değerlendirildi. Tedaviden sonra reaktif oksijen türleri (ROS), toplam oksidan ve antioksidan kapasite (TOS ve TAS), Nrf2 ve NF- $\kappa$ B seviyeleri Elisa testi ile değerlendirildi. Tüm konsantrasyonlarda borik asidin GC-6Spg hücreleri üzerinde sitotoksitesi yoktu.  $H_2O_2$  ile muamele GC-6Spg'nin hücre canlılığını 48 saat boyunca azalttı ( $p<0.01$ ).  $H_2O_2$  ile ön işlem ve ardından farklı konsantrasyonlarda borik asit (31.25–250 $\mu$ g/ml) ile 48 saat süreyle tedavi, tek başına  $H_2O_2$  muamelesine kıyasla hücre canlılığında önemli bir artış sağladı ( $p<0.05$ ).  $H_2O_2$ , ROS üretimi ile ilişkili olan GC-6Spg hücrelerinde sitotoksositeye, TAS ve Nrf2 düzeylerinde azalmaya, TOS ve NF- $\kappa$ B düzeylerinde artışa neden olmuştur ( $p<0.05$ ). GC-6Spg hücrelerine borik asit tedavisinin, GC-6Spg hücrelerini  $H_2O_2$ 'nin neden olduğu toksisite etkilerine karşı koruyabildiğini gösterdi. Borik asitten etkilenen GC-6Spg hücrelerinin  $H_2O_2$  kaynaklı toksisiteyi tedavi etmek için kullanılabileceğini önerdik.

**Anahtar Kelimeler:** Borik Asit, Spermatogonial Kök Hücre, Oksidatif Stres, Antioksidan

## IN VITRO PROTECTIVE EFFECTS OF THE BORIC ACID ON RAT SPERMATOGONIAL STEM CELLS

### ABSTRACT

Spermatogonial stem cells are the foundation of spermatogenesis and male fertility. Oxidative conditions can be effective for cell proliferation and differentiation. The antioxidants play a vital role in decreasing oxidative stress production in cells. The boron-containing compounds with antioxidant properties were used to prevent cell damage. Especially boric acid (BA) exhibited interesting biological effects involving antibacterial, antiviral, anti-cancerogenic, anti-mutagenic, anti-inflammatory, and anti-oxidative features. This study was designed to determine the protective effects of boric acid on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced cytotoxicity in the rat spermatogonia (GC-6Spg) cell line. Rat GC-6Spg cells were treated with different concentrations of boric acid (3.91–250µg/ml), and then exposed to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (10µM). Cell viability was evaluated by the MTT assay. After treatment, the levels of reactive oxygen species (ROS), total oxidant and antioxidant capacity (TOC and TAC), Nrf2 and NF-κB were evaluated by Elisa. Boric acid at all concentrations had no cytotoxicity on GC-6Spg cells. Treatment with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> decreased cell viability of GC-6Spg for 48h (p<0.01). Pretreatment with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> followed by treatment with different concentrations of boric acid (31.25–250µg/ml) for 48 h resulted in a significant increase in cell viability compared to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> treatment alone (p<0.05). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> caused cytotoxicity in GC-6Spg cells, which is associated with ROS generation, a decrease in TAC and Nrf2 levels, and an increase in TOC and NF-κB levels (p<0.05). Boric acid results showed that adding boric acid of GC-6Spg cells could protect the GC-6Spg cells against the toxicity effects caused by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. We proposed that boric acid-affected GC-6Spg cells could be used to treat H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced toxicity.

**Keywords:** Boric Acid, Spermatogonial Stem Cells, Oxidative Stress, Antioxidants

**OTOİMMÜN HASTALIKLAR VE ANTI-İNFLAMATUAR DİYET****Assoc. Prof. Dr. Gönül Gürol CİFTCI**

Sakarya University, Department of Medical Physiology, Faculty of Medicine

**ORCID ID: 0000-0001-5343-9189****Ebrar Zisan ERDEM**

Sakarya University, Department of Medical Physiology, Faculty of Medicine

**ORCID ID: 0000-0003-3550-2732****ÖZET**

Beyin ve bağırsak arasındaki karşılıklı etkileşimlerin kişinin metabolik profilinin değişmesiyle kalmayıp aynı zamanda kişinin ruh halini de değiştirebileceğinin ortaya konması sayesinde bağırsak mikrobiyotasının probiyotikler ile manipüle edilebileceği umut vaadedici bir araştırma alanı olarak günümüzde incelenmektedir. Stres koşulları altında yeme davranışlarının değişmesinde bu etkileşimin özelliği olabileceği de son zamanlarda ilgi çekici bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada da beslenme davranışının metabolik, psikolojik, fizyolojik etkilerinin çoklu yönlerinin gözden geçirilmesinin bağırsak disbiyozu ve hastalık eksenini açısından gerekliliği önem arz etmektedir. Temelde Akdeniz diyetine dayanan ancak beslenmede haftada 3-4 kez yağlı balık (omega-3 PUFA'ların özellikle EPA ve DHA'nın), prebiyotiklerden zengin vejetaryen yemekler, az yağlı süt ürünleri, yumurta, tam tahıllılar, kuruyemişler, meyveler, fermente gıdalar, anti-inflamatuar özellikteki baharatlar ve probiyotik meyvelerden oluşan besinlere, anti-inflamatuar aktiviteye sahip bileşikler açısından zengin gıdaların kombine edilmesi ile zenginleştirilen bir Anti-inflamatuar beslenmenin (AID), diyabet, bazı kanser türleri, Alzheimer hastalığı dahil olmak üzere çeşitli hastalıkların yanı sıra otoimmün hastalıkların semptomlarının iyileştirilmesinde olumlu yönde etkiler verebileceğinin bilgisi literatürde mevcuttur. Bu sebeple bu yağların tüketimini destekleyen özelleştirilmiş bir anti-inflamatuar diyet inflamatuvar bağırsak hastalığı (IBD) ve romatoid artrit (RA) başta olmak üzere çeşitli otoimmün hastalıkların semptomatik iyileşmesinde ve oluşumunda koruyucu/yardımcı bir yaklaşım olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, anti-inflamatuar diyetin otoimmün hastalıkları iyileştirme potansiyelini oluşturan nedenler sıralanacak olursa başta inflamatuvar aktivitenin etkilenmesi, lipid profilininin değişmesi, antioksidan enzim düzeylerinde artma ve bağırsak mikroflorasındaki değişimler yer almaktadır.

Sonuç olarak otoimmün hastalıkların tedavisinde bağırsak mikroflorasının düzeltilmesinde öngörülecek diyet seçeneklerinin hastalara önerilmesinde bireylerin sosyoekonomik, kültürel, psişik özelliklerinin yanısıra beslenme alışkanlıkları, çevresel faktörler gibi çok yönlü etkileşimler sonucunda olduğuna dikkat etmek gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Otoimmün hastalıklar, anti-inflamatuar beslenme, romatoid artrit, hastalık

## **AUTOIMMUNE DISEASES AND ANTI-INFLAMMATORY DIET**

### **ABSTRACT**

Manipulation of the intestinal microbiota with probiotics is currently being examined as a promising field of research, as it has been demonstrated that the interactions between the brain and the intestine can change a person's metabolic profile and mood. The fact that this interaction may be a feature of changing eating behaviors under stress conditions has recently emerged as an exciting issue. It is also essential to review the multiple aspects of nutritional behavior's metabolic, psychological, and physiological effects regarding intestinal dysbiosis and disease axis. It is based on the Mediterranean diet but includes fatty fish (omega-3 PUFAs, especially EPA and DHA) 3-4 times a week, vegetarian meals rich in prebiotics, low-fat dairy products, eggs, whole grains, nuts, fruits, fermented foods, Anti-inflammatory nutrition (AID), which is enriched by combining foods rich in compounds with anti-inflammatory activity, including spices and probiotic fruits with anti-inflammatory properties, is effective in preventing various diseases, including diabetes, some types of cancer, Alzheimer's disease, as well as autoimmune diseases. There is information in the literature that it can have positive effects on improving symptoms. For this reason, a customized anti-inflammatory diet that supports the consumption of these fats is used as a preventive/auxiliary approach in the symptomatic recovery and formation of various autoimmune diseases, especially inflammatory bowel disease (IBD) and rheumatoid arthritis (RA). In addition, if the reasons why the anti-inflammatory diet has the potential to cure autoimmune diseases are listed, they include primarily affecting inflammatory activity, changing the lipid profile, increasing antioxidant enzyme levels, and changes in the intestinal microflora.

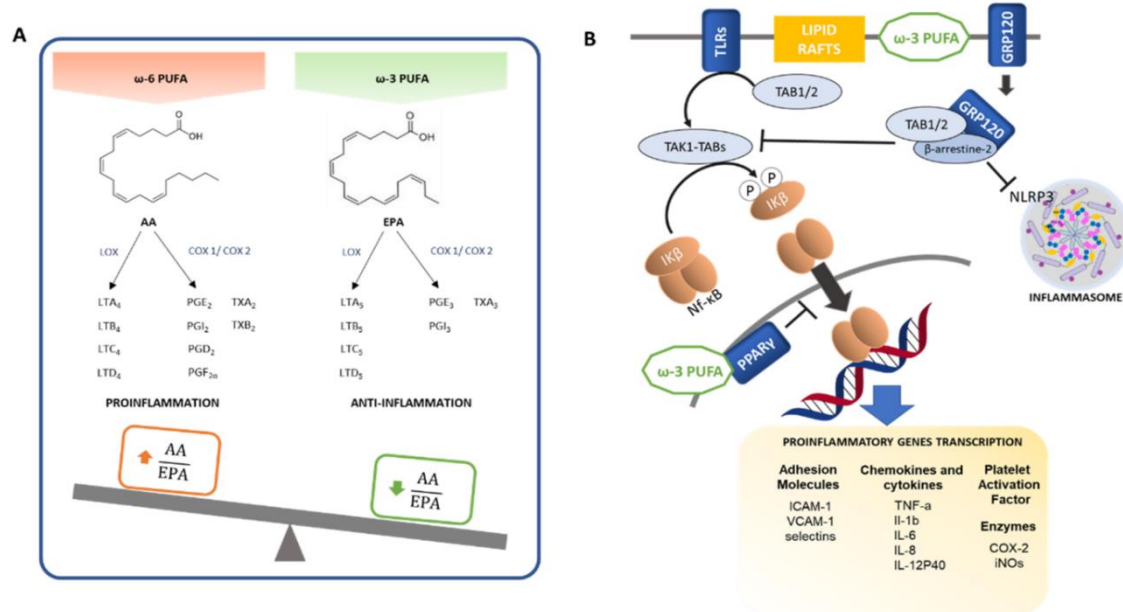
As a result, when recommending dietary options to correct intestinal microflora in the treatment of autoimmune diseases, it is necessary to pay attention to the fact that they are the result of multifaceted interactions such as individuals' socioeconomic, cultural, and psychic characteristics, as well as nutritional habits and environmental factors.

**Keywords:** Autoimmune diseases, anti-inflammatory nutrition, rheumatoid arthritis, disease

In contemporary times, the prevalence of various diseases such as chronic heart failure, metabolic syndrome, diabetes, obesity, and psychiatric disorders is steadily increasing due to factors such as inadequate or excessive nutrition and sedentary lifestyles. As a consequence, neurohumoral changes can occur, affecting individuals' oxidative-antioxidant mechanisms and inflammatory processes. Consequently, therapeutic supplements and dietary strategies that could positively impact the progression of chronic diseases come to the forefront (Kalantar-Zadeh et al., 2008). Recent studies indicate a potential association between changes in gut flora and various diseases. Managing alterations in gut flora seems achievable through specialized diets that entail modifying nutritional patterns. Anti-inflammatory nutrition supporting the formation of a healthy microbiota, exemplified by diets like veganism (AID), involves the creation of meals comprising oily fish 3-4 times a week, vegetarian options rich in prebiotics, low-fat dairy, eggs, whole grains, nuts, fruits, fermented foods, and probiotic fruits (Schönenberger et al., 2021; Winkvist et al., 2018; Campmans-Kuijpers and Dijkstra, 2021; Kedia et al., 2022). Furthermore, the diet excludes gluten-based grains, margarine, all types of processed meat, food additives, and refined sugars. It incorporates vegetables like cruciferous ones rich in aryl hydrocarbon receptor (AhR) ligands supporting cell growth and immune system response, as well as AhR-activating polyphenol-containing plants (Kedia et al., 2022). Cooking preferably involves the use of olive/canola oil, red meat intake is limited to 3 portions per week, and a significant portion of dietary fat is sourced from fish and nuts (Winkvist et al., 2018).

The anti-inflammatory diet is grounded in components of vegetarian and Mediterranean diets, incorporating the addition of omega-3 (n-3) fatty acids, polyunsaturated fatty acids (PUFA), and probiotics (Winkvist et al., 2018). This diet aims to establish a balance with 40% carbohydrates, 30% protein, and 30% fat, and should include 2-3g of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA), and omega-3 fatty acids (Sears, 2015). Emphasizing sufficient protein intake to preserve muscle mass and strength, this dietary approach recommends the consumption of whey protein isolate, particularly with a

high leucine content, known for its fast digestibility and possessing antioxidative and anti-inflammatory properties (Haß, Herpich and Norman, 2019).



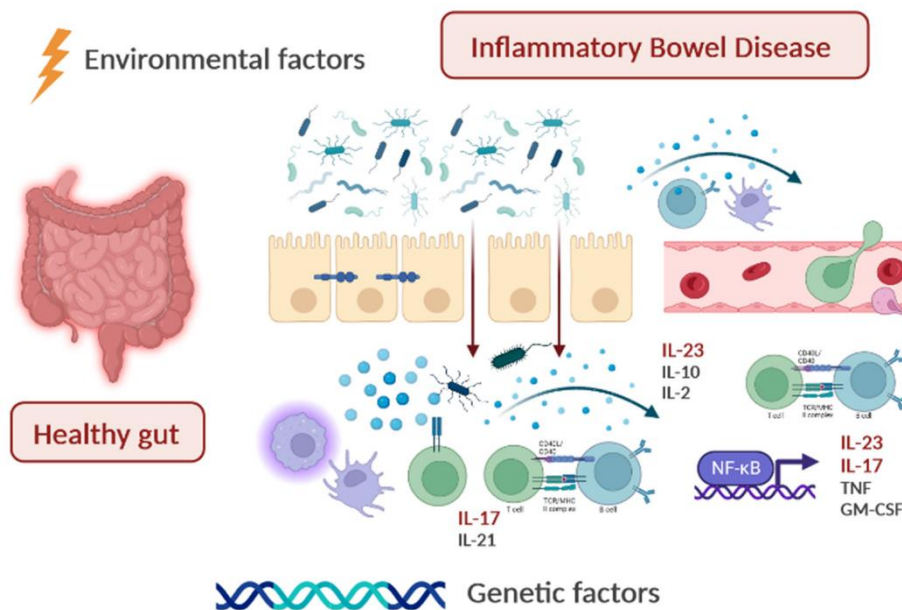
**Figure 1.** The anti-inflammatory effects of  $\omega$ -3 PUFA (Stromsnes et al, 2021)

Inflammatory conditions provide a pathophysiological background for the therapeutic use of n-3 fatty acids belonging to the PUFA family, known for their anti-inflammatory properties (Haß, Herpich, and Norman, 2019). The type of fat consumed in the anti-inflammatory diet is crucial, and to assess its protective effects, the omega-6/omega-3 ratio in the diet is calculated (Vahid and Rahmani, 2021). The primary structure of omega-3 fatty acids, including alpha-linolenic acid (ALA), competes with the primary structure of omega-6 fatty acids, linoleic acid, for the same enzymes. Therefore, a high intake of linoleic acid reduces the elongation of ALA to EPA and DHA, consequently diminishing the anti-inflammatory effect (Haß, Herpich, and Norman, 2019; DiNicolantonio and O’Keefe, 2021). Linoleic acid competes with ALA, EPA, DHA, and arachidonic acid (AA) for elongation; hence, low EPA/DHA intake leads to an increase in AA, resulting in the excessive production of pro-allergic metabolites. Additionally, EPA and DHA inhibit cyclooxygenase (COX) and lipoxygenase (LOX), reducing the breakdown of AA and ALA into pro-allergic metabolites and increasing anti-inflammatory metabolites, providing a protective effect against inflammatory diseases (Djuricic and Calder, 2021; DiNicolantonio and O’Keefe, 2021). N-3 fatty acids, particularly EPA and DHA, exhibit various mechanisms in suppressing inflammation, including inhibiting the continuous activation of nuclear factor kappa-light-



chain-enhancer of activated B cells (NF-κB), a pro-inflammatory transcription factor in active B cells. Furthermore, n-3 fatty acids prevent the formation of inflammatory markers such as interleukin 1 beta (IL-1β), and DHA suppresses NF-κB activation and the formation of pro-inflammatory tumor necrosis factor alpha (TNF-α) (Vahid and Rahmani, 2021).

The amalgamation of foods abundant in compounds exhibiting anti-inflammatory properties significantly contributes to mitigating the adverse effects of pro-inflammatory foods in conditions linked to inflammation (Stromsnes et al., 2021). In addition to its protective role, a crucial aspect of the anti-inflammatory diet in reducing inflammation in inflammatory diseases is insulin stabilization and the reduction of omega-6 fatty acids (Sears, 2015). Therefore, industrial oils contributing significantly to the increase in omega-6 linoleic acid intake, such as aspirin, sunflower, soybean, corn oil, and cottonseed oil, are not included in this diet (DiNicolantonio and O’Keefe, 2021). Increasing levels of evidence from both human and animal studies suggest that omega-3 PUFAs, especially EPA and DHA, can suppress inflammation and have beneficial roles in various diseases, including autoimmune diseases, diabetes, certain cancers, and Alzheimer's disease (Li et al., 2019). Consequently, the anti-inflammatory diet supporting the consumption of these fats is utilized as a protective and adjunctive approach in the symptomatic improvement and prevention of various autoimmune diseases, especially inflammatory bowel disease (IBD) and rheumatoid arthritis (RA).



**Figure 2.** Factors involved in the pathogenesis of IBD (Felice et al, 2023)



Inflammatory Bowel Disease (IBD) is identified by recurrent symptoms including diarrhea, bleeding, and frequently abdominal pain. It stems from a complex interplay of genetic elements, environmental factors such as smoking and diet, microbiota, factors associated with the integrity of the intestinal barrier, and immunological factors, encompassing cytokines and regulatory cells. This multifaceted interaction contributes to the manifestation of distinct types such as ulcerative colitis and Crohn's disease (Park et al, 2020; Ramos and Papadakis, 2019). The possible interaction between inflammatory cytokines involved in the pathology of IBD and dietary nutrients suggests that dietary factors may play a role in the occurrence or prognosis of the disease (Campmans-Kuijpers and Dijkstra, 2021). Studies highlighting the different effects of various types of fats on the pathogenesis of the disease exist, with omega-3 PUFA being anti-inflammatory, while omega-6 PUFA is pro-inflammatory (Mentella et al, 2020).

The oxidized linoleic acid, the main component of omega-6 consumed in the diet, activates NF- $\kappa$ B, which promotes inflammation in normal cells. Therefore, oxidized linoleic acid has the potential to stimulate inflammation in healthy intestinal smooth muscle cells. In Crohn's patients, mononuclear cells and macrophages cause an increase in the expression of IL-1 $\beta$  and TNF- $\alpha$ . Additionally, the inflamed mucosal cells of these patients not only enhance the production of TNF- $\alpha$  and IL-6 but also trigger NF- $\kappa$ B activation (DiNicolantonio and O'Keefe, 2021).

The addition of fish oil, a key component of the anti-inflammatory diet, to the diet and the subsequent improvement observed in autoimmune conditions imply the suppression of the chronic inflammatory pathway (DiNicolantonio and O'Keefe, 2021). While literature data indicate that Western-style diets can increase intestinal permeability and alter the gut microbiota, a one-month consumption of a Western-style diet in healthy subjects resulted in an increase in plasma endotoxin levels, which could lead to inflammation reactions (Mentella et al, 2020).

Rheumatoid arthritis (RA) manifests as an autoimmune disorder affecting the joints, marked by bone and cartilage degradation, joint inflammation, and pain. It arises due to a combination of genetic susceptibility and environmental factors like smoking and obesity, resulting in functional limitations and a substantial reduction in quality of life (Dolati et al., 2016; Lin et al., 2020). The application of an anti-inflammatory diet in RA patients has been found to have a therapeutic effect. This effect is determined by changes in the lipid profile, increased levels of antioxidants, and, finally, alterations in intestinal microflora. Additionally,

a reduction in pain has also been demonstrated (Winkvist et al, 2018). In another study, an anti-inflammatory diet evaluated as low in arachidonic acid was shown to reduce clinical inflammation symptoms in RA patients, and these effects were further enhanced with the addition of fish oil supplements (DiNicolantonio and O'Keefe, 2021). In RA patients in the active phase, supplementation with EPA and DHA resulted in reduced joint inflammation, and fish oil supplementation additionally shortened the duration of morning stiffness (Li et al., 2019). Similarly, a meta-analysis highlighted the beneficial effects of omega-3 PUFA use in RA and IBD patients (DiNicolantonio and O'Keefe, 2021).

As a result, the transformation of anti-inflammatory nutrition into a lifestyle is currently considered to be effective in the pathogenesis and prognosis of numerous metabolic diseases, particularly autoimmune conditions. Furthermore, the prospect of long-term effects, especially in alleviating symptoms, associated with dietary additions of omega-3 PUFA, EPA, and DHA, suggests the potential development of easily accessible and cost-effective new dietary supplements.

## REFERENCES

- Campmans-Kuijpers, M. J. E., & Dijkstra, G. (2021). Food and Food Groups in Inflammatory Bowel Disease (IBD): The Design of the Groningen Anti-Inflammatory Diet (GrAID). *Nutrients*, 13(4), 1067. <https://doi.org/10.3390/nu13041067>
- DiNicolantonio, J. J., & O'Keefe, J. (2021). The Importance of Maintaining a Low Omega-6/Omega-3 Ratio for Reducing the Risk of Autoimmune Diseases, Asthma, and Allergies. *Missouri medicine*, 118(5), 453–459.
- Djuricic, I., & Calder, P. C. (2021). Beneficial Outcomes of Omega-6 and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids on Human Health: An Update for 2021. *Nutrients*, 13(7), 2421. <https://doi.org/10.3390/nu13072421>
- Dolati, S., Sadreddini, S., Rostamzadeh, D., Ahmadi, M., Jadidi-Niaragh, F., & Yousefi, M. (2016). Utilization of nanoparticle technology in rheumatoid arthritis treatment. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, 80, 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.03.004>
- Felice C, Dal Buono A, Gabbiadini R, Rattazzi M, Armuzzi A. Cytokines in Spondyloarthritis and Inflammatory Bowel Diseases: From Pathogenesis to Therapeutic Implications. *Int J Mol Sci*. 2023 Feb 16;24(4):3957. doi: 10.3390/ijms24043957. PMID: 36835369; PMCID: PMC9968229.
- Haß, U., Herpich, C., & Norman, K. (2019). Anti-Inflammatory Diets and Fatigue. *Nutrients*, 11(10), 2315. <https://doi.org/10.3390/nu11102315>
- Kalantar-Zadeh, K., Anker, S. D., Horwich, T. B., & Fonarow, G. C. (2008). Nutritional and anti-inflammatory interventions in chronic heart failure. *The American journal of cardiology*, 101(11), S89-S103.
- Kedia, S., Virmani, S., K Vuyyuru, S., Kumar, P., Kante, B., Sahu, P., Kaushal, K., Farooqui, M., Singh, M., Verma, M., Bajaj, A., Markandey, M., Sachdeva, K., Das, P., Makharia, G. K., & Ahuja, V. (2022). Faecal microbiota transplantation with anti-inflammatory diet (FMT-AID) followed

by anti-inflammatory diet alone is effective in inducing and maintaining remission over 1 year in mild to moderate ulcerative colitis: a randomised controlled trial. *Gut*, 71(12), 2401–2413.

<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2022-327811>

Lin, Y. J., Anzaghe, M., & Schülke, S. (2020). Update on the Pathomechanism, Diagnosis, and Treatment Options for Rheumatoid Arthritis. *Cells*, 9(4), 880. <https://doi.org/10.3390/cells9040880>

Li, X., Bi, X., Wang, S., Zhang, Z., Li, F., & Zhao, A. Z. (2019). Therapeutic Potential of  $\omega$ -3 Polyunsaturated Fatty Acids in Human Autoimmune Diseases. *Frontiers in immunology*, 10, 2241. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.0224>

Mentella, M. C., Scaldaferri, F., Pizzoferrato, M., Gasbarrini, A., & Miggiano, G. A. D. (2020). Nutrition, IBD and Gut Microbiota: A Review. *Nutrients*, 12(4), 944. <https://doi.org/10.3390/nu12040944>

Park, Y. E., Park, Y., Park, S. J., Kim, T. I., Kim, W. H., Kim, J. N., Lee, N. R., & Cheon, J. H. (2020). Is fasting beneficial for hospitalized patients with inflammatory bowel diseases?. *Intestinal research*, 18(1), 85–95. <https://doi.org/10.5217/ir.2019.00055>

Podolsky D. K. (2002). Inflammatory bowel disease. *The New England journal of medicine*, 347(6), 417–429. <https://doi.org/10.1056/NEJMra020831>

Ramos, G. P., & Papadakis, K. A. (2019). Mechanisms of Disease: Inflammatory Bowel Diseases. *Mayo Clinic proceedings*, 94(1), 155–165. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2018.09.013>

Schönenberger, K. A., Schüpfer, A. C., Gloy, V. L., Hasler, P., Stanga, Z., Kaegi-Braun, N., & Reber, E. (2021). Effect of Anti-Inflammatory Diets on Pain in Rheumatoid Arthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 13(12), 4221. <https://doi.org/10.3390/nu13124221>

Sears B. (2015). Anti-inflammatory Diets. *Journal of the American College of Nutrition*, 34 Suppl 1, 14–21. <https://doi.org/10.1080/07315724.2015.1080105>

Stromsnes, K., Correas, A. G., Lehmann, J., Gambini, J., & Olaso-Gonzalez, G. (2021). Anti-inflammatory properties of diet: Role in healthy aging. *Biomedicines*, 9(8), 922.

Unterberger, S., Davies, K. A., Rambhatla, S. B., & Sacre, S. (2021). Contribution of Toll-Like Receptors and the NLRP3 Inflammasome in Rheumatoid Arthritis Pathophysiology. *ImmunoTargets and therapy*, 10, 285–298. <https://doi.org/10.2147/ITT.S288547>

Vahid, F., & Rahmani, D. (2021). Can an anti-inflammatory diet be effective in preventing or treating viral respiratory diseases? A systematic narrative review. *Clinical nutrition ESPEN*, 43, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.04.009>

Winkvist, A., Bärebring, L., Gjerdtsson, I., Ellegård, L., & Lindqvist, H. M. (2018). A randomized controlled cross-over trial investigating the effect of anti-inflammatory diet on disease activity and quality of life in rheumatoid arthritis: the Anti-inflammatory Diet In Rheumatoid Arthritis (ADIRA) study protocol. *Nutrition journal*, 17(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s12937-018-0354-x>

## OSTEOARTRİT VE AKDENİZ DİYETİ

**Assoc. Prof. Dr. Gönül Gürol CİFTCI**

Sakarya University, Department of Medical Physiology, Faculty of Medicine

**ORCID ID:** 0000-0001-5343-9189

**Ebrar Zisan ERDEM**

Sakarya University, Department of Medical Physiology, Faculty of Medicine

**ORCID ID:** 0000-0003-3550-2732

### ÖZET

Osteoartrit(OA); insan vücudunda başta eller, diz, kalça olmak üzere çeşitli eklemleri etkileyebilen ve kilo alımına bağlı olarak gerek mekanik olarak eklemlere binen yükün artması gerekse metabolik stresin artması ile eklem kaybı ve osteofit oluşumu ile karakterize olan ağrılı, yaygın görülen kas iskelet hastalığıdır. Günümüzün yaygın bir sorunu haline gelen obezitenin eklemlere daha ağır bir yük indirme nedenselliği dolayısıyla eklem dokuları olumsuz etkilenmekte ve artan yaşla da hareketsiz bir yaşam tarzına geçişin gözlenmesi, travmaların artması ve tabii ki genetik yatkınlık da risk faktörleri olarak osteoartritte gün yüzüne çıkmaktadır. Her ne kadar OA tedavisinde semptomların hafifletilmesi primer hedef olarak var olsa da tedavide cerrahi işlemler, farmakolojik müdahaleler ve alternatif tıp uygulamaları kullanılmaktadır. Tedavi planlaması kişiye özel olarak yapılmaktadır zira sıklıkla eklem dejenerasyonuna neden olabilen mesleki zorlanmalar veya mecburi yaşam şekilleri bazı hastalarda ekarte edilememektedir. Omega-3 ve profenoller açısından zengin bir beslenme çeşidi olan Akdeniz diyetinin (MD) antiinflamatuvar, antioksidan özellikler de ihtiva etmesi sebebiyle farklı kanser hastalıkları, kardiyovasküler hastalıklar, nörodejeneratif hastalıklar, obezite ve metabolik sendrom gibi çeşitli hastalıkların gelişiminde koruyucu özellik göstermesi amacıyla reçete edilmektedir. Son çalışmalarda MD'nin osteoartrit tedavisinde antiinflamatuvar ve antioksidan etkilerinin faydalı olabileceği öne sürülmektedir. Bununla birlikte osteoartrit hastalarının düşük omega-3 ve omega-6 alımları dolayısıyla kıkırdaklarında lezyonların artabileceği de bildirilmiştir. Geniş çaplı ve yaş dağılımları farklılık arz eden osteoartrit hastalarında MD diyetinin içeriğinin yeni gıdalar ile zenginleştirilerek daha ayrıntılı bir biçimde araştırılmasının öncelikle OA hastalarında ve sonrasında diğer hastalıklarda bu diyeti içeren yeni nutrasötik bileşenlerin geliştirilmesine aracılık edeceğini düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Osteoartrit, akdeniz diyeti, hastalık, beslenme

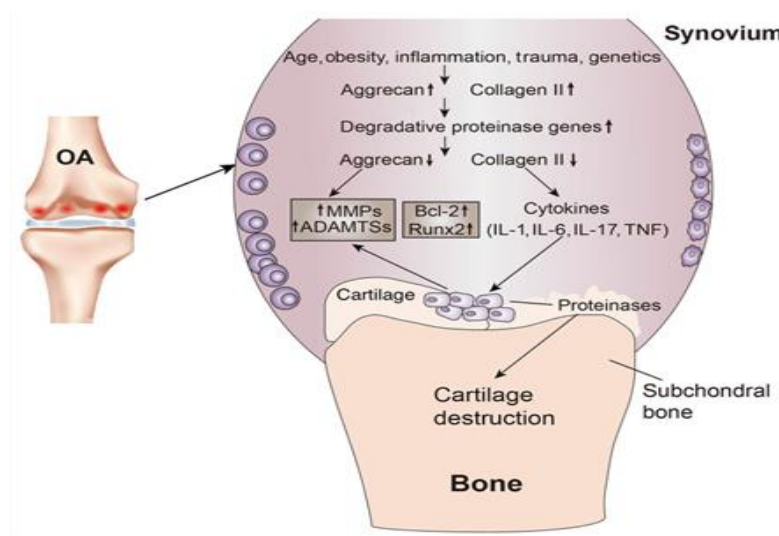
**OSTEOARTHRITIS AND MEDITERRANEAN DIET****ABSTRACT**

Osteoarthritis (OA) is a painful, common musculoskeletal disease that can affect various joints in the human body, especially the hands, knees, and hips. It is characterized by joint loss and osteophyte formation due to increased mechanical load on the joints due to weight gain and increased metabolic stress. Joint tissues are negatively affected because obesity, which has become a common problem today, puts a heavier load on the joints, and the transition to a sedentary lifestyle with increasing age, increased traumas, and, of course, genetic predisposition also comes to light as risk factors for osteoarthritis. Although alleviating symptoms is the primary goal in OA treatment, surgical procedures, pharmacological interventions, and alternative medicine practices are used. Treatment planning is made individually because occupational strains or compulsory lifestyles that can often cause joint degeneration cannot be excluded in some patients. The Mediterranean diet (MD), which is a type of nutrition rich in omega-3 and polyphenols, is prescribed to have protective properties in the development of various diseases such as different cancer diseases, cardiovascular diseases, neurodegenerative diseases, obesity, and metabolic syndrome, as it contains anti-inflammatory and antioxidant properties. Recent studies suggest that MD's anti-inflammatory and antioxidant effects may be beneficial in treating osteoarthritis. However, it has also been reported that lesions in the cartilage of osteoarthritis patients may increase due to low omega-3 and omega-6 intake. We think that a more detailed investigation of the content of the MD diet by enriching it with new foods in osteoarthritis patients with a wide range of osteoarthritis and age distribution will mediate the development of new nutraceutical components containing this diet, first in OA patients and then in other diseases.

**Keywords:** Osteoarthritis, mediterranean diet, disease, nutrition

Osteoarthritis (OA), although prominently characterized as a joint disease typically associated with damage and cartilage loss, has been shown to have an increased prevalence with higher obesity rates. It is a widespread musculoskeletal disorder affecting all intra-articular tissues, and it stands as a significant cause of disability (Molnar et al., 2021). Additionally, OA is a degenerative disorder (Figure 1) that affects joint cartilage and intra-articular tissues such as subchondral bone, ligaments, capsule, and synovial membrane, impacting small joints like the hand and large joints like the knee and hip (Liu et al., 2022). Evaluating the prevalence based

on these two affected regions, a study in a population aged 45 and older showed a 10% prevalence of hip OA and a 16% prevalence of knee OA (Hall et al., 2022).



**Figure 2:** Cartilage Changes in OA (Liu et al., 2022)

IL—interleukin; TNF- $\alpha$ —tumor necrosis factor  $\alpha$ ; MMPs—matrix metalloproteinases (MMPs); ADAMTS—thrombospondin motif-like disintegrin and metalloproteinase

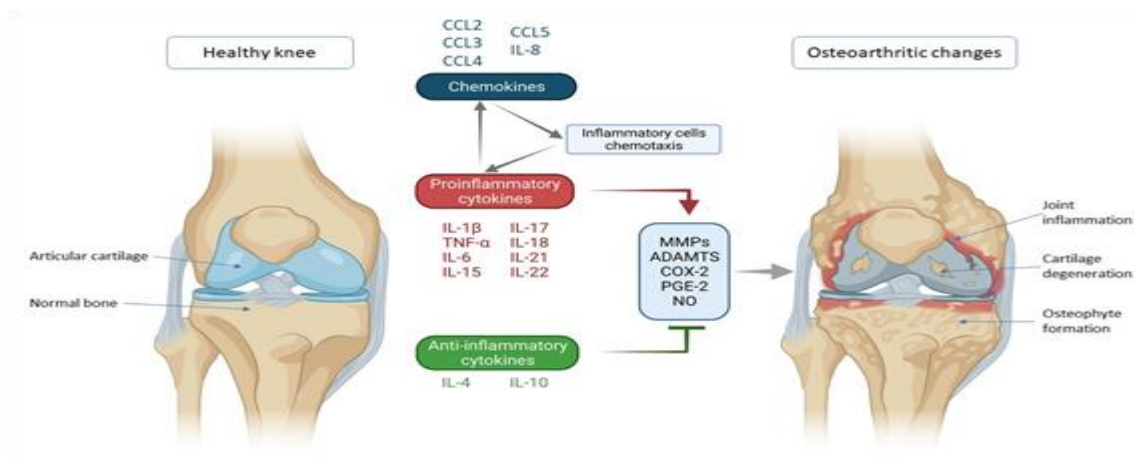
In 2018, the global prevalence of OA was reported to be 240 million people, and studies published in 2021, considering the gradual increase in the aging population and obesity prevalence, show a prevalence of 260 million for knee osteoarthritis (Morales-Ivorra et al., 2018; Bennell et al., 2021). In a large cohort study, the prevalence of knee OA was reported as 11.4% in women and 6.8% in men, while another cohort study showed higher rates, with 18.7% in women and 13.5% in men. The higher prevalence and more severe symptoms in women have identified being female as a risk factor for knee OA (Katz et al., 2021). Although knee OA is more prevalent in women, a meta-analysis revealed no gender difference in hip OA prevalence (Hall et al., 2022). Another parameter shown among the risk factors is race. At the same time, there seems to be no difference in hip OA prevalence; African Americans are reported to have a higher prevalence of knee OA compared to whites (Katz et al., 2021). In light of the studies, OA's most common risk factors include advanced age, obesity, previous joint injury, and genetic predisposition (Morales-Ivorra et al., 2018).

Osteoarthritis's clinical symptoms, including pain, transient morning stiffness, and limitations in joint movement, lead to a deterioration in daily quality of life and, in advanced stages, contribute to morbidity and mortality (Morales-Ivorra et al., 2018). The pain experiences of individuals with hip and knee osteoarthritis differ. Those with hip OA describe



their pain as rapidly progressing from sudden to intense, often comparing it to harrowing situations like childbirth. On the other hand, individuals with knee OA express their pain as unpredictable, emotionally draining, and characterized by short episodes that gradually become constant over time (Hall et al., 2022).

The most common causes of OA are commonly attributed to advancing age, obesity, genetic factors, and trauma. Another significant factor is inflammation. In the early stages of OA, there is an increase in proliferating chondrocytes, and more extracellular matrix proteins, such as collagen type 2, are synthesized. As OA progresses, there is an increase in the expression of degradation proteases, leading to a gradual loss of proteoglycans (Figure 2). This is accompanied by the breakdown of collagen 2, and a multitude of proteins associated with catabolic conditions, such as matrix metalloproteinases (MMPs) and thrombospondin motif-like disintegrin and metalloproteinases (ADAMTS), are produced (Molnar et al., 2021; Liu et al., 2022). In addition to inflammatory cytokines, chemokines stimulated by cytokines play a crucial role in the pathogenesis of OA. These chemokines induce inflammatory cell chemotaxis, promoting inflammatory cell migration. This further increases the secretion of inflammatory factors, supporting the progression of the disease. This effect creates a vicious cycle that poses a significant challenge to OA's poor prognosis and the treatment slowdown (Molnar et al., 2021)



**Figure 2:** Key Inflammatory Processes and Factors in Osteoarthritis Pathogenesis (Molnar et al., 2021).

IL—interleukin; CCL-CC—chemokine ligand; TNF- $\alpha$ —tumor necrosis factor  $\alpha$ ; MMPs—matrix metalloproteinases (MMPs); ADAMTS—thrombospondin motif-like disintegrin and metalloproteinase; COX-2—cyclooxygenase-2; PGE-2—prostaglandin E2; NO—nitric oxide

Although no approved disease-modifying drug exists for osteoarthritis (OA), non-surgical treatments have shown only modest benefits in small to moderate cases. They are associated with severe side effects (Bennell et al., 2021). The management of OA focuses on



alleviating symptoms rather than eliminating the disease. International recommendations for OA management categorize interventions into three main categories: pharmacological, surgical, and non-pharmacological (Morales-Ivorra et al., 2018). The primary goal of all these treatment methods is to improve the patient's quality of life by relieving pain and delaying or improving joint degeneration (Zeng et al., 2021). Physical activity and weight loss are non-pharmacological treatment strategies in managing OA (Morales-Ivorra et al., 2018). It is essential to support patients in changing their unhealthy habits through health education (Katz et al., 2021). Exercise and physical therapy are employed to increase muscle strength, enhance joint stability, and modify the joint's metabolic environment to alleviate pain (Zeng et al., 2021).

Nowadays, obesity is known to contribute to systemic inflammation due to the secretion of proinflammatory adipokines and cytokines, which also lead to joint degeneration in OA. Western-style diets, identified as a cause of obesity, contain high amounts of n-6 fatty acids, and excessive consumption of these fatty acids are associated with the risk of subchondral bone degradation (Morales-Ivorra et al., 2018). Studies have shown that the increased levels of serum adiponectin, such as leptin and adiponin, resulting from a high-fat diet and increased body fat tissue, are associated with more significant cartilage loss (Martel-Pelletier et al., 2016). Therefore, a combination of diet and exercise, not just exercise alone, may contribute to pain relief, improved functional status, and decreased inflammatory markers (Katz et al., 2021).

The Mediterranean diet (MD) stands out not only as a protective factor in the development of cardiovascular diseases, various cancer types, and neurodegenerative diseases but also in OA. It is highlighted for its anti-inflammatory properties, antioxidant capacity, impact on obesity and metabolic syndrome, and richness in omega-3 fatty acids (Thomas et al., 2018, Romera Baures and Morales Ivorra, 2019, Babu et al., 2021, Kiani et al., 2022). MD is an approach to nutrition that primarily involves olive oil and encourages the consumption of daily fresh, seasonal, local fruits and vegetables, unprocessed legumes and cereal products, dairy products such as yogurt and cheese, and fish and seafood. With this type of nutrition, increased intake of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, reduced trans fat intake, and the addition of high dietary fiber, minerals, vitamin C, and phenolic components support the increase in antioxidant capacity (Pitaraki, 2017). MD, rich in polyphenols, demonstrates a protective effect on OA due to its anti-inflammatory effects, reversal of metabolic syndrome, weight loss in obesity, and antioxidant capacity. The abundance of polyphenols in MD plays a

role in preventing inflammation and cartilage degradation, ultimately preventing inflammation associated with the musculoskeletal system in OA (Kiani et al., 2022). Additionally, a lower intake of omega-6 and an increased intake of omega-3 fatty acids reduce the gene expression of proteinases in cartilage lesions and inflammatory cytokines. Furthermore, some studies suggest that adding dietary antioxidants like vitamin C improves OA prognosis and reduces the prevalence of radiographic knee OA (Morales-Ivorra et al., 2018). In vitro studies have demonstrated the beneficial effects of omega-3 fatty acid supplements in inflamed joints and their improvement of weight-bearing in canine OA (Thomas et al., 2018). After a 3-5 year intervention with the MD, studies have reported a decrease in cytokines involved in the pathogenesis of OA, such as serum IL-6, IL-8, IL-1 $\beta$ , and TNF- $\alpha$  (Kiani et al., 2022). Moreover, in intervention groups following the MD, there is a decrease in serum levels of cartilage oligomeric matrix protein (sCOMP), a significant marker of cartilage degradation (Pitaraki, 2017). Another study evaluating MD intervention in OA showed a substantial improvement in physical function and a reduction in pain severity compared to the control group (Sadeghi et al., 2022). According to the results of another study, in addition to the decrease in the pro-inflammatory cytokine IL-1 $\alpha$ , there was a significant improvement in knee flexion and hip rotation in the MD group (Dyer et al., 2017). In a recent study examining the antioxidant effects of micronutrients, foods rich in vitamin C, such as strawberries and ginger, effectively reduced inflammation and improved pain severity associated with OA (Buck et al., 2023).

The treatment approaches for osteoarthritis are symptomatic rather than curative. Among these non-pharmacological approaches, exercise and diets do not involve side effects typical of pharmacological treatments. Dietary preferences that have a protective effect on the formation of cytokines in the pathogenesis of OA can enhance protection against the disease. Among the recommended diets, the Mediterranean diet stands out as anti-inflammatory due to its high antioxidant, omega-3, and vitamin C content. It may contribute to improving the prognosis of OA and enhancing physical function.

## REFERENCES

- Babu, S., Vaish, A., Vaishya, R., & Agarwal, A. (2021). Can intermittent fasting be helpful for knee osteoarthritis?. *Journal of clinical orthopaedics and trauma*, 16, 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2020.12.020>
- Bennell, K. L., Paterson, K. L., Metcalf, B. R., Duong, V., Eyles, J., Kasza, J., Wang, Y., Cicuttini, F., Buchbinder, R., Forbes, A., Harris, A., Yu, S. P., Connell, D., Linklater, J., Wang, B. H., Oo, W. M., & Hunter, D. J. (2021). Effect of Intra-articular Platelet-Rich Plasma vs Placebo Injection on Pain and Medial Tibial Cartilage Volume in Patients With Knee Osteoarthritis: The RESTORE Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 326(20), 2021–2030. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.19415>

- Buck, A. N., Vincent, H. K., Newman, C. B., Batsis, J. A., Abbate, L. M., Huffman, K. F., Bodley, J., Vos, N., Callahan, L. F., & Shultz, S. P. (2023). Evidence-Based Dietary Practices to Improve Osteoarthritis Symptoms: An Umbrella Review. *Nutrients*, 15(13), 3050. <https://doi.org/10.3390/nu15133050>
- Dyer, J., Davison, G., Marcora, S. M., & Mauger, A. R. (2017). Effect of a Mediterranean Type Diet on Inflammatory and Cartilage Degradation Biomarkers in Patients with Osteoarthritis. *The journal of nutrition, health & aging*, 21(5), 562–566. <https://doi.org/10.1007/s12603-016-0806-y>
- Hall, M., van der Esch, M., Hinman, R. S., Peat, G., de Zwart, A., Quicke, J. G., Runhaar, J., Knoop, J., van der Leeden, M., de Rooij, M., Meulenbelt, I., Vliet Vlieland, T., Lems, W. F., Holden, M. A., Foster, N. E., & Bennell, K. L. (2022). How does hip osteoarthritis differ from knee osteoarthritis?. *Osteoarthritis and cartilage*, 30(1), 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2021.09.010>
- Katz, J. N., Arant, K. R., & Loeser, R. F. (2021). Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis: A Review. *JAMA*, 325(6), 568–578. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.22171>
- Kiani, A. K., Medori, M. C., Bonetti, G., Aquilanti, B., Velluti, V., Matera, G., Iaconelli, A., Stuppia, L., Connelly, S. T., Herbst, K. L., & Bertelli, M. (2022). Modern vision of the Mediterranean diet. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 63(2 Suppl 3), E36–E43. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2745>
- Liu, S., Deng, Z., Chen, K., Jian, S., Zhou, F., Yang, Y., Fu, Z., Xie, H., Xiong, J., & Zhu, W. (2022). Cartilage tissue engineering: From proinflammatory and anti-inflammatory cytokines to osteoarthritis treatments (Review). *Molecular medicine reports*, 25(3), 99. <https://doi.org/10.3892/mmr.2022.12615>
- Martel-Pelletier, J., Barr, A. J., Cicuttini, F. M., Conaghan, P. G., Cooper, C., Goldring, M. B., Goldring, S. R., Jones, G., Teichtahl, A. J., & Pelletier, J. P. (2016). Osteoarthritis. *Nature reviews. Disease primers*, 2, 16072. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.72>
- Molnar, V., Matišić, V., Kodvanj, I., Bjelica, R., Jeleč, Ž., Hudetz, D., Rod, E., Čukelj, F., Vrdoljak, T., Vidović, D., Staresinić, M., Sabalić, S., Dobričić, B., Petrović, T., Antičević, D., Borić, I., Košir, R., Zmrzljak, U. P., & Primorac, D. (2021). Cytokines and Chemokines Involved in Osteoarthritis Pathogenesis. *International journal of molecular sciences*, 22(17), 9208. <https://doi.org/10.3390/ijms22179208>
- Morales-Ivorra, I., Romera-Baures, M., Roman-Viñas, B., & Serra-Majem, L. (2018). Osteoarthritis and the Mediterranean Diet: A Systematic Review. *Nutrients*, 10(8), 1030. <https://doi.org/10.3390/nu10081030>
- Pitaraki E. E. (2017). The role of Mediterranean diet and its components on the progress of osteoarthritis. *Journal of frailty, sarcopenia and falls*, 2(3), 45–52.
- Romera Baures, M., & Morales Ivorra, I. (2019). Mediterranean diet and osteoarthritis. *Dieta mediterránea y artrosis*. *Reumatología clínica*, 15(3), 125–126. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.12.001>
- Sadeghi, A., Zarrinjooiee, G., Mousavi, S. N., Abdollahi Sabet, S., & Jalili, N. (2022). Effects of a Mediterranean Diet Compared with the Low-Fat Diet on Patients with Knee Osteoarthritis: A Randomized Feeding Trial. *International journal of clinical practice*, 2022, 7275192. <https://doi.org/10.1155/2022/7275192>
- Thomas, S., Browne, H., Mobasheri, A., & Rayman, M. P. (2018). What is the evidence for a role for diet and nutrition in osteoarthritis?. *Rheumatology (Oxford, England)*, 57(suppl\_4), iv61–iv74. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/key011>
- Zeng, L., Yu, G., Hao, W., Yang, K., & Chen, H. (2021). The efficacy and safety of Curcuma longa extract and curcumin supplements on osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Bioscience reports*, 41(6), BSR20210817. <https://doi.org/10.1042/BSR20210817>

## ÖĞRENCİ HEMŞİRELERDE GELECEK KAYGISI DÜZEYİNİN VE BEYİN GÖÇÜNE İLİŞKİN TUTUMLARIN BELİRLENMESİ

**Dr. Öğr. Üyesi Sezer AVCI**

Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0003-3575-4585

**Dr. Öğr. Üyesi Betül KAPLAN**

Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0002-7361-6872

**Dr. Öğr. Üyesi Ömer YILDIRIM**

Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu

**ORCID ID:** 0000-0002-8819-4326

**Uzman Hemşire Hakan DOKUMUŞ**

25 Aralık Devlet Hastanesi

**ORCID ID:** 0000-0003-4683-9218

### ÖZET

Bu çalışma, öğrenci hemşirelerin gelecek kaygısı düzeyinin ve beyin göçüne ilişkin tutumlarını belirlemek amacıyla yapıldı. Tanımlayıcı-Kesitsel tipteki araştırma, Aralık 2022-Ocak 2023 tarihlerinde Gaziantep'teki bir vakıf üniversitenin sağlık bilimleri fakültesi hemşirelik bölümünde öğrenim gören öğrencilere uygulandı. Araştırmanın evreni 442'dir. Örneklem sayısı ise 194'dür. Veriler, "Kişisel Bilgi Formu", "Üniversite Öğrencilerinde Gelecek Kaygısı Ölçeği (ÜÖGKÖ)" ve "Beyin Göçü Ölçeği (BGÖ)" ile toplandı. Araştırmanın uygulanması için etik onay alındı. Araştırma verileri Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 25.0 programı kullanılarak analiz edildi. Yapılan tüm testlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edildi. Hemşirelik mesleğine başlarken hemşirelik eğitiminize ve geleceğinize dair planlarınıza uygun yerin hangi merkez olduğuna dair soruya öğrencilerin yanıtı: %58.8 ile "devlet hastaneleri", %49.5 ile "yurt dışında çalışmak" ve %41.2 ile "akademik kariyer" olarak belirlendi. Gelecekte hedef ve planlarınız için engel gördükleriniz şeklinde bir soruya hemşirelik öğrencilerin yanıtının: %51.0 ile "ülkemizdeki hemşirelik mesleğinin geleceğindeki bilinmezliklerinden dolayı hedeflerimin yarım kalmasından endişeliyim" olduğu saptandı. ÜÖGKÖ ile BGÖ arasında pozitif yönde ve zayıf düzeyde ( $r=0.244$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptandı ( $p < 0.05$ ). Yaşı daha küçük olan hemşirelik öğrencilerinin yaşı daha büyük olanlara göre gelecek korkularının daha fazla olduğu saptandı. Birinci sınıf hemşirelik öğrencilerinin göç etme eğiliminin ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf hemşirelik öğrencilerinden daha yüksek olduğu belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Öğrenci, Hemşireler, Gelecek Kaygısı, Beyin Göçü, Tutum Ölçeği.

## DETERMINING THE LEVEL OF FUTURE ANXIETY AND ATTITUDES TOWARDS BRAIN DRAIN IN STUDENT NURSES

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the level of future anxiety of student nurses and their attitudes towards brain drain. The descriptive-cross-sectional type research was applied to students studying in the nursing department of the faculty of health sciences at a foundation university in Gaziantep between December 2022 and January 2023. The population of the research is 442. The number of samples is 194. The data were collected with the "Personal Information Form", "Future Anxiety Scale in University Students (FASUS)" and "Brain Drain Scale (BDS)". Ethical approval was obtained for the implementation of the research. Research data were analyzed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 25.0 program. In all tests performed, the statistical significance level was accepted as  $p < 0.05$ . The answer of the students to the question about which center is suitable for your nursing education and future plans when starting the nursing profession was determined as: "public hospitals" with 58.8%, "working abroad" with 49.5% and "academic career" with 41.2%. It was determined that the answer of nursing students to the question "What do you see as obstacles to your goals and plans in the future" was "I am worried that my goals will be left unfinished due to the unknowns in the future of the nursing profession in our country" with a rate of 51.0%. A positive and weak ( $r=0.244$ ) statistically significant difference was detected between the FASUS and BDS ( $p < 0.05$ ). It was determined that younger nursing students had more fears about the future than older ones. It was determined that the migration tendency of first-year nursing students was higher than that of second, third and fourth year nursing students.

**Keywords:** Student, Nurses, Future anxiety, Brain drain, Attitude Scale.

## ELEKTRO EROZYON YÖNTEMİYLE HIZLI DELİK DELME MAKİNASI İÇİN TEST NUMUNESİ BAĞLAMA APARATI TASARIMI

**Şura BAYSAL**

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

**ORCID ID:** 0009-0008-4536-156X

**Erdoğan KANCA**

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

**ORCID ID:** 0000-0002-7997-9631

**Ferhat CERİTBİNMEZ**

Haier Europe, Candy Hoover Group, Araştırma ve Geliştirme Merkezi

**ORCID ID:** 0000-0002-5615-3124

### ÖZET

Endüstriyel uygulamalarda ve Ar-Ge çalışmalarında malzemelerin elektro erozyonla hızlı delinmesi araştırılmakta ve sonuçlar rapor edilerek en iyi çalışma parametreleri tespit edilebilmektedir. İşlem performansının değerlendirilmesinde talaş kaldırma oranı ve elektrot aşınma oranı, kerf, işlem süresi, işlenen yüzeyin morfolojisi gibi parametreler dikkate alınmaktadır. Bu süreçte analiz edilecek olan iş parçası farklı çalışma parametreleri ile delinmekte daha sonra delinen iş parçasından mekanik ve termal yöntemlerle kesit alınarak işlenen yüzeyler analiz edilmektedir. Fakat hızlı delik delme sonrası işlenen yüzeylerin analizi için iş parçası tekrar kesildiğinde işlem görmüş yüzeylerde termal ve mekanik etkiler oluşarak yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sebeple işlem görmüş yüzeylerin analizden önce ikinci bir etkiye maruz kalmaması gerekmektedir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda hızlı delik delme yapılacak test numunelerinin fiziksel olarak alın alına birleştirilebileceği ve delme işlemi sonrası herhangi bir kuvvet uygulamadan ayrılabilmesi için bir bağlama aparatı tasarlanmıştır. Tasarlanan aparat'a bağlanan iş parçasının delik delme sonrası işlem görmüş yüzeylerinin SEM, EDX, makro ve mikro analizlerinin daha güvenilir şekilde yapılacağı ortaya konmuştur. Analiz sonuçlarına göre tasarlanan ve kullanılan bağlama aparatı sayesinde işlenen deliklerin analizinde ikinci bir kesme yöntemi olmadığından daha dairesel delikler elde edilmiştir. Ayrıca analiz için iş parçalarının herhangi bir termal veya mekanik etkiye maruz kalmamasından dolayı delik kenarlarında sertlik değerlerinin daha güvenli ölçülebildiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** EDM, Delik Delme, Mengene, Aparat



## TEST SPECIMEN CLAMPING APPARATUS DESIGN FOR FAST HOLE DRILLING MACHINE BY ELECTRO EROSION METHOD

### ABSTRACT

In industrial applications and R&D studies, rapid drilling of materials by electro-erosion is investigated and the best working parameters can be determined by reporting the results. In evaluating the process performance, parameters such as metal removal rate and electrode wear rate, kerf, processing time, and morphology of the machined surface are taken into account. In this process, the workpiece to be analyzed is drilled with different working parameters, and then the processed surfaces are analyzed by sectioning the drilled workpiece using mechanical and thermal methods. However, when the workpiece is cut again for the analysis of the processed surfaces after rapid drilling, thermal and mechanical effects may occur on the treated surfaces and misleading results may occur. For this reason, treated surfaces should not be exposed to a second effect before analysis. In line with these needs, a fastening apparatus has been designed in which the test samples to be drilled quickly can be physically joined face to face and separated without applying any force after the drilling process. It has been revealed that SEM, EDX, macro and micro analyzes of the treated surfaces of the workpiece connected to the designed apparatus after drilling can be performed more reliably. According to the analysis results, more circular holes were obtained since there was no second cutting method in the analysis of the processed holes thanks to the clamping apparatus designed and used. In addition, it has been determined that hardness values at the hole edges can be measured more safely since the workpieces are not exposed to any thermal or mechanical effects for analysis.

**Keywords:** EDM, Hole Drilling, Clamp, Apparatus

### 1. GİRİŞ

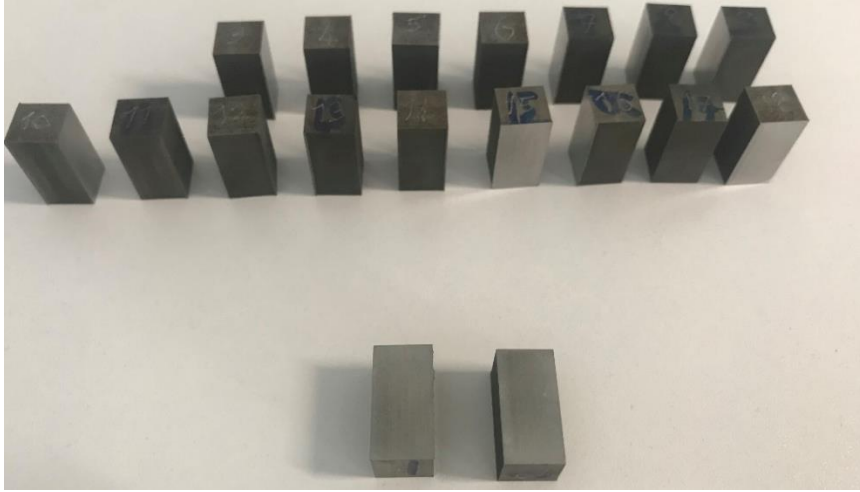
Geleneksel olmayan talaş kaldırma yöntemlerinden biri olan elektriksel deşarjla işleme (EDM) yöntemi özellikle kesilmesi ve delinmesi konvansiyonel yöntemlerle pek mümkün olmayan sert ve karmaşık şekilli malzemelerin işlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Li ve Natsu, 2020). Bu yöntemin en büyük avantajı iletken iş parçasının sertliğinden bağımsız olarak ve iş parçasına herhangi bir mekanik temas olmadan kesim yapabilmesidir (Abbas ve ark., 2007). Bu yöntem iletken iş parçası ve elektrot arasında meydana gelen yoğun kıvılcımlanmanın yüksek ısı oluşturması ve iş parçası yüzeyinden ergiterek parça koparması daha sonra dielektrik sıvı yardımıyla aşınan partiküllerin ani soğutulması ile ortamdan uzaklaştırması prensibiyle talaş kaldırma yöntemidir (Li ve ark., 2021; Singh ve ark., 2022). Termal enerjiyi kullanan bu yöntem sahip olduğu üstün özelliklerden dolayı kalıplılık,

otomotiv, havacılık ve uzay sanayi, ve cerrahi bileşenlerin üretiminde kullanılmaktadır (Ho ve Newman, 2003; ). Bu yöntemde işleme yapılan bölgeden aşınan partiküllerin tahliye edilmesi boyutsal doğruluğu sağlamak ve yüksek yüzey kalitesi için büyük öneme sahiptir (Ahmed ve ark., 2021). Araştırmacılar EDM ile hızlı delik delme işlem kalitesini arttırmak için farklı çalışma parametrelerinin işlem süresine, elektrot aşınma oranına, talaş kaldırma oranına ve boyutsal hassasiyete etkilerini analiz edip araştırmaktadır (Ceritbinmez, 2022; Singh ve Bharti, 2022; Ceritbinmez ve ark., 2023). Bu analizler yapılırken delinen iş parçaları delik bölgelerinden fiziksel veya mekanik yöntemler kullanılarak ayrılmaktadır. Kesit alınan bölgelerden SEM, EDX ve sertlik analizleri yapılmaktadır. Fakat iş parçalarının EDM yöntemi ile delinmesinden sonra analiz için tekrar kesilmesi işlem görmüş bölgelerde fiziksel ve termal etkiler bırakmaktadır. Bu durum elde edilen sonuçların güvenilirliğini etkileyebilmektedir. Bu sebeplerden dolayı bu çalışmada EDM ile hızlı delik delme işlemi uygulanacak iş parçalarının alın alına bağlanabileceği işlem sonrası ikinci bir kesme uygulamadan ayrılabilen bir aparat tasarlanmıştır.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

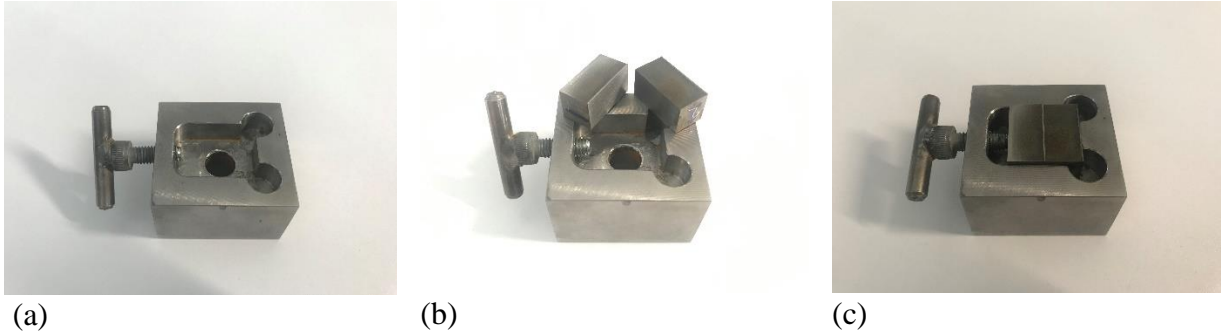
### 2.1. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada EDM ile hızlı delik delme yönteminde delinecek iş parçasının seçiminde sanayi uygulamalarında en çok kullanım alanı olan çelikler dikkate alınarak 1.2379 soğuk iş takım çeliği kullanılmıştır. Deneysel çalışmada kullanılacak iş parçaları, tasarlanacak olan mengeneye alın alına montaj edilebilmeleri için 10x10x30 mm ölçülerinde WEDM tezgahı kullanılarak kesilmiştir. Hazırlanan test numuneleri Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Numune hazırlama aşamasında WEDM ile kesilen test numunelerinin yüzeylerinde, kesim koşullarından oluşan ve sonrasında hızlı delik delme sürecini analiz ederken yanılmamıza sebep sebebiyet verecek yaklaşık olarak 15-20 µm kalınlığında beyaz tabaka ve altındaki ısıdan etkilenen bölgelerin olduğu rapor edilmektedir (Ceritbinmez ve ark., 2024). İlgili bölge zımparalanarak numunelerin alın alına gelen yüzeylerinden uzaklaştırılması sağlandı.



**Şekil 2.1.** Deneylerde kullanılan iş parçaları (1.2379 – X153CrMoV12)

Hassas ölçülerde hazırlanan deney numunelerinin rijit şekilde oturtulabileceği mengene tasarımı için 40x50x20mm bir prizma içerisine oturma yüzeyi, oturma yüzeyine yerleştirilen iş parçalarının sıkıştırılması için vidalı bağlantı kullanılmıştır. Tasarlanan mengene Şekil 2.2’te gösterilmiştir. Aynı ölçüde iki ayrı iş parçasının alın altına getirilerek mengene içerisine konulmasının ardından vidalı mekanizma ile sıkıştırma işlemi yapılmıştır.



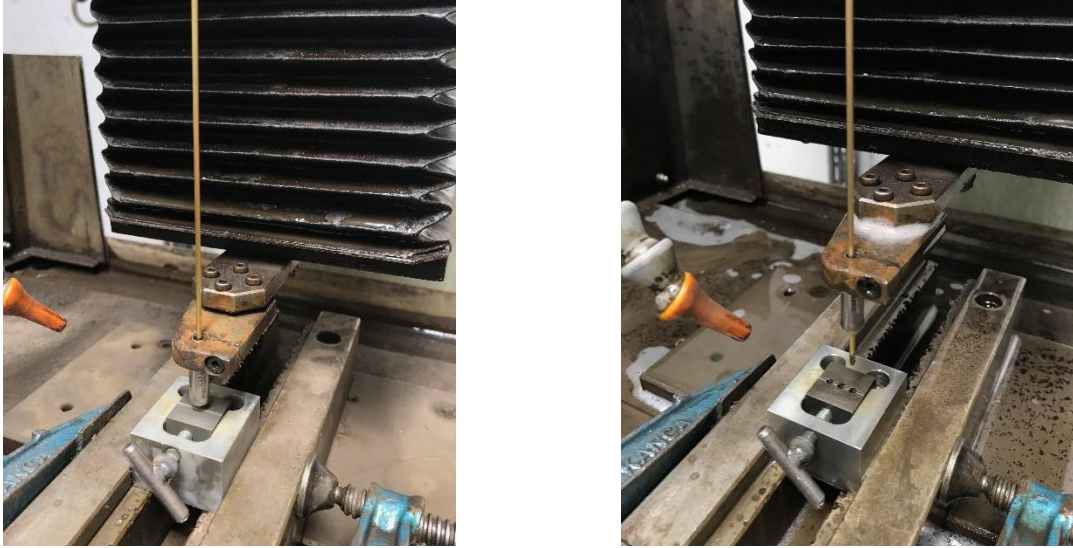
(a)

(b)

(c)

**Şekil 2.2.** Tasarlanan bağlama aparatı **a)** Aparat, **b)** aparat ve iş parçası, **c)** iş parçalarının bağlanmış hali

Hızlı delik delme işlemlerinde Oscarmax SD 400 ZNC PLUS 50 Amper gücünde hızlı delik delme EDM (electric discharge machining) makinası kullanılmıştır (Şekil 2.3). Deneylerden önce iş parçası mengene içerisinde vidalı bağlantı kullanılarak sabitlenmiştir. Her bir deney numunesine üçer delik delindikten sonra mengene gevşetilerek deliklerin delindiği iş parçaları birbirinden ayrılarak iki ayrı yarım şeklinde değerlendirilmiştir. Deney esnasında iş parçalarında herhangi bir ayrılma ve kayma görülmemiştir.



**Şekil 2.3.** Tasarlanan bağlama aparatı a) Aparat, b) aparat ve iş parçası

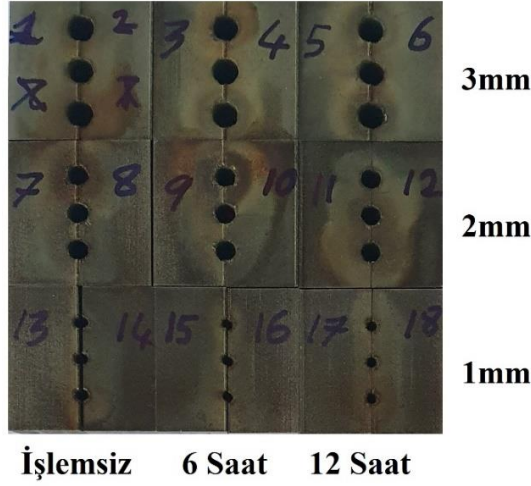
Çalışma parametrelerinin seçiminde pirinç elektrot ve makina güvenli çalışma parametreleri dikkate alınarak her bir elektrot çapı için ayrı çalışma parametreleri kullanılmıştır. Tüm deneylerde makina güvenli çalışma parametreleri dikkate alınarak 7A-4A akım, 30-23 $\mu$ s ark süresi (Ton), 3  $\mu$ s bekleme süresi (Toff) ve 3V voltage değerleri kullanılmıştır (Tablo 2.1).

**Tablo 2.1.** EDM çalışma parametreleri

Elektrot	Akım (A)	Voltaj (V)	Ark Süresi ( $\mu$ s)	Bekleme Süresi ( $\mu$ s)
Ø3mm	7	3	30	3
Ø2mm	7	3	26	3
Ø1mm	4	3	23	3

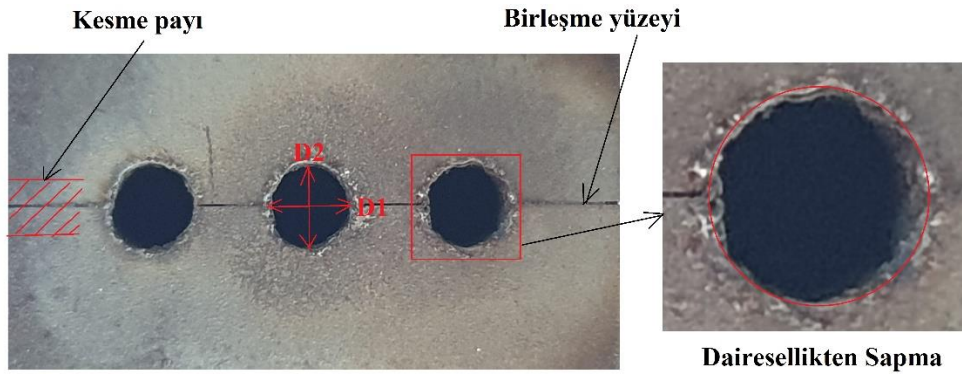
## 2.2. Deneysel Sonuçlar

Eşit ölçülerde hazırlanan 18 adet iş parçası kullanılarak 9 farklı hızlı delik delme işlemleri EDM yöntemiyle başarılı bir şekilde tamamlanmıştır (Şekil 2.4). Delik delme işlemlerinde elektrot malzeme olarak dış çapı 3, 2 ve 1 mm olan pirinç elektrot tüpler kullanılmıştır. Elektrot tüpler 6 saat, 12 saat kriyojenik işleme tabi tutulan ve işlemsiz olarak hazırlanarak kullanılmıştır.



Şekil 2.4. EDM ile delinen numunelerinin toplu görünümü

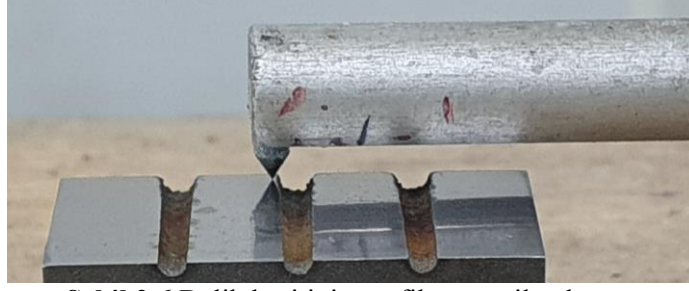
Alın altına birleştirilmiş işparçalarının EDM ile delinmesi sonrası detay görünümü Şekil 2.5'te verilmiştir. İşparçalarının boşluksuz bir şekilde alın altına geldikleri şekilde görülmektedir. Elde edilen deliklerde görünen dairesellikten sapmalar işleme parametrelerinden kaynaklanmaktadır. Deliklerin, birleşme yüzeyine paralel (D1) ve dik (D2) çap ölçülerinde bir farklılık bulunmamaktadır. Bu şekilde bir birleştirme olmadan delme işlemi gerçekleştirilseydi, şekilde kesme payı diye gösterilen kısmın uzaklaştırılması gerekecekti. Bu kısmın olmaması kesme parametrelerinin delik boyutu üzerindeki değerlendirmelerinin eksik kalmasına sebebiyet verecektir.



Şekil 2.5. Birleştirilen işparçalarının EDM ile delinmesi sonrası görünümü

Alın altına bağlanarak delinen iş parçaları, delme işlemi sonrası birleşme yüzeylerinden hiçbir mekanik zorlama uygulamadan kolayca ayrılmaktadır. Ayrılan yüzeyler delik kesitini tam olarak göstermektedir. Bu sayede sadece EDM ile kesme parametrelerinin delik kesiti üzerine etkileri sağlıklı bir şekilde incelenmektedir. (Şekil 2.6).



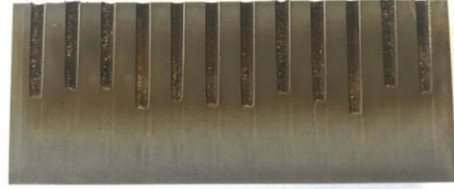


Şekil 2.6 Delik kesitinin profilometre ile ölçümü

Alın altına birleştirilmiş işparçası kullanmadan yapılan delme işlemi sonrası, delik kesit incelemeleri için Şekil 2.7’de görünen kesme işlemi yapılması gerekmektedir (Ceritbinmez ve Kanca, 2021). Bu kesme işlemi sürecinde, oluşan ısı, kesit yüzey ve yüzey altı mekanik özellikleri etkileyecektir. Bu incelemelerin sadece EDM ile delme parametrelerinin etkisi olduğunu söylemek kesme sürecinde oluşan ısının yok sayılması anlamına gelmektedir.



(a)

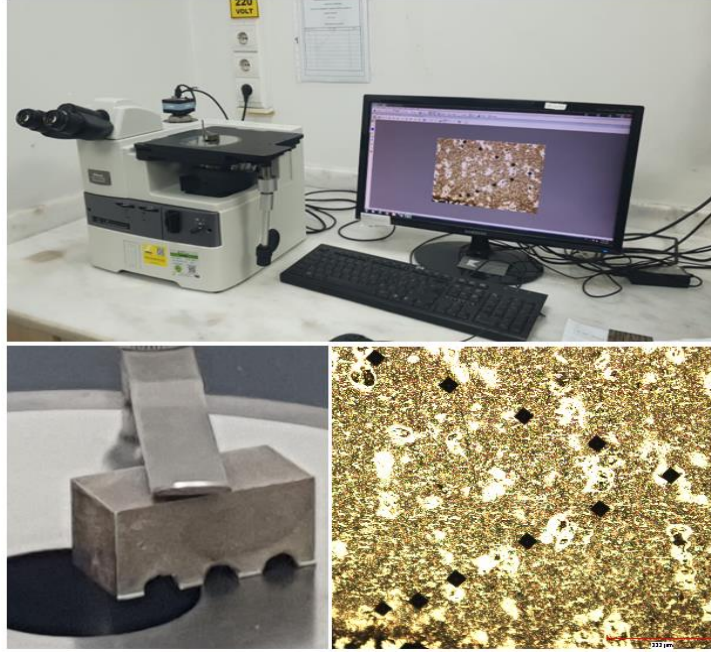


(b)

Şekil 2.7 Delik kesit incelemesi: (a) İş parçası, (b) WEDM ile kesilmiş numune (Ceritbinmez ve Kanca, 2021)

Bu sorun, alın altına birleştirilmiş iş parçalarının birleştirme bölgesini merkez kabul eden delme işlemi yapılması sonrası kesit yüzey incelemesi için yüzeylerin ayrılmasıyla bertaraf edilmiştir. Bu sayede sadece EDM ile delme sonrası delinen yüzey de oluşan beyaz tabaka kalınlığı ve içeriğinin yanında ısıdan etkilenen bölge ve daha iç kısımlara doğru mekanik özelliklerdeki değişimler rahatlıkla incelenmiştir. Şekil 2.8’ deki metal mikroskobu görüntüsünde, delik kesitlerinin yüzeyden iç kısma doğru sertlik ölçüm izleri ve iş parçasında bulunan çökelti görülür. Buradaki sertlik değişimleri ve çökelti dağılımı için yapılan yorumların sadece EDM işlem parametrelerinden olduğu söylenebilir.





Şekil 2.8 Metal mikroskop görüntüsü

### 3. SONUÇ

Elektro erozyon yöntemiyle hızlı delik delme sonrasında işlenen yüzeylerin yeni veya farklı bir kesme yöntemi kullanılmadan analiz edilebilmesi için tasarlanan bağlama aparatı içeren bu çalışmada;

- Elektro erozyonla delinen delikler fiziksel olarak iki farklı parçanın alın altına birleştirilerek delinmesi daha sonra herhangi bir işlem uygulamadan ve hacim kaybına uğramadan ayrılabilmesi sayesinde dairesel tam delikler elde edilmiştir.
- İş parçası üzerinde işlenen yüzeylerin EDM yöntemi sonrası termal veya mekanik işlem uygulanmadan iki parçaya ayrılması ve delik iç yüzeylerinin analiz edilebilmesi sağlanmıştır.
- İki bağımsız iş parçasının delme öncesi test bağlama aparatına bağlanması delme sonrası işlenen yüzeylere kesme uygulanmadan parçaların ayrılabilmesi sayesinde elektrot tüpler ile delinen delik kenarlarının sertlik değerleri daha güvenli bir şekilde tespit edilebilmiştir.
- Delinen delik yüzeylerinden alınan SEM ve EDX analizlerine göre işlenen yüzeylerde iş parçası ve pirinç elektrot kalıntılarına rastlanmıştır. Tasarlanan bağlama aparatına bağlanan iş parçalarının işlem sonrası kolayca ayrılıp analiz edilebilmesi sayesinde ekstra talaşlı veya talaşsız imalat yöntemlerine, kesme veya soğutma sıvılarına ihtiyaç duyulmamıştır.

**KAYNAKÇA**

- Abbas, N. M., Solomon, D. G., & Bahari, M. F. (2007). A review on current research trends in electrical discharge machining (EDM). *International Journal of machine tools and Manufacture*, 47(7-8), 1214-1228. <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2006.08.026>
- Ahmed, A., Boban, J., & Rahman, M. (2021). Novel EDM deep hole drilling strategy using tubular electrode with orifice. *CIRP Annals*, 70(1), 151-154. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.04.004>
- Ceritbinmez, F. (2022). EDM Hızlı Delik Delme Parametrelerinin Kerf ve İşlem Süresine Etkileri . *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* , 12 (2) , 663-675 . DOI: 10.31466/kfbd.1105006
- Ceritbinmez, F. , Günen, A. , Gürol, U. & Çam, G. (2023). Dövme ve Eklemeli İmalat Yöntemiyle Üretilmiş Inconel 625 Alaşımların Termal Yöntemle Hızlı Delinmesinde Elektrot Aşınmasının İncelenmesi . *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences* , 35 (1) , 89-99 . DOI: 10.7240/jeps.1215117
- Ceritbinmez, F., Kanca, Y., Tuna, A., Kanca, E. (2024). Investigation of The Wear Behavior of FeNi36 Alloy Cut by WEDM Method Under Different Loads. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*. DOI: 10.1108/AEAT-06-2023-0155
- Ceritbinmez, F., & Kanca, E. (2021). An Experimental Investigation on Micro Drilling of Cold Work Steel X153CrMoV12 By EDM. DOI: 10.21203/rs.3.rs-987596/v1
- Ho, K. H., & Newman, S. T. (2003). State of the art electrical discharge machining (EDM). *International journal of machine tools and manufacture*, 43(13), 1287-1300. [https://doi.org/10.1016/S0890-6955\(03\)00162-7](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(03)00162-7)
- Li, G., & Natsu, W. (2020). Realization of micro EDM drilling with high machining speed and accuracy by using mist deionized water jet. *Precision Engineering*, 61, 136-146. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2019.09.016>
- Li, G., Natsu, W., & Yu, Z. (2021). Elucidation of the mechanism of the deteriorating interelectrode environment in micro EDM drilling. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 167, 103747. <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2021.103747>
- Singh, S. K., Mali, H. S., Unune, D. R., Abdul-Rani, A. M., & Wojciechowski, S. (2022). Material independent effectiveness of workpiece vibration in  $\mu$ -EDM drilling. *Journal of Materials Research and Technology*, 18, 531-546. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.02.063>
- Singh, N., & Bharti, P. S. (2022). Multi-Objective parametric optimization during micro-EDM drilling of Ti6Al-4 V using teaching learning Based optimization algorithm. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.257>

## PAKETLENMİŞ GIDA ÜRÜNLERİNDEN SÜTLÜ TATLI ÇEŞİTLERİNİN ÇKKV YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

**Dr. Adnan ABDULVAHİTOĞLU**

Gendarmerie and Coast Guard Academy, School of Law Enforcement, Head of Operations  
Management Department, Beytepe-Çankaya/Ankara

**ORCID ID:** 0000-0002-2659-6709

**Dr. Nurten CENGİZ**

Department of Food Engineering / Adana Alparslan TÜRKES Science and Technology University  
Sarıçam /Adana,

**ORCID ID:**0000-0002-6640-4927

### ÖZET

Sağlıklı beslenme sürecinde, süt ve süt ürünleri, insanlar tarafından en sık tüketilen besin maddelerinden biridir. Bu yoğun tüketim, süt ve süt ürünlerinin, çocukluktan itibaren büyüme, gelişme ve yaşamın devamındaki aşamalarda ihtiyaç duyulan hemen hemen tüm besin öğelerini içermesinden kaynaklanmaktadır. Günümüzde, beslenme en temel sorunlardan biri haline gelmiştir. Özellikle kırsaldan kente göç ve hızlı kentleşme, hazır gıda talebinde artışa neden olmuştur. Süt ve süt ürünleri, bu gelişmelerden etkilenecek sütlü tatlılar kategorisinde de kendine yer bulmuştur. Sütlü tatlılar, süt içerisine şeker, nişasta, yumurta gibi besin maddeleri eklenerek hazırlanan mamullerdir. Daha hafif olmaları, düşük kalori içermeleri ve kolay sindirilebilmeleri nedeniyle hamur ve şuruplu tatlılara göre daha sık tüketilmektedir. Ayrıca, soğuk tüketim şekli, bu ürünlerin marketlerde hazır paketlenmiş gıda olarak daha yaygın bulunur olmalarına neden olmuştur. Son dönemde kilo, diyabet gibi sebeplerle düşük kalorili ürünler tercih eden tüketicilerin, sütlü tatlıları daha fazla tercih ettikleri görülmektedir. Bu nedenle, bu ürünleri geliştirmeye yönelik çalışmalar da artmaktadır. Bu çalışma ile paketlenmiş gıda ürünlerinden sütlü tatlı çeşitlerinin Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Sütlü tatlılar geniş bir tüketici kitlesine hitap etmekte ve pazar payı giderek artmaktadır. Ancak, bu ürün çeşitliliği içinde tüketicilerin, ürünleri seçerken karşılaştırma yapmalarını sağlayacak objektif bir kıyaslama eksikliği bulunmaktadır. ÇKKV yöntemleri, karmaşık karar verme süreçlerinde çok sayıda kriteri dikkate alarak objektif ve sistemli bir değerlendirme sağlaması nedeniyle farklı sütlü tatlı çeşitlerini karşılaştırmak amacıyla kullanılacaktır. Böylece, tüketicilere daha bilinçli tercihler yapmalarında rehberlik etmek ve üreticilere de ürün geliştirme ve pazarlama stratejilerini güçlendirmelerine yardımcı olmak adına bir model oluşturulması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Paketlenmiş gıda, Sütlü tatlılar, ÇKKV, Standart sapma, COPRAS.

## COMPARISON OF MILK DESSERT TYPES FROM PACKAGED FOOD PRODUCTS WITH MCDM METHODS

### ABSTRACT

In the realm of healthy nutrition, milk and dairy products stand out as one of the most frequently consumed nutrients by people. This widespread consumption is attributed to the fact that milk and dairy products encompass nearly all the essential nutrients required for growth, development, and subsequent life stages, starting from childhood. In contemporary times, nutrition has evolved into one of the most fundamental issues. Notably, the shift from rural to urban areas and rapid urbanization have spurred an upsurge in the demand for ready-made food. Milk and dairy products have been influenced by these developments, finding their place in the category of milk desserts. Milk desserts are crafted by incorporating nutrients such as sugar, starch, and eggs into milk. They garner more frequent consumption compared to dough and syrup desserts due to their lighter nature, lower calorie content, and easy digestibility. Furthermore, the method of cold consumption has expanded the availability of these products as ready-packaged foods in markets. Recently, there is a discernible trend where consumers, opting for low-calorie products due to reasons such as weight management and diabetes, show a preference for milk desserts. Consequently, efforts to enhance and develop these products are on the rise. This study aims to compare various milk dessert varieties within the category of packaged food products using Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. Milk desserts attract a diverse consumer base, and their market share is progressively increasing. However, amidst this product diversity, there exists a deficiency in objective comparisons that would empower consumers to make informed choices. MCDM methods will be employed to compare different types of milk desserts, providing an objective and systematic evaluation by considering numerous criteria in complex decision-making processes. The goal is to establish a model that guides consumers in making more conscious choices and assists manufacturers in fortifying their product development and marketing strategies.

**Keywords:** Packaged food, Milk desserts, MCDM, Standard deviation, COPRAS

### 1. GİRİŞ.

İnsanlık tarihi boyunca insanların hayatlarını devam ettirebilmeleri için gerekli en önemli hususlardan birisi beslenme olmuştur. Sekiz milyarı aşan dünya nüfusunu doyurmak, küresel ısınma ile birlikte azalan tarım alanları göz önüne alındığında oldukça zordur. Bu yüzden insan hayatının devamı için yetersiz kalan besin kaynaklarını veya verimliliğini artırmaya

yönelik çalışmalar artmakla birlikte beslenmenin dengeli olması gerekmektedir. Bu bağlamda hayvansal ve bitkisel gıdaların yeterli ve dengeli bir şekilde tüketilmesi önerilmektedir.

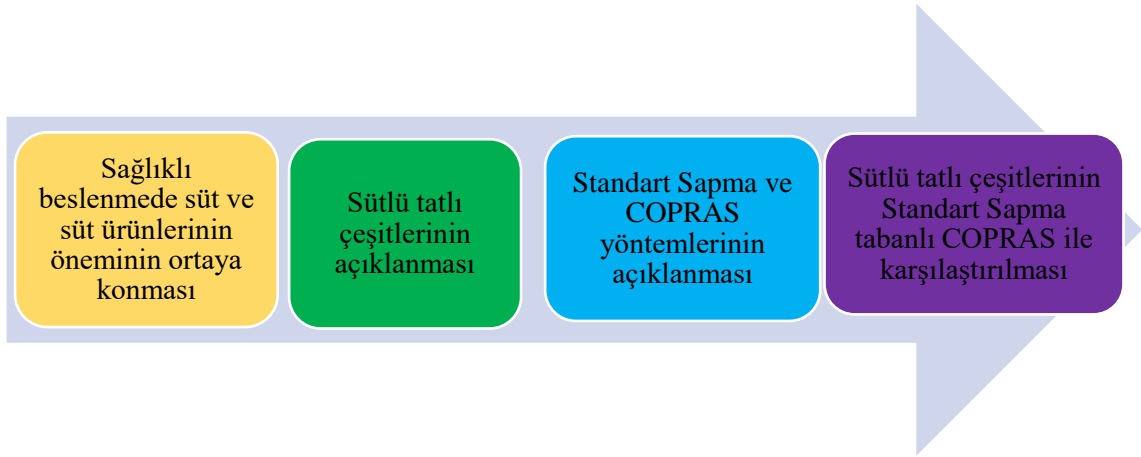
Birleşmiş Milletler Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün birlikte hazırladığı sağlıklı beslenme rehberine göre gıdalar altı ana grupta sınıflandırılmıştır. Bunlardan biri de süt ve süt ürünleridir. Sağlıklı bir beslenme için tüketim listesinde her gıda türünden yeterince miktarda yer alması gerekmektedir. Bu kapsamda gıdanın hangi besin ögesinden sağlandığının yanında enerji miktarı ve içerisinde bulunan şeker, doymuş yağ gibi maddeler ile bunlardan sağlanan enerjinin mutlaka dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadırlar (Değerli ve El, 2019).

Günümüzde beslenme kaynaklı özellikle obezite, diyabet, damar tıkanıklığı, kardiyovasküler rahatsızlıklar vb hastalıklarda artış yaşanmaktadır. Bu hastalıkların oluşumunun engellemesine yönelik çalışmalarda hayvansal ve bitkisel gıdaların dengeli alınması önerilmektedir. Ancak beslenmeden çok lezzeti için veya geçici olarak açlığı bastırmak için tüketilen atıştırmalıklar ve tatlıların sağlıklı beslenmeye olumsuz etkisi zaman zaman göz ardı edilmektedir. Atıştırmalıklar ve tatlılar bütün toplumların beslenmesinde önemli yer tutmasına rağmen uzmanlar bu ürünlerin yüksek kalorili fakat düşük besin ögesi içerdikleri için sağlıklı beslenmeye olan katkılarını olumsuz olduğunu belirtmektedir. Tatlı grubu içerisinde yer alan sütlü tatlılar ise eskiden evlerde veya tatlıcılarda yapıldığı gibi üretilmemekte, gıda endüstrisi tarafından aynı atıştırmalıklarda olduğu gibi yüksek kalorili, hazır paketlenmiş, içerisinde raf ömrünü uzatması amacıyla bol miktarda gıda katkı maddesi katılmış ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır. Süt ürünleri olarak raflarda yerini alan sütlü tatlı çeşitleri, gıda endüstrisindeki teknolojik gelişmeler ve toplumun değişen beslenme alışkanlıklarına paralel olarak gıda sanayinde üretilen market raflarında yer alan bir ticari ürün haline gelmiştir.

Sağlıklı ve dengeli beslenme içinde gıda maddelerinden süt ürünlerinin önemli bir yeri vardır. Süt ve süt ürünleri, vücudunun ihtiyaç duyduğu enerjinin bir kısmını sağlamanın yanında vücudun yapısı ve işlevleri için gerekli olan yaklaşık 85 farklı mineral, vitamin, enzim vb maddeyi içerisinde bulundurur (Karargözlü vd., 2005).

Literatürde sütlü tatlı çeşitleri ile ilgili; kefir dondurması üretiminde soya ürünlerinin kullanımı (Kesenkaş vd., 2013), sütlü gıdalarda probiyotik kullanımı (Bulca ve Ağalbay, 2020), sağlıklı beslenmede atıştırmalıkların yeri, (Değerli ve El, 2019), öğrencilerin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıkları (Yalçın ve Argun, 2017), gıda ürünlerindeki probiyotiklerin canlılıkları (Akan ve Kınık, 2015), keşkül üretiminde risk yönetimi (Onbaşı ve Cinar, 2021), çölyak hastaları için kazandibi (Şimşek vd., 2020), yağı azaltılmış sütlü tatlıların özellikleri

(Baysal ve Elmacı, 2020), süt ürünlerinde tatlandırıcıların kullanılması (Günaydı ve Ayar, 2021), vb çalışmalar yapıldığı görülmektedir. ÇKKV teknikleri hemen hemen karşımıza çıkan karar verme çalışmalarında şahıs, kurum veya kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır. Ancak, literatürde, peynir üretiminde kullanılan gıda katkı maddeleri ile (Abdulvahitoğlu ve Cengiz, 2022) ve içme suyu özelliklerinin ÇKKV ile analiz edilerek karşılaştırıldığı (Abdulvahitoğlu, 2023) alışmalar hariç ÇKKV yöntemlerin gıda sektöründe ürünlerin karşılaştırılması maksadıyla kullanıldığı herhangi bir çalışma tespit edilmemiştir. alışmalar daha çok Türk mutfağında süt ve süt ürünleri, sütlü tatlı eşitleri ve bunların içerikleri, sütlü tatlılarda yapay tatlandırıcı kullanımı, beslenme alışkanlıklarında süt ve süt ürünleri tüketimi vb konularla alakalıdır. Bu çalışmada ise sütlü tatlı eşitleri tüketicilerine bu ürünler arasından en uygun olanı seçmede yardımcı olacak bir karar modeli oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışmanın aşamaları aşağıda şekil 1'de gösterilmiştir.



şekil 1. Çalışmanın aşamaları

## 2. MATERYAL VE METOD

İnsanlar, yaşam kalitelerini artırmak, zihinsel ve fiziksel gelişimlerini sağlamak için yeterli ve dengeli bir şekilde beslenmek zorundadırlar. Bu faaliyetlerin sağlık bir şekilde devam edebilmesi için sürdürülebilir bir beslenme alışkanlığı ile makro (karbonhidrat, yağ ve protein) ve mikro (vitamin ve mineral) besin öğelerini en azından günlük gereksinimlerini karşılayacak düzeyde almaları gerekir (Değerli ve El, 2019). Bu besin öğelerini içeren süt ve süt ürünlerinin dengeli ve sağlıklı beslenmede önemli bir yeri vardır. Özellikle protein açısından zengin bir kaynak olan süt, içerdiği mineral ve vitaminler açısından da son derece faydalı bir gıdadır (Haug ve ark., 2007). Bu yüzden mevsimsel olarak değişen süt üretiminden dolayı her dönem yeterince süt ve süt ürününün raflarda hazır olması için gelişen üretim teknolojileri kullanılmaktadır. Artık evlerde veya tatlıcılarda üretilen sütlü tatlı eşitleri



bu gelişme de değişmeden nasibini almakta, paketlenmiş hazır gıda olarak market raflarında yer almaktadır.

Bu bağlamda sadece karnını doyurmak veya damak zevki için sütlü tatlı tüketenler, daha bilinci hareket etmek istemekte ancak ne yapacağını yeterince bilmemektedir. Bu nedenle bu çalışmada sütlü tatlı çeşitlerinin temel içerikleri nicel yöntemler ile ele alınarak yapılan objektif bir değerlendirme ile tüketicilere bir karar önerisi sunulmuştur. Bu maksatla ürünlerin içeriklerinin önem derecelerinin bulunması için standart sapma yöntemi, ürünlerin sıralanması için ise COPRAS yöntemi kullanılmıştır.

## 2.1. Sütlü Tatlı Çeşitleri

Sağlıklı ve dengeli beslenme olarak ifade edilen optimum beslenme için ülkelerin sağlık otoriteleri beslenme rehberleri hazırlamakta ve toplum sağlığını korumaya çalışmaktadır. Bu rehberlerdeki beş ortak prensip aşağıda liste halinde açıklanmıştır (Türkiye Beslenme Rehberi-TÜBER, 2016; Pérez-Escamilla, 2016).

- Diyet sadece gıdaların vücuda alınıp tüketilmesi ile değil toplumsal beslenme alışkanlıklarıyla da alakalıdır. Diyet tavsiyeleri bu alışkanlıklar göz önüne alınarak ve toplum sağlığını gözetecek şekilde hazırlanmalıdır.
- Toplum genelinde görülen beslenme kaynaklı rahatsızlıklara göre öneriler hazırlanmalı, örneğin toplum genelinde demir eksikliği söz konusu ise demir eksikliğini giderici gıdaların tüketilmesi tavsiye edilmelidir.
- Beslenme önerileri toplumun alışkanlıklarına, ülkenin gıda kaynaklarına ve toplumun maddi/sosyal durumuna uygun olarak hazırlanmalıdır. Yani rasyonel beslenme programları yapılmalıdır.
- Yapılacak beslenme önerileri farklı bilimsel kaynaklardan faydalı olduğu kanıtlanmış programlar ışığında hazırlanmalıdır.
- Beslenme önerilerinde yeterli ve sağlıklı gıdaya ulaşım ve tüketim temel alınmalıdır. Fazlasının da zararlı olduğu unutulmamalıdır.

Süt ve süt ürünleri içerdikleri kalsiyum benzeri mineraller ile de diğer gıdalara göre daha faydalı ve sağlıklı besinlerdir. Kemik ve dış sağlığı ile büyüme için kilit rol oynayan süt ve süt ürünleri bol miktarda protein içerirler (Yalçın ve Argun, 2017). Süt ürünleri içerisinde ekonomik, lezzetli ve sindirimi kolay olmaları nedeniyle sütlü tatlılar önemli yer tutar. Sütün içerisine şeker, un, kakao, kuru meyve parçaları vb malzemeler katılarak üretim tekniğine uygun olarak pişirilen ürünlere sütlü tatlı denir (TSE K 98, 2010). Sütlaç, kazandibi,

muhallebi, keşkül, hoşmerim, profiterol, supangle, tavukgöğsü gibi tatlılar gıda endüstrisinde üretilen ve market raflarında sıklıkla gördüğümüz sütlü tatlı çeşitleridir (Kadağan, 2015). Sütlü tatlı çeşitlerinin karşılaştırılmasına esas içerikler aşağıda başlıklar altında açıklanmıştır.

**Protein:** Dünya Sağlık Örgütü (WHO) günlük proteinin tüketiminin ortalama 0,66gr/kg olması gerektiğini belirtmektedir. Yani 50 kg gelen bir genç günlük ortalama 33gr protein almalıdır. Bu değer bazı ülkelerinin sağlık kurumlarına göre daha fazla olarak değişiklik gösterebilmektedir. Türkiye’de bu rakamı 1,04 gr/kg olarak belirlenmiştir (Değerli, 2020). Protein, vücudun çalışması, büyüme ve doku onarımı için zaruri gereksinim duyulan besin öğeleridir. Bu yüzden alınan gıdaların protein içeriğinin yüksek olması istenir.

**Tuzlar:** sütlü tatlıların içerisine çok az miktarda da olsa tuz katılmaktadır. Tansiyon, obezite, vb rahatsızlığı olanların sağlığı için tüketimi risk oluşturan tuzlar, fazla kullanılmaları durumunda kanserojen etki yapabildiğinden insanları tedirgin etmektedir. Bu yüzden gıdalarda tuz kullanımının en az seviyede olması beklenmektedir.

**Yağlar:** yağ kalori değeri yüksek bir temel gıda bileşenidir. Bu yüzden kilo kontrolü gibi sebeplerden dolayı yağ oranı iyice azaltılmış hatta sıfır yağlı ürünlere talep artmaktadır. Gıdalarda yağın azaltılması ve gıdada bu yüzden meydana gelecek istenmeyen tat ve görünüm değişiklikleri önlemek için ikame maddeler kullanılmaya çalışılmaktadır. Bu husus hem tüketicilerin beğenisini olumsuz etkilemekte hem de gıda katkı maddeleri kaynaklı diğer sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Baysal ve Elmacı, 2020). Bu yüzden gıdalarının mümkünse içeriği değiştirilmeden yağ oranını daha az olanının tüketilmesi daha sağlıklı bir tercih olarak görülmektedir.

**Şeker:** ürünlerin içeriklerinde yağ ve şeker miktarının artması, insanların fiziksel aktivitelerinin azalması ile birlikte düşünüldüğünde başta obezite olmak üzere birçok sağlık problemini yanında getirmektedir. Bu yüzden yapay tatlandırıcı kullanılarak üretilmiş düşük kalorili besinler her geçen gün daha fazla tercih edilmektedir. Ancak şeker yerine kullanılan bu doğal veya yapay tatlandırıcıların herhangi bir besleyici özelliği bulunmamaktadır. Sütlü tatlılar içerisinde önemli miktarda şeker içermekte ve toplum tarafından tüketimi oldukça fazladır. Şeker bu ürünlere lezzet katarken, tekstürü ile birlikte gıdanın rengini de etkilemekte birçok gıdada kararmayı yani renk bozulmasını engellemektedir (Günaydı ve Ayar, 2021). Bu özelliklerinden dolayı gıdalarda şeker oranının az olması tercih sebebi olmaktadır.

**Doymuş Yağ:** Doymuş yağlar tamamen hidrojen atomlarıyla kaplıdır ve fazla tüketilmesi kanda LDL kolesterol değerinin artmasına, dolayısıyla kalp hastalıkları riskinin artmasına

neden olmaktadır. Doymuş yağlar her türlü hazır gıda ürünlerinde bol miktarda bulunmaktadır. Oda sıcaklığında bile katı fazla bulunan donmuş yağların vücut tarafından yakılması zordur (Sencard, 2023). Bu yüzden az gıdalar içerisinde asgari seviyede olması istenir.

**Karbonhidrat:** Vücutta birçok fonksiyonel görevi olan karbonhidratların kaslara enerji üretimine, sindirim sağlığına kadar vücutta birçok işlevi vardır. Kısaca vücuda enerji sağlayan, fazla enerjinin depolanmasını sağlayan, sindirim sağlığını katkı veren ve bazı durumlarda lifli ürünlerin tüketimi gibi şeker ve diyabet ile mücadeleye katkı sağlayan bir temel besin bileşenidir (Medicalpark, 2023). Ancak sütlü tatlı çeşitlerinde bol miktarda kullanıldığı için ürün içerisindeki oranının az olması istenmektedir.

## 2.2. Standart Sapma Yöntemi

İncelenen konuya ait sayısal verilerin mevcut olduğu durumlarda tek kişinin kolay ve hızlı bir şekilde kullanabileceği, uygulaması kolay bir yöntemdir. Bu yöntem dört adımda uygulanmaktadır. Bu adımlar (Diakoulaki vd. 1995; Jahan vd, 2012; Abdulvahitoğlu ve Ertaş, 2023);

**1. Adım: Karar matrisinin oluşturulması:**  $x_{ij}$  değerlerinden oluşturulan X başlangıç matrisi formül (1) ile gösterilmiştir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \ddots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

**2. Adım: Karar matrisinin normalize edilmesi:** X başlangıç matrisi formül (2) kullanılarak normalize edilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2)$$

**3. Adım: Standart sapma değerlerinin bulunması:** Normalize edilmiş matriste (3) numaralı formül kullanılarak her bir faktörün standart sapması hesaplanır.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_{ij})^2}{m}} \quad (3)$$

**4. Adım: Ağırlıkların Bulunması:** hesaplanan standart sapma değerleri formül (4) ile tüm kriterlerin standart sapma değerlerinin toplamına bölünerek kriterlerin ağırlıkları bulunur.

$$w_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{i=1}^n \sigma_j} \quad (4)$$

### 2.3. COPRAS (Karmaşık Orantılı Değerlendirme) Yöntemi

İngilizcesi Complex Proportional Assesment olan COPRAS yöntemini Zavadskas ve Kaklauskas, 1996'da geliştirmiştir. Probleme ait kriterlerin yönleri fayda ve maliyet olmasına göre ayrı ayrı formüller kullanarak seçenekleri değerlendirmek için kullanılır. Uygulaması basit ve kolay olması nedeniyle diğer ÇKKV yöntemlerine göre son zamanlarda sıklıkla tercih edilmektedir (Abdulvahitoğlu ve Abdulvahitoğlu, 2023). COPRAS yöntemi (6) adımda uygulanır. Bu adımlar (Abdulvahitoğlu ve Abdulvahitoğlu, 2023; Hezer vd., 2021; Hezam vd., 2023);

**1. Adım: Karar matrisinin oluşturulması:** formül (5) ile karar matrisi oluşturulur. Bu matriste seçenekler  $m$  ile faktörler ise,  $n$  ile belirtilmektedir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \ddots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

**2. Adım: matrisin normalize edilmesi:**  $X$  karar matrisi formül (6) ile normalize edilir.

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (6)$$

**3. Adım: normalize matrisin ağırlıklandırılması:** normalize matris formül (7) ile standart sapma yöntemiyle elde edilen ağırlıklar kullanılarak yapılır.

$$r_{ij} = x_{ij}^* w_j \quad (7)$$

**4. Adım: kriter değerlerinin toplamının hesaplanması:** formül (8) ile fayda yönlü kriterler formül (9) maliyet yönlü kriterler hesaplanır.

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^k r_{ij} \quad (8)$$

$$S_i^- = \sum_{j=k+1}^n r_{ij} \quad (9)$$

**5. adım: seçeneklerin göreceli ağırlıklarının bulunması:** formül (10) ile seçeneklerin göreceli performans ağırlıkları hesaplanır.

$$Q_i = S_i^+ + \frac{\sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- \sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{S_i^-}\right)} \quad (10)$$

**6. adım: seçeneklerin performans indeksinin hesaplanması:** formül (11) ile her bir seçeneğin performans indeksleri bulunur ve seçenekler büyükten küçüğe doğru sıralanır.

$$P_i = \left( \frac{Q_i}{Q_{max}} \right) * 100 \quad (11)$$

### 3. STANDART SAPMA TABANLI COPRAS YÖNTEMİ İLE PAKETLENMİŞ GIDA ÜRÜNLERİNDEN SÜTLÜ TATLI ÇEŞİTLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tüketicilerin tercihinde etkili olacak hazır paketlenmiş sütlü tatlı çeşitlerinin içerikleri aşağıda Çizelge 1.'de belirtilmiştir.

**Çizelge 1.** Sütlü tatlı çeşitlerinin içerikleri

Ürün	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Şeker gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Sakızlı muhallebi	125	2,2	4	2,2	20	17,5	0,2	130
Tavukgöğsü	126	2,5	4	2,2	20	17,5	0,3	130
Sütlaç	125	2,2	4	2,2	20	17,5	0,3	130
Supangle	145	2,8	5,5	3	21	18	0,2	130
Çikolatalı sütlü tatlı	115	3	3,4	2,2	18	16	0,15	156
Profiterol	172	3,4	7,8	4,3	22	17	0,2	195
Kazandibi	126	2,5	4	2,2	20	17,5	0,3	130

Sütlü tatlı içeriklerinin belirtildiği başlangıç matrisi oluşturulduktan sonra (2) numaralı formül kullanılarak bu matris normalize edilir. Normalize edilmiş matris Çizelge 2.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.** Normalize edilmiş matris

Ürün	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Şeker gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Sakızlı muhallebi	0,351	0,309	0,31	0,31	0,3747	27,2475	0,3114	0,3392
Tavukgöğsü	0,3538	0,352	0,31	0,31	0,3747	27,2475	0,4671	0,3392
Sütlaç	0,351	0,309	0,31	0,31	0,3747	27,2475	0,4671	0,3392
Supangle	0,4071	0,394	0,426	0,42	0,3934	28,0260	0,3114	0,3392
Çikolatalı sütlü tatlı	0,3229	0,422	0,263	0,31	0,3372	24,9120	0,2335	0,4071
Profiterol	0,483	0,478	0,604	0,6	0,4122	26,4690	0,3114	0,5088
Kazandibi	0,3538	0,352	0,31	0,31	0,3747	27,247	0,467	0,339

Matris normalize edildikten sonra formül (3) ile kriterlerin standart sapma değerleri, formül (4) ile de kriter ağırlıkları hesaplanır. Sonuçlar Çizelge 3. ve Çizelge 4.'te gösterilmiştir.

**Çizelge 3.** Kriterlerin standart sapma değerleri

Kriter	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Şeker gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Standart Sapma	0,0499	0,057	0,109	0,1	0,0211	0,9171	0,09	0,06

**Çizelge 4.** Kriterlerin ağırlıkları

Kriter	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Şeker gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Ağırlık	0,0499	0,057	0,109	0,1	0,0211	0,9171	0,09	0,06

Standart sapma yöntemi ile kriter ağırlıkları bulunduğundan sonra COPRAS yöntemi ile seçeneklerin sıralanması yapılır. Aynı standart sapma yönteminde olduğu gibi öncelikle bir başlangıç matrisi oluşturulur. Sonra normalize edilen bu matris Çizelge 5.'te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.** COPRAS yöntemiyle normalize edilmiş matris

Ürün	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Şeker gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Sakızlı muhallebi	0,13383	0,1183	0,122324	0,1202	0,142	0,145	0,1212	0,1299
Tavukgöğsü	0,1349	0,1344	0,122324	0,1202	0,142	0,145	0,1818	0,1299
Sütlaç	0,13383	0,1183	0,122324	0,1202	0,142	0,145	0,1818	0,1299
Supangle	0,15525	0,1505	0,168196	0,1639	0,149	0,149	0,1212	0,1299
Çikolatalı sütlü tatlı	0,12313	0,1613	0,103976	0,1202	0,128	0,132	0,0909	0,1558
Profiterol	0,18415	0,1828	0,238532	0,235	0,156	0,14	0,1212	0,1948
Kazandibi	0,1349	0,1344	0,122324	0,1202	0,142	0,145	0,1818	0,1299

Çizelge 5.'teki matris Çizelge 4.'te belirtilen ağırlıklar ile çarpılarak Çizelge 6.'da gösterilen ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir.



**Çizelge 6.** Ağırlıklandırılmış normalize matris

Ürün	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Şeker gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Sakızlı muhallebi	0,00475	0,0048	0,009481	0,0088	0,029	0,094	0,0078	0,0055
Tavukgöğsü	0,00478	0,0055	0,009481	0,0088	0,029	0,094	0,0117	0,0055
Sütlaç	0,00475	0,0048	0,009481	0,0088	0,029	0,094	0,0117	0,0055
Supangle	0,00551	0,0061	0,013037	0,012	0,03	0,097	0,0078	0,0055
Çikolatalı sütlü tatlı	0,00437	0,0065	0,008059	0,0088	0,026	0,086	0,0058	0,0067
Profiterol	0,00653	0,0074	0,018489	0,0172	0,032	0,092	0,0078	0,0083
Kazandibi	0,00478	0,0055	0,009481	0,0088	0,029	0,094	0,0117	0,0055

Bir sonraki adımda sekiz numaralı formül ile fayda yönlü, dokuz numaralı formül ile maliyet yönlü kriterler toplanır. On numaralı formül ile  $Q_i$  on bir numaralı formül ile de  $P_i$  performans ölçütleri hesaplanarak seçeneklerin büyükten küçüğe doğru sıralaması yapılır. Bu işlemlerin sonuçları Çizelge 7.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 7.** COPRAS sonuç matrisi

Ürün	$S_i^+$	$S_i^-$	$\frac{1}{S_i^-}$	$Q_i$	$P_i$	$\frac{P_i^*}{100}$	Sıralama a
Sakızlı muhallebi	0,0095	0,1548	6,4601	0,1724	0,9122	91	2
Tavukgöğsü	0,0102	0,1587	6,3017	0,1691	0,8948	90	3
Sütlaç	0,0095	0,1587	6,3017	0,1684	0,8911	89	5
Supangle	0,0116	0,1657	6,0352	0,1637	0,8665	87	6
Çikolatalı sütlü tatlı	0,0109	0,1416	7,0638	0,1889	1,0000	100	1
Profiterol	0,0140	0,1752	5,7081	0,1578	0,8352	84	7
Kazandibi	0,0102	0,1587	6,3017	0,1691	0,8948	90	3
TOPLAM		1,1133	44,1724				

Yapılan hesaplamalar sonucunda sütlü tatlı çeşitleri sırasıyla çikolatalı sütlü tatlı, sakızlı muhallebi ve tavukgöğsü şeklinde sıralanarak devam ettiği görülmektedir. Bu hesaplamalar sadece sütlü tatlı çeşitlerinin paketleri üzerinde bulunan ortak bilgiler ve Microsoft Excel programı kullanılarak yapılmıştır.

## SONUÇ

Gıda endüstrisinde gelişmiş teknolojiler kullanılarak üretilen sütlü tatlı çeşitleri değişik katkı maddeleri kullanılarak imal edilmekte ve tüketicilerin beğenisine sunulmaktadır. Ancak tüketicilerin ürün içerikleri ve ürünlerde kullanılan gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması, ürün içeriklerinin tüketicilerin anlayabileceği şekilde ifade edilmiyor olması vb sebepler bilinçli tüketim ve sağlıklı beslenmeyi olumsuz etkilemektedir. Yani

tüketiciler ürün etiketlerini kullanarak bir değerlendirme yapamamakta dolayısıyla bilinçli tüketim yapamamaktadır.

Bu çalışmada ele alınan sütlü tatlı çeşitleri içerdikleri besin öğeleri açısından bazı hastalıklara neden olsa da damak lezzetimizin vazgeçilmez gıdalarındandır. Bu çalışmada tüm tüketicilerin anlayacağı şekilde ürün etiketinde bulunan temel besin içerikleri ele alınarak bir karşılaştırma yapılmıştır ve sırasıyla çikolatalı sütlü tatlı, sakızlı muhallebi ve tavukgöğsü gıda performans değeri en yüksek üç hazır paketlenmiş sütlü tatlı çeşidi olarak karşımıza çıkmıştır. Hesaplamalar aynı kalite ve marka değerine sahip ürünlerin özellikleri ve fiyatları göz önüne alınarak yapılmıştır. Bu çalışma ürün içeriğinde bulunan gıda katkı maddeleri ve besin değerlerinin tamamının eksiksiz belirtildiği ürün etiketleri olması durumunda aynı kalite segmentte tüketicilere sunulan diğer sütlü tatlı çeşitleri de hesaba katılarak tekrar yapılabilir. Hatta bu karşılaştırmalar değişik ÇKKV yöntemleri ile yapılarak elde edilen sonuçların duyarlılık analizi yapılabilir.

## KAYNAKÇA

- Abdulvahitoğlu, A. ve Cengiz, N. (2022). Peynir Üretiminde Kullanılan Gıda Katkı Maddelerinin SWARA Yöntemi ile Değerlendirilmesi. 1st International Conference on Scientific and Academic Research, December 10-13, 2022, Konya, Türkiye.
- Abdulvahitoğlu, A. (2023). Drinking Water Safety and Comparison of Drinking Water Characteristics with Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods. I-CRAFT 3rd International Conference on Research of Agriculture and Food Technologies. 2023 October 04-06 Adana, Türkiye.
- Abdulvahitoğlu, A. ve Ertaş, K.B. (2023). Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Kapsamında Uygulanan Cezai İşlemlerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi: Uluslararası Bir Karşılaştırma. Isarch 2. Uluslararası Uludağ Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 04-05 Kasım 2023, Bursa, Türkiye.
- Abdulvahitoğlu, A. ve Abdulvahitoğlu, A. (2023). Standart Sapma Tabanlı COPRAS Yöntemi İle Akıllı Cep Telefonu Seçimi. ISARC 6. International Hasankeyf Scientific Research and Innovation Congress, 18-19 November 2023, Batman, Türkiye.
- Akan, E. ve Kınık, Ö., (2015). Gıda Üretimi ve Depolanması Sırasında Probiyotiklerin Canlılıklarını Etkileyen Faktörler. CBÜ Fen Bil. Dergi., 11(2),155-166.
- Baysal, M. ve Elmacı, Y., (2020). Yağ İçeriği Azaltılmış Sütlü Tatlılarda Aroma Salınımı ve Reolojik Özelliklerin İncelenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(6): 1331-1340.
- Değerli, C. ve El, S.N. (2019). Optimum beslenmede sağlıklı atıştırmalıkların yeri. GIDA 44(6), 988-999.
- Değerli, C. (2020). 3 Boyutlu (3D) Yazıcı Teknolojisinde Et Ürünleri Üretimi. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8(5): 1018-1026.
- Günaydın, Z.E. ve Ayar, A., (2021). Süt ve Ürünlerinde Tatlandırıcıların Kullanımı. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(3): 476-483.
- Haug, A., Høstmark, A.T. ve Harstad, O.M. (2007). Bovine milk in human nutrition—a review. Lipids in Health and Disease, 6(1),1-16.
- Kadağan, S., (2015). Sütlaç, keşkül ve kazandibi üretiminde hidrokoloid kullanımı, Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi ve Gıda Mühendisliği.
- Karagözlü N., Karagözlü C., Karaca S. ve Eren S. (2005). Üniversite Öğrencilerinde Süt ve Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları ve Beslenme Bilinçleri Üzerine Bir Araştırma: Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Örneği, Celal Bayar Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, 1 (2): 101-108.

- Kesenkaş, H., Akbulut, N., Yerlikaya, O., Akpınar, A. ve Acu, M., (2013). Kefir Dondurması Üretiminde Soya Sütünün Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,50 (1),1-12.
- Medicalpark, (2023). Karbonhidrat Nedir? Karbonhidrat İçeren Besinler Hangileridir? <https://www.medicalpark.com.tr>. Erişim Tarihi: 25 Kasım 2023.
- Onbaşı, E. ve Cinar, A., (2021). Keşkül Üretiminde HACCP Sisteminin Uygulanması. Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg., 36(1), 41-58.
- Sencard, (2023). Sağlıklı ve Zararlı Yağlar. <https://www.sencard.com.tr/sen-programi/sen/saglikli-beslenme> Erişim Tarihi: 25 Kasım 2023.
- Song Q, Chen Y, Zhao L, Ouyang H, ve Song J. (2019). Monitoring of sausage products sold in Sichuan Province, China: A first comprehensive report on meat species' authenticity determination. Sci Rep. 9(1),19074-19082.
- Şimşek, A., Güleç, E., ve Usta, S., (2020), Gastronomik Ürün Çeşitlendirme Kapsamında Veganlar ve Çölyak Hastaları İçin Ürün Geliştirme: Kazandibi. Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi, 5(1),51-59.
- TSE K 98, 2010. Tüketime Dayalı Hazır Sütlü Tatlılar Standardı.
- Yalçın, M. ve Argun, M.Ş., (2017). Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Öğrencilerinin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları ve Etkileyen Faktörler. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 6(1),51-60.

## GIDA SEKTÖRÜNDE ÇKKV UYGULAMALARI: KIRMIZI ET ÜRÜNLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

**Dr. Adnan ABDULVAHİTOĞLU**

Gendarmerie and Coast Guard Academy, School of Law Enforcement, Head of Operations  
Management Department, Beytepe-Çankaya/Ankara

**ORCID ID:** 0000-0002-2659-6709

**Dr. Nurten CENGİZ**

Department of Food Engineering / Adana Alparslan TÜRKES Science and Technology University  
Sarıçam /Adana,

**ORCID ID:** 0000-0002-6640-4927

### ÖZET

Beslenme ve gıda maddeleri, insan hayatının en temel ve vazgeçilmez ihtiyaçlarından biridir. Son yıllarda yaşanan teknolojik değişim ve gelişmeler, gıda sektörünü derinden etkileyerek ürün çeşitliliğinde büyük bir artışa neden olmuştur. Gıda endüstrisi içinde, et ve et ürünleri sektörü, insan beslenmesinde taşıdığı kritik rolle daima öne çıkmıştır. Türkiye'de, salam, sosis, sucuk, kavurma ve pastırma gibi çeşitli ürünler aracılığıyla kırmızı et ve ürünleri tüketicilere sunulmaktadır. Ancak, sağlıklı beslenme konusundaki bilinçlenmeyle birlikte, özellikle paketlenmiş hazır gıda ürünleriyle ilişkilendirilen kırmızı et ürünlerine dair olumsuz bir algı oluşmuştur. Tüketiciler, daha sağlıklı, güvenli ve nitelikli gıda tercih etme eğilimindedirler. Sağlıklı gıda algıları zaman içinde değişmekte, bazı ürünlerin sağlığa zararlı olduğu yönündeki yanlış algılar da benzer şekilde evrim geçirmektedir. Örneğin, geçmişte zeytinyağı yerine margarinin tercih edilmesiyle ilgili oluşturulan pazarlama maksatlı algı, günümüzde zeytinyağının sağlıklı bir tercih olarak değerlendirilmesine dönüşmüştür. Tüketiciler artık bilinçli bir tüketim istemekte ve ürün etiketlerinden ürün içeriği hakkında daha fazla bilgi edinmeyi amaçlamaktadırlar. Ancak, ürün etiketleri genellikle yetersiz anlaşılması zor bilgiler içermektedir. Bu noktada, kırmızı et ve ürünlerinin, esansiyel besin içeriği bakımından önemli olduğu unutulmamalıdır. Tüketiciler, sağlıklı, kaliteli ve güvenli gıda beklentisi içinde oldukları gibi, ekonomik olarak da uygun fiyatlı ürün satın almayı beklemektedirler. Bu çalışmada, hayatın birçok alanında kullanılan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden Standart Sapma Tabanlı COPRAS yöntemi kullanılarak, tüketicilere kırmızı et ve ürünleri arasında basit bir karşılaştırma yapma imkanı sunan bir karar modeli önerilmiştir. Bu model, tüketicilere en az zararlı ve besin değeri en yüksek ürünü seçmelerinde rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sağlıklı beslenme, Kırmızı et ve ürünleri, ÇKKV, Standart sapma, COPRAS.

## MCDM APPLICATIONS IN THE FOOD INDUSTRY: A STUDY ON RED MEAT PRODUCTS

### ABSTRACT

Nutrition and foodstuffs constitute one of the most fundamental and essential needs in human life. Recent technological changes and developments have significantly impacted the food industry, leading to a substantial increase in product diversity. Within the food industry, the meat and meat products sector has consistently played a critical role in human nutrition. In Türkiye, red meat and its derivatives, such as salami, sausage, sujuk, roasted meat, and pastrami, are presented to consumers through various products. Nevertheless, an adverse perception has emerged regarding red meat products, particularly those associated with packaged ready-made food items, due to the growing awareness of healthy nutrition. Consumers increasingly prefer healthier, safer, and higher-quality food options. The perception of healthy food has evolved over time, and past misperceptions, such as the marketing-driven notion of choosing margarine over olive oil, have transformed into considering olive oil as a healthy choice. Consumers now seek conscious consumption and aim to gain more information about product content from labels. Unfortunately, product labels often provide insufficient and challenging-to-understand information. It is crucial not to overlook the significance of red meat and its products in terms of essential nutritional content. Consumers expect not only healthy, high-quality, and safe food but also economically affordable products. In this study, a decision model utilizing the Standard Deviation Based COPRAS method, a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) technique widely applied in various life domains, is proposed. The objective of this model is to assist consumers in making informed choices by comparing red meat and its products, guiding them towards selecting products with the least harm and the highest nutritional value..

**Keywords:** Healthy nutrition, Red meat and its products, MCDM, Standard deviation, COPRAS

### 1. GİRİŞ

İnsanlığın varoluşundan bu yana hayatının sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için en önemli konu beslenme olmuştur. Küresel ısınma, çölleşme, hızlı nüfus artışı vb sorunlar besin kaynaklarının nicel olarak artsa bile artan nüfusun sağlıklı olarak beslenebilmesi için yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu yüzden beslenmenin dengeli ve sağlıklı bir şekilde olmasının gerekliliği ön plana çıkmaktadır. İnsan vücudunun hayati fonksiyonlarını yerine getirmesi için gerekli olan bitkisel ve hayvansal gıdaların dengeli olarak alınması gerekmektedir.

Günümüzde her geçen gün yeni hastalıklar çıkmakta, Covid-19, Domuz/Kuş gribi gibi salgınlar sonucu yaşanan kapanma ve gıda maddelerinin temininde yaşanan sıkıntılar insanları gıda güvenliği konusunda tedirgin etmektedir. Bu yüzden gıda güvenliği kapsamında kaliteli ve güvenli gıda temini ve sürdürülebilirliği konusunda endişe artmakta, sağlıklı beslenme konusunda ise daha hassas davranılmaktadır ( Ha vd., 2019). Yaşanan endişe en çokta kırmızı et ve ürünlerinin tedarikinde yaşanmaktadır. Çünkü hayati fonksiyonlar için ihtiyaç duyulan en temel besin maddesi olan proteinler daha çok kırmızı et ve ürünleri vasıtasıyla alınmaktadır. Ancak artan pahalılık, yanlış hayvancılık politikaları vb sebeplerden dolayı Türkiye’de,normal zamanlarda bile kişi başına tüketilen proteinin kaynağını hayvansal gıdadan çok bitkisel gıdalar oluşturmaktadır (Tosun ve Demirbaş, 2021). Bu bağlamda Türkiye’de;

- Yeterli, kaliteli ve dengeli beslenmenin sağlanması, imkanların artırılması,
- Gelecek nesillerin ihtiyacını da karşılayacak şekilde kırmızı et ve ürünlerinin artırılmasına yönelik tedbirlerin alınması,
- Kişi başına düşen kırmızı et tüketiminin artırılması ve bu amaca yönelik hükümet politikalarının oluşturulması ihtiyacı zaruretin ötesine geçmektedir.

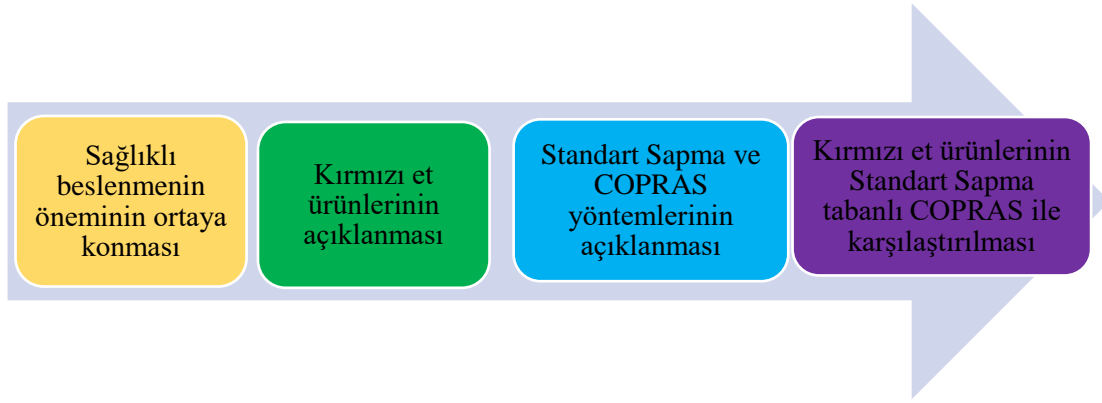
Artan dünya nüfusunun ihtiyacını karşılamakta zorlanan gıda endüstrisinde önemli teknolojik gelişmeler yaşanmış endüstriyel çalışmalar ile et ve et ürünlerinin maliyeti düşürülürken miktarların artması sağlanmıştır. Ancak bu taşışlı ürünler değişik hastalıklara neden olabilmesi nedeniyle tüketicilerde derin endişeye sebep olmaktadır (Song vd., 2019).

Kırmızı et, yumurta, beyaz et, balıketi vb hayvansal gıdalar arasında en önemli protein kaynaklarından biridir. Protein bitkisel kaynaklardan da temin edilebilmesine rağmen et proteinin biyolojik yapısındaki farklılık, içerdiği bazı vitamin ve minerallerden dolayı insan sağlığı açısından mutlaka tüketilmesi gereken hayati gıdalardan biri olmasına neden olmaktadır (Özlü ve Ercoşkun, 2021). Köfte, salam, sucuk, kavurma, pastırma, sosis, jambon Türkiye’de sevilerek tüketilen kırmızı et ürünlerinin başlıcalarıdır.

Literatürde kırmızı et ürünleri ile ilgili olarak; Kırmızı et ürünleri üretiminde kullanılan bitkisel ürünlerin incelenmesi (Tombak vd., 2021), et ürünlerinin histolojik muayenesi (Ayaz vd., 2012), 3D yazıcı teknolojisinde et ürünleri üretimi (Değerli, 2020), tüketicilerin et ve et ürünleri satın alma tercihleri (Kadanalı vd., 2014), et ve et ürünlerinin fonksiyonelliğinin artırılması (Denktaş, 2017), et ve et ürünlerinin tekstürel özellikleri (Erdemir ve Karaoğlu, 2020), fermente et ürünleri üretiminde probiyotiklerin kullanımı (Palamutoğlu ve Kasnak, 2014). kurutulmuş et ürünleri (Temelli, 2011) vb çalışmalar yapıldığı görülmektedir. ÇKKV



yöntemleri günlük hayatta karşılaşılan hemen hemen her türlü karar verme sürecinde şahıs, kurum veya kuruluşlar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, literatürde, Peynir üretiminde kullanılan gıda katkı maddelerinin ÇKKV yönetimleri ile değerlendirildiği (Abdulvahitoğlu ve Cengiz, 2022) ve içme suyu özelliklerinin ÇKKV ile analiz edilerek karşılaştırıldığı (Abdulvahitoğlu, 2023) çalışmalar hariç ÇKKV yöntemlerin gıda sektöründe ürünlerin karşılaştırılması maksadıyla kullanıldığı herhangi bir çalışma tespit edilmemiştir. Çalışmalar daha çok kırmızı et ve et ürünlerinin içeriği, tüketici tercihleri, sağlıklı beslenme vb konularla alakalıdır. Bu çalışmada ise kırmızı et ürünleri tüketicilerine bu ürünler arasından en uygun olanı seçmede yardımcı olacak bir karar modeli oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışmanın aşamaları aşağıda Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın aşamaları

## 2. MATERYAL VE METOD

Kırmızı et ürünleri beslenme açısından taşıdığı yüksek öneme rağmen, yapıları ve içerisindeki katkı maddelerinden dolayı başta kanser ve kardiyovasküler hastalıklardan dolayı özellikle ilerleyen yaşlarda tüketilme eğiliminin azalmasına neden olmaktadır. Bu yüzden tüketiciler bu ürünlerin etiketlerinde yazan içeriklerine bakmakta örneğin ısıtılmış sucuk yerine fermente sucuk ürünlerini tercih etmek gibi eğilimler göstermektedirler. Ancak gerek tüketicilerin gıdalar hakkında bilgi seviyesi gerekse bu gıdalarında yazan etiketlerin içerik yetersizliği, açıklamaların çok küçük yazılmasından dolayı okunamaması ve teknik bilgiler içermesinden dolayı tüketiciler bilinçsiz olarak hareket etmekte, kulaktan duyma haberlerle tercihlerini yönlendirmektedirler.

Bu bağlamda işletmelerden ürünlerinin kalitesini artırması yönünde taleplerde artış olmuştur. Eskiden sadece karınlarını doyurmak isteyen tüketiciler daha bilinci hareket etmek istemekte ancak ne yapacağını yeterince bilmemektedir. Sadece besleyiciliği daha yüksek, sağlıklı ve güvenli gıda taleplerini dile getirmekte ancak bu hususu nasıl anlayacaklarını

bilmemektedirler (Ergezer vd., 2016). Bu yüzden bu çalışmada kırmızı et ürünlerinin temel içerikleri nicel yöntemler ile ele alınarak yapılan objektif bir değerlendirme ile tüketicilere bir karar önerisi sunulmuştur. Bu maksatla ürünlerin içeriklerinin önem derecelerinin bulunması için standart sapma yöntemi, ürünlerin sıralanması içinde COPRAS yöntemi kullanılmıştır.

## 2.1. Kırmızı Et Ürünleri

Protein, vitamin ve mineraller ile lezzetleri açısından zengin gıdalar olan kırmızı et ürünleri, içerdikleri sodyum (tuz) türevleri, doymuş yağ ve gıda katkı maddelerinden dolayı tüketimlerinde tereddütler yaşanmakta, bu maddelerin sağlığa önemli seviyede olumsuz etkileri olduğu söylemleri her geçen gün daha fazla artmaktadır (Kaynakçı ve Kılıç, 2009). Kırmızı et ürünlerinin temel içerikleri aşağıda ana başlıklar altında açıklanmıştır.

**Protein:** Dünya Sağlık Örgütü (WHO) vücudun temel işlevleri için gerekli olan proteini günlük ortalama 0,66gr/kg olarak belirtmektedir. Yani ortalama 75 kg gelen yetişkin bir insanın yaklaşık 50gr protein alması gerekmektedir. Bu miktar ülkelerinin sağlık otoritelerine göre değişmekte genellikle daha fazla olarak belirlenmektedir. Sağlık Bakanlığı Türkiye için bu rakamı 1,04 gr/kg olarak belirlemiştir (Değerli, 2020). Kırmızı et ürünleri içerdikleri besin çeşitleri açısından diğer gıdalara göre protein oranı ve kalitesi yüksektir. Bu yüzden işlenmiş et ürünlerinde protein miktarının fazla olması beklenir. Az ise et işleme tabii tutulmuş ve kalitesi düşmüş olarak kabul edilebilir.

**Tuzlar:** et ürünlerinin için bol miktarda sodyum ve türevleri katılmaktadır. Tuzun fazlası zararlı olduğu gibi türevlerinin yan etkileri daha da fazladır. Çünkü et ürünlerine talep arttığı için et ürünlerinin raf ömürlerinin artırılmasına çalışılmakta, bu maksatla da nitrat, nitrit gibi tuzlar sıklıkla ve bol miktarda kullanılmaktadır. Özellikle obezite, tansiyon vb rahatsızlığı olanlar için daha fazla risk oluşturmakta, fazla kullanımı kanserojen etki yapabileceği için insanları tedirgin etmektedir. Bu yüzden tuz miktarının az olması istenmektedir.

**Yağlar:** yağ kalori değeri yüksek bir temel gıda bileşenidir. Et ve et ürünlerinin lezzetine ve yapısına olumlu katkıları vardır. Et üzerindeki yağın azaltılması ürünün enerji değerinin düşmesine katkı sağlarken ürünün yavan ve kuru bir yapıya dönüşmesine neden olarak ürünün lezzetini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu yüzden belirli bir oranın altında olması istenen yağın yokluğunda neden olacak olumsuz etkiler ilave katkı maddeleri ile ortadan kaldırılmak istenir. Kısaca et ve et ürünlerinin ne tamamen yağsız olması ne de diyet yemeklerden dolayı fazla yağlı olması istenir (Ertaş, 1997).

Sucuk, salam ve sosis yüksek yağ oranı içerdiği için diyet uygulayanlar ve rahatsızlığı olanlar için istenmemekte, bu husus ta et ürünleri tüketimini olumsuz yönde etkilemektedir. Et ürünlerine karşı oluşan bu olumsuz algının değiştirilmesi için gıda endüstrisi et ürünlerindeki özellikle doymuş yağ oranlarını azaltmak için çalışmaktadırlar (Ekici ve Ercoşkun, 2007). Sonuç olarak kültürümüzde bol tüketilen bir ürün olarak yer alan yağlı et ürünleri ve sakatatlar aşırı miktarda kolesterol alınmasına da neden oldukları için kalp hastalıkları için risk oluşturduğundan et ve et ürünlerinin az yağlı olması istenir, (Özünü vd, 2019).

**Doymuş Yağ:** Doymuş yağlar tamamen hidrojen atomlarıyla kaplıdır ve fazla tüketilmesi kanda LDL kolesterol oranını ve kalp hastalıkları riskini önemli ölçüde artırmaktadır. Doymuş yağ et ürünleri, süt ürünleri ve marketlerde satılan kek, bisküvi gibi neredeyse tüm hazır tatlı ve tuzlu mamullerde bol miktarda bulunur. Oda sıcaklığında katı halde bulunan donmuş yağların vücut tarafından yakılması zordur (Sencard, 2023). Bu yüzden ürünlerin içerisinde asgari seviyede olması istenir.

**Karbonhidrat:** Vücutta birçok fonksiyonel görevi olan karbonhidratların kaslara enerji üretimine, sindirim sağlığına kadar vücutta birçok işlevi vardır. Kısaca vücuda enerji sağlayan, fazla enerjinin depolanmasını sağlayan, sindirim sağlığını katkı veren ve bazı durumlarda lifli ürünlerin tüketimi gibi şeker ve diyabet ile mücadeleye katkı sağlayan bir temel besin bileşenidir (Medicalpark, 2023). Ancak et ürünleri içerisinde daha çok et hamurlarının emülsiyon kapasitesini artırmak için bir nevi katkı maddesi olarak buğday unu, soya unu, mısır nişastası vb türevler kullanıldığı için az olması istenmektedir.

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Et Ürünleri Tebliğinde et ürünleri, “*Taze Et, Hazırlanmış Et ve Hazırlanmış Et Karışımları Tebliği kapsamındaki ürünler dışında; sadece soğutma veya dondurma işleminden geçen etlerden hazırlanan, kesit yüzeyleri taze etin karakteristik özelliklerini göstermeyecek şekilde işleminden geçen ürünler*” olarak tanımlanmıştır. (Tebliğ, 2009).

## 2.2. Standart Sapma Yöntemi

Ele alınan probleme ilişkin faktörlerin ait verilerin tamamen nicel olduğu veya nicel olarak ifade edilebildiği zamanlarda tek kişinin kolay, basit ve hızlı bir şekilde değerlendirme yapabileceği için sıklıkla kullanılmaktadır. Dört aşamadan oluşan bu yöntem adımları aşağıda başlıklar altında açıklanmıştır (Diakoulaki vd. 1995; Jahan vd, 2012; Abdulvahitoğlu ve Ertaş, 2023).

**1. Adım: Karar matrisinin oluşturulması:**  $x_{ij}$  değerlerinden X karar matrisi oluşturulur. Bu matris formül (1)'de gösterilmiştir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \ddots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

**2. Adım: Karar matrisinin normalize edilmesi:** X Karar Matrisi formül (2) ile normalize edilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2)$$

**3. Adım: Standart sapma değerlerinin bulunması:** Normalizasyon işlemi tamamlandıktan sonra formül (3) ile her bir kriterin standart sapma değeri hesaplanır.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_{ij})^2}{m}} \quad (3)$$

**4. Adım: Ağırlıkların Bulunması:** kriterlerin standart sapma değeri formül (4) ile tüm kriterlerin standart sapma değerlerinin toplamına bölünerek kriter ağırlıkları hesaplanır.

$$w_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{i=1}^n \sigma_j} \quad (4)$$

### 2.3. COPRAS Yöntemi

COPRAS (The Complex Proportional Assesment-Karmaşık Orantılı Değerlendirme) yöntemi Zavadskas ve Kaklauskas, tarafından 1996 yılında geliştirilmiştir. Bu yöntemde probleme ait kriterler fayda ve maliyet yönlerine göre ayrı ayrı ele alınarak seçenekleri değerlendirmek için kullanılır. Seçeneklerin kıyaslanarak birbirlerinden hangi oranda daha iyi veya kötü olduğunu oransal olarak ifade edebilmesi yöntemin en önemli avantajıdır. Daha kolay ve basit formüllerle hesaplamalar yapılması nedeniyle diğer ÇKKV yöntemlerine göre uygulanması daha kolaydır. (Abdulvahitoğlu ve Abdulvahitoğlu, 2023). Fayda ve maliyet yönlü faktörler için ayrı formüller kullanılarak hesaplamalar yapılmaktadır (Mulliner vd., 2013). COPRAS yöntemi aşağıda belirtilen adımlar takip edilerek uygulanır (Abdulvahitoğlu ve Abdulvahitoğlu, 2023; Hezer vd., 2021; Hezam vd., 2023).

**1. Adım: Karar matrisinin oluşturulması:** formül (5) ile gösterilen matriste seçenekler  $m$  ile faktörler ise,  $n$  ile belirtilmektedir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \ddots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

**2. Adım: matrisin normalize edilmesi:** formül (6) kullanılarak X karar matrisi normalize edilir.

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (6)$$

**3. Adım: normalize matrisin ağırlıklandırılması:** normalize edilmiş matris formül (7) ile ağırlıklandırılır. Bu kapsamda standart sapma yöntemi ile elde edilen ağırlıklar kullanılır.

$$r_{ij} = x_{ij}^* w_j \quad (7)$$

**4. Adım: kriter değerlerinin toplamının hesaplanması:** formül (8) ile fayda yönlü kriterler formül (9) maliyet yönlü kriterler hesaplanır.

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^k r_{ij} \quad (8)$$

$$S_i^- = \sum_{j=k+1}^m r_{ij} \quad (9)$$

**5. adım: seçeneklerin göreceli ağırlıklarının bulunması:** formül (10) ile hesaplanır.

$$Q_i = S_i^+ + \frac{\sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- \sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{S_i^-}\right)} \quad (10)$$

**6. adım: seçeneklerin performans indeksinin hesaplanması:** formül (11) ile her bir seçeneğin performans indeksleri bulunur ve sıralanır.

$$P_i = \left(\frac{Q_i}{Q_{max}}\right) * 100 \quad (11)$$

### 3. STANDART SAPMA TABANLI COPRAS YÖNTEMİ İLE KIRMIZI ET ÜRÜNLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tüketicilerin tercihinde etkili olacak kırmızı et ürünlerinin içerikleri aşağıda Çizelge 1.'de belirtilmiştir.

**Çizelge 1.** Kırmızı et ürünlerinin içerikleri

	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Dana salam	199	10	15	6	6	2	465
Dana sucuk	440	16	40	21	4	2	535
Dana kavurma	358	22	30	17	0	2,2	750
Dana pastırma	197	35	5	2	3	7	700
Dana tütsülenmiş sosis	268	14	22	9	3	2	680
Dana kokteyl sosis	106	10	14	8,9	5	1,7	407

Daha sonra (2) numaralı formül kullanılarak karar matrisi normalize edilir.

**Çizelge 2.** Normalize edilmiş matris

	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Dana salam	0,2863	0,2058	0,256	0,197	0,62	0,241	0,315
Dana sucuk	0,633	0,3293	0,683	0,689	0,41	0,241	0,362
Dana kavurma	0,515	0,4528	0,512	0,557	0	0,265	0,508
Dana pastırma	0,2834	0,7203	0,085	0,066	0,31	0,844	0,474
Dana tütsülenmiş sosis	0,3855	0,2881	0,376	0,295	0,31	0,241	0,46
Dana kokteyl sosis	0,1525	0,2058	0,239	0,292	0,51	0,205	0,275

Matrisin normalize işlemleri tamamlandıktan sonra formül (3) ile standart sapma değerleri, formül (4) ile de ağırlıkları hesaplanır. Sonuçlar Çizelge 3. ve Çizelge 4.'te gösterilmiştir.

**Çizelge 3.** Kriterlerin standart sapma değerleri

Kriter	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Standart Sapma	0,1592	0,179	0,195	0,21	0,194	0,226	0,086

**Çizelge 4.** Kriterlerin ağırlıkları

Kriter	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Ağırlık	0,1272	0,143	0,156	0,17	0,155	0,181	0,069

Standart sapma yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra COPRAS yöntemi ile seçeneklerin sıralanması aşamasına geçilir. Bu yöntemde de aynı standart sapma yönteminde olduğu gibi önce bir başlangıç matrisi vardır. Sonra bu matris normalize edilir. Normalize edilmiş matris Çizelge 5.'te gösterilmiştir.



**Çizelge 5.** COPRAS yöntemiyle normalize edilmiş matris

	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Dana salam	0,1269	0,0935	0,1190	0,0939	0,2857	0,1183	0,1315
Dana sucuk	0,2806	0,1495	0,3175	0,3286	0,1905	0,1183	0,1513
Dana kavurma	0,2283	0,2056	0,2381	0,2660	0,0000	0,1302	0,2120
Dana pastırma	0,1256	0,3271	0,0397	0,0313	0,1429	0,4142	0,1979
Dana tütsülenmiş sosis	0,1709	0,1308	0,1746	0,1408	0,1429	0,1183	0,1923
Dana kokteyl sosis	0,0676	0,0935	0,1111	0,1393	0,2381	0,1006	0,1151

Çizelge 5.'teki matris standart sapma yöntemiyle elde edilen Çizelge 4.'teki ağırlıklar ile çarpılarak Çizelge 6.'da gösterilen ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir.

**Çizelge 6.** Ağırlıklandırılmış normalize matris

	Enerji kcal	Protein gr	Yağ gr	Doymuş yağ gr	Karbonhidrat gr	Tuz gr	Fiyat TL/kg
Dana salam	0,01614	0,0133	0,018563	0,0159	0,044	0,021	0,0091
Dana sucuk	0,03569	0,0214	0,049503	0,0555	0,03	0,021	0,0104
Dana kavurma	0,02903	0,0294	0,037127	0,045	0	0,024	0,0146
Dana pastırma	0,01598	0,0467	0,006188	0,0053	0,022	0,075	0,0137
Dana tütsülenmiş sosis	0,02174	0,0187	0,027226	0,0238	0,022	0,021	0,0133
Dana kokteyl sosis	0,0086	0,0133	0,017326	0,0235	0,037	0,018	0,0079

Daha sonra sekiz numaralı formül ile fayda yönlü, dokuz numaralı formül ile maliyet yönlü kriterlerin toplamı alınır. On numaralı formül ile Qi on bir numaralı formül ile de Pi performans değeri hesaplanır. Performans ölçütlerinin büyükten küçüğe doğru sıralaması Çizelge 7.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 8.** COPRAS değerlendirme matrisi

Ürün	$S_i^+$	$S_i^-$	$\frac{1}{S_i^-}$	$Q_i$	$P_i$	$P_i * 100$	Sıralama
Dana salam	0,004 0	0,1092	9,1538	0,1362	1,000 0	100	1
Dana sucuk	0,003 7	0,1664	6,0082	0,0905	0,664 4	66	3
Dana kavurma	0,004 3	0,1203	8,3146	0,0060	0,044 1	44	4
Dana pastırma	0,004 0	0,1222	8,1821	0,1222	0,897 0	90	2
Dana tütsülenmiş sosis	0,003 7	0,1079	9,2701	0,0053	0,038 6	39	6
Dana kokteyl sosis	0,004 3	0,1039	9,6205	0,0058	0,042 4	42	5
TOPLAM		0,364983	311,0091				

Yapılan hesaplamalar sonucunda kırmızı et ürünü tüketicilerinin tercihlerinin sırasıyla salam, pastırma ve sucuk şeklinde sıralandığı görülmektedir. Bu çalışmada sadece kırmızı et ürünlerinin paketleri üzerinde bulunan ortak bilgiler ve Microsoft Excel programı kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

## SONUÇ

Gıda endüstrisinde gelişmiş teknolojiler kullanılarak üretilen kırmızı et ürünlerine yasal mevzuattaki sınırlamalara rağmen sağlıklı beslenmeyi olumsuz yönde etkileyecek katkı maddeleri katılabilmekte veya katılmaları gereken yasal oranlar aşılabilmektedir. Halk arasında işlenmiş ürünlerin insan sağlığına olumsuz etkileri olduğuna dair yaygın kanaat oluşmuştur. Ancak artan nüfusu besleyebilmek ve gıda ürünlerinin besleyici değerlerini koruyarak raf ömrünü uzatabilmek için bazı katkı maddelerinin kullanılması zaruretten ötesine geçmektedir. Bu noktada asıl sorun gıda katkı maddelerinin kullanımı değil, ürünlerde kullanılan bu maddelerin ve ürün içeriklerinin tüketicilerin anlayabileceği şekilde ifade edilmiyor olması ve bu maddelerin yasal mevzuatta belirtilen oranlarda kullanılmamasıdır. Yani tüketiciler ürün etiketlerini kullanarak bir değerlendirme yapamamakta dolayısıyla bilinçli tüketim yapamamaktadır.

Bu çalışmada ele aldığımız kırmızı et ürünlerinin tüketiminde her ne kadar kanser ve kardiyovasküler gibi ölümcül hastalıklara neden olduğu algısından dolayı azalma görülüyor gibi olsa da damak lezzetimizin vazgeçilmezlerinden olmaları nedeniyle kulaktan dolma bilgilerle daha kaliteli olanlarına yönelerek bu tüketim gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada tüm tüketicilerin anlayacağı şekilde ürün etiketinde bulunan temel besin içerikleri ele alınarak bir karşılaştırma yapılmıştır ve sırasıyla salam, pastırma ve sucuk en uygun et ürünleri olarak

ortaya çıkmıştır. Çalışma kapsamında aynı kalite ve marka değerine sahip ürünlerin özellikleri ve fiyatları göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışma ürün içeriğinde bulunan tüm içeriklerin tam olarak belirtildiği ürün etiketleri olması durumunda aynı kalite seviyesinde pazarlanan et ürünleri arasında tekrar yapılabilir. Hatta bu karşılaştırmalar değişik ÇKKV yöntemleri ile yapılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak duyarlılık analizi yapılabilir.

## KAYNAKÇA

- Abdulahitoğlu, A. ve Cengiz, N. (2022). Peynir Üretiminde Kullanılan Gıda Katkı Maddelerinin SWARA Yöntemi ile Değerlendirilmesi. 1st International Conference on Scientific and Academic Research, December 10-13, 2022, Konya, Türkiye.
- Abdulahitoğlu, A. (2023). Drinking Water Safety and Comparison of Drinking Water Characteristics with Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods. I-CRAFT 3rd International Conference on Research of Agriculture and Food Technologies. 2023 October 04-06 Adana, Türkiye.
- Abdulahitoğlu, A. ve Ertaş, K.B. (2023). Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Kapsamında Uygulanan Cezai İşlemlerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi: Uluslararası Bir Karşılaştırma. Isarch 2. Uluslararası Uludağ Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 04-05 Kasım 2023, Bursa, Türkiye.
- Abdulahitoğlu, A. ve Abdulvahitoğlu, A. (2023). Standart Sapma Tabanlı COPRAS Yöntemi İle Akıllı Cep Telefonu Seçimi. ISARC 6. International Hasankeyf Scientific Research and Innovation Congress, 18-19 November 2023, Batman, Türkiye.
- Ayaz, Y., Kaplan, Y.Z., Ayaz, N.D. ve Aksoy, M.H., (2012). Et ürünlerinin histolojik muayenesi. Etlik Vet Mikrobiyol Dergisi, 23,49-56.
- Değerli, C., (2020). 3 Boyutlu (3D) Yazıcı Teknolojisinde Et Ürünleri Üretimi. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8(5), 1018-1026.
- Denktaş, S., (2017). Et Ve Et Ürünlerinin Fonksiyonelliğinin Arttırılması. Kocatepe Vet J. 10(2), 106-117.
- Ekici, L., Ercoşkun, H. (2007). Et ürünlerinde diyet lif kullanımı. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 83-90.
- Erdemir E. ve Karaoğlu M.M., (2021). Et ve Et Ürünlerinin Tekstürel Özelliklerini Enstrümental Olarak Tespit Etme Yöntemleri ve Tekstür Profil Analizi Üzerine Bir Derleme. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(4), 2836-2848.
- Ergezer, H., Gökçe, R., Hozer, Ş. ve Akcan T.(2016). Et ve ürünlerinde protein oksidasyonu: Etki mekanizması, tespit yöntemleri ve etkileri. Akademik Gıda, 14(1), 54-60.
- Ertaş, A.H. (1997). Az Yağlı Et Ürünleri ve Yağ İkame Maddeleri. Gıda dergisi, 22(5), 345-350.
- Ha, T.M., S. Shakur ve K.H.P. Do, (2019). Consumer concern about food safety in Hanoi, Vietnam. Food Control, 98 (2019): 238-244. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.031>.
- Kadanalı, E., Demir, N., Dağdemir V. ve Aşkan, E., (2014). Et ve Et Ürünleri Satın Alma Kararlarında Tüketici Etnosentrizminin Belirlenmesi; Erzurum İli Örneği.. XI. Tarım Ekonomisi Kongresi, Samsun, Türkiye.
- Kaynakçı, E. ve Kılıç, B., (2009). Et Ürünlerinde Yeni Eğilimler: Daha Sağlıklı Ürün Geliştirme Çalışmaları. Akademik Gıda 7(6), 52-59.
- Medicalpark, (2023). Karbonhidrat Nedir? Karbonhidrat İçeren Besinler Hangileridir? <https://www.medicalpark.com.tr>. Erişim Tarihi: 25 Kasım 2023.
- Özlu S, Ercoşkun H. (2021). Et ve Sağlıklı Beslenme. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi 25(1): 15-29.
- Özönlü, O., Ergezer, H. ve Gökçe, R., (2019). Sağlıklı et ürünleri geliştirme stratejileri. Pamukkale Uni. Muh Bilim Derg, 25(7), 839-845.
- Palamutoğlu, R., ve Kasnak C., (2014). Fermente Et Ürünleri Üretiminde Probiyotik Kullanımı. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2(5), 208-213.
- Sencard, (2023). Sağlıklı ve Zararlı Yağlar. <https://www.sencard.com.tr/sen-programi/sen/saglikli-beslenme> Erişim Tarihi: 25 Kasım 2023.

- Song Q, Chen Y, Zhao L, Ouyang H, Song J. (2019). Monitoring of sausage products sold in Sichuan Province, China: A first comprehensive report on meat species' authenticity determination. *Sci Rep.* 9(1),19074-19082.
- Temelli, S., (2011). Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Kurutulmuş Et Ürünleri. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.*, 30 (2), 61-66.
- Tonbak, F., Yalçın, M.H. ve Demir, P., (2021). Et ve Et Ürünleri Harcında Kullanılan Bazı Bitkisel Ürünlerin Histolojik Yapıları. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(2):136-141.
- Tosun, D. & N. Demirbaş, (2021). Kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren işletmelerin gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeyi: İzmir ve Afyonkarahisar illeri örneği. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 58 (4), 581-590.
- Tebliğ, (2009). Türk Gıda Kodeksi, Et Ürünleri Tebliği. Tebliğ no: 2000/4. Resmi Gazete: 06.02.2009-27133.

## GASTRONOMİ SEKTÖRÜ PAZARLAMA FAALİYETLERİNİN PLANLANMASI YÖRESEL MUTFAĞIN KULLANILMASI

**Dr. Öğr. Üyesi Serkan GÜN**

Siirt Üniversitesi, Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Yüksekokulu

### ABSTRACT

Local heritages reflect the culture of a society. Local cuisines also reflect the culture of the region in which they are located. Preserving and promoting local cuisines inherited from past to present has an important place. Marketing activities need to be carried out in order to promote local cuisines and deliver them to consumers.

Although local cuisines have an important place in the gastronomy sector, there is a significant number of people who prefer local cuisine. This target audience should be taken into consideration in marketing activities of local cuisine. Local cuisine products have a different position in the minds of consumers among other gastronomic products. Especially local cuisine products are perceived by consumers as freshness, quality, organicity, etc. They are seen as equivalent to positive qualities such as. Within the scope of gastronomy, local cuisines need to be marketed and promoted like other gastronomic products. In this regard, it is important to determine the strategies and plans to be used.

### ÖZET

Yöresel miraslar bir toplumun kültürünü yansıtmaktadır. Yöresel mutfaklar da buldukları bölgenin kültürünün yansıtmaktadırlar. Geçmişten günümüze miras kalan yöresel mutfakların korunması ve tanıtılması önemli bir yere sahiptir. Yöresel mutfakların tanıtımı ve tüketicilere ulaştırılabilmesi için pazarlama faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Gastronomi sektöründe yöresel mutfaklar önemli bir yere sahip olmakla birlikte yöresel mutfağı tercih eden önemli bir kitle bulunmaktadır. Yöresel mutfağın pazarlama faaliyetlerinde bu hedef kitle göz önünde bulundurulmalıdır. Yöresel mutfak ürünleri diğer gastronomik ürünler arasında tüketicilerin zihinlerinde farklı bir konuma sahiptir. Özellikle yöresel mutfak ürünleri tüketicilerin gözünde tazelik, kalite, organiklik vb. gibi olumlu niteliklerle eş değer olarak görülmektedirler. Gastronomi kapsamında yöresel mutfakların da diğer gastronomik ürünler gibi pazarlanması ve tanıtılması gerekmektedir. Bu doğrultuda başvurulacak stratejilerin ve planların belirlenmesi önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Yörel Mutfak, Gastronomi Sektörü, Gastronomi Pazarlaması

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışına bağlı olarak değişen sosyal ve kültürel yaşam, bireylerin tüketim algılarında farklılıklara neden olmuştur. Geçmişte geleneksel ve doğal yöntemlerle hazırlanan gıdalar, gıda üretiminde gelişen teknolojiyle birlikte yerini seri üretime ve sağlıksız gıdalara bırakmıştır. Bu durum yöresel gıdaların yeniden önem kazanmasına ve günümüzde yerel gıdalara yönelimin başlamasına yol açmıştır. Bireyler yerel yemeklerin üretildiği bölgeleri ziyaret etmeye başlamış ve yerel yiyecekler turizm destinasyonlarının tanıtımında ve tercih edilmesinde önemli rol oynamıştır. Turistlerin yöresel yemeklere yönelik bu eğilimleri gastronomi turizmi türünün ortaya çıkmasında da oldukça önemlidir (Pamukçu vd., 2021).

Yöresel miraslar bir toplumun kültürünü yansıtmaktadır. Yöresel mutfaklar da buldukları bölgenin kültürünün yansıtmaktadırlar. Geçmişten günümüze miras kalan yöresel mutfakların korunması ve tanıtılması önemli bir yere sahiptir. Yöresel mutfakların tanıtımı ve tüketicilere ulaştırılabilmesi için pazarlama faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Gastronomi sektöründe yöresel mutfaklar önemli bir yere sahip olmakla birlikte yöresel mutfağı tercih eden önemli bir kitle bulunmaktadır. Yöresel mutfağın pazarlama faaliyetlerinde bu hedef kitle göz önünde bulundurulmalıdır. Yöresel mutfak ürünleri diğer gastronomik ürünler arasında tüketicilerin zihinlerinde farklı bir konuma sahiptir. Özellikle yöresel mutfak ürünleri tüketicilerin gözünde tazelik, kalite, organiklik vb. gibi olumlu niteliklerle eş değer olarak görülmektedirler. Gastronomi kapsamında yöresel mutfakların da diğer gastronomik ürünler gibi pazarlanması ve tanıtılması gerekmektedir. Bu doğrultuda başvurulacak stratejilerin ve planların belirlenmesi önemlidir.

## KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### Gastronomi

Birçok yerde yeme-içme sanatı olarak tanımlanan gastronomi, aslında edebiyat, kimya, jeoloji, biyoloji, tarih, felsefe, müzik, sosyoloji, psikoloji, tıp, tarım ve beslenme ile doğrudan ilişkisi olan, birbiriyle bağlantılı bir sanat ve bilim dalıdır. Gastronomi yeme ve içme ile ilgili olduğundan beslenme bilimleri, besin öğelerinin insanların vücutlarına olan etkileri ve görevleri, tat alma fizyolojisi ve duyusu, hijyen kuralları, şarap üretimi, gıda maddelerinin seçilmesinde özelliklerin belirlenmesi, uygun üretim şartlarının oluşturulması ve gıdaların kimyasal, fiziksel ve biyolojik yönlerden bozulmalarının önüne geçebilmek için sanitasyon vb. gibi konuları içermektedir (Sorcaru, 2019).

Gastronomi, yiyecek ve içeceklerin nasıl, ne zaman, hangi biçimde ve hangi kompozisyonlarda yenilip tüketileceğini inceleyen bir bilimdir. Kivela ve Crotts (2006) gastronomiyi, bir ülke veya bölgenin ülke veya bölge mutfağını farklılaştıran yiyecek veya yeme alışkanlıkları ve yiyecek hazırlama teknikleri olarak tanımlamaktadır. Kültür-yemek ilişkisinin bilim ve sanata dönüşmesi olarak da tanımlanan gastronomi, artık turizmle bütünleşmede ve ülke tanıtımında önemli bir rol oynamaktadır (Sharma ve Nagar, 2023).

Gastronomi, yiyecek ve içeceklerin özelliklerinin detaylandırılması, incelenmesi, anlaşılması, teorik ve pratik olarak uygulanması ve geliştirilmesini içeren bir bilim dalıdır. Gastronomi yiyecek ve kültür arasındaki bağlantıyı araştırmaktadır. Yiyecek ve içecekler gastronomi turistleri için kültürel öğelerdir. Dolayısıyla mevcut yöresel yiyeceklerin, buldukları bölgenin kimliğini oluşturan dil, din, gelenek, tarih, sanat gibi unsurlarla ilişkileri vardır. Turistlerin bölge kimliğinin oluşmasında ve destinasyon tercihlerinde önemli etkileri olmaktadır. Kültürel çekicilik açısından göz ardı edilemeyecek bir konuma sahip olan gastronomi, destinasyon tercihlerinde önemli rol oynamaktadır (Pamukçu vd., 2021). Gastronomi turizmin gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Gastronomi kültürün bir parçası olmakla birlikte milletlerin geleneklerini ve değerlerini yansıtmaktadır. Turistler seyahat ederken farklı ülkelerin mutfaklarını da tanıma fırsatı bulmaktadırlar. Bazen gastronomi seyahate karar vermede belirleyici rol oynayabilmektedir. Ayrıca turistlerin genel seyahatten memnuniyeti üzerinde de önemli bir etkisi vardır (Tovmasyan, 2019).

### **Gastronomi Pazarlaması**

Bir şirkette pazarlama, uzun vadede kâr elde etmenin anahtarı olacak müşteri memnuniyeti ve tüketicilerin refahını sağlamayı amaçlamaktadır. Pazarlama karması, şirketlerin hedef pazardaki hedeflerine ulaşmak için sürekli olarak kullandıkları araçlar bütünüdür. Pazarlamanın amacı, pazarlama faaliyetlerini planlamak ve müşterilere değer yaratmak, iletmek ve sunmak için tam entegre bir pazarlama programı oluşturmaktır. Pazarlama karması ürün, yer, fiyat ve promosyon olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Ürünler, tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerini karşılamak amacıyla pazara sunulan her şeydir. Fiyatlar pazarlama karması içinde önemlidir, çünkü fiyatlar bir işletmenin geliri üzerinde etki yaratmaktadır. Yer, dağıtım kanalları veya hizmet yerleri olarak ifade edilebilir. Promosyon, ürünün mükemmelliğini ileten ve hedef müşterileri bir ürün satın almaya ikna eden bir faaliyettir (Thyophoida, Hermanto ve Widyastuti, 2020).

İçinde bulunduğumuz küresel çağda, mutfak sektörü giderek artan rekabet koşullarıyla karşı karşıyadır. Mutfak sektörü aktörlerinin, kendi mutfak ürünlerinin rakiplerinin ürünlerine



kıyasla katma değere sahip olmasını sağlamak için daha yaratıcı ve yenilikçi olmaları gerekmektedir. Yaratıcı ekonomik faaliyetler aracılığıyla mutfak tüccarları, çeşitli toplulukların hem hizmet hem de mal ihtiyaçlarını karşılayacak hizmetler sağlayabilirler. Bir işletmenin hayatta kalması ve gelişmesi için, işletmenin hedef pazardan tüketicileri çekmesi ve müşteri memnuniyeti ve sadakati yaratması için iş aktörlerinin sürekli inovasyona ihtiyacı vardır. Sürdürülebilir yeniliğin uygulanması, aynı anda ekonomik, sosyal ve çevresel değer yaratan ilkeleri gerektirmekte ve bu zorlayıcı olabilmektedir. Pazarlama hedeflerine ulaşabilmek için etkili ve verimli bir pazarlama stratejisine gereksinim duyulmaktadır. İşletmeler müşteri ve marka memnuniyetine daha fazla odaklanarak sadık müşterileri çekmek için farklı stratejiler geliştirmeye başlamalıdır. Tüketici içgörüsüne dayalı strateji yaklaşımı esastır (Pujiharto ve Wahyuni, 2021).

Otel ve restoran endüstrisinde bir gastronomi projesinin başarılı bir şekilde oluşturulması ve uygulanması, dikkatli bir iş planlaması ve gelişmiş bir pazarlama stratejisi gerektirmektedir. Bir gastronomi projesi benzersiz bir üründür; rakiplerden farkını öne çıkarmak ve olumlu bir imajın yaratılması gerekmektedir. Pazarlama, az sayıda turistle bile gastronomik bir ürünün performansının elde edilmesine yardımcı olabilmektedir. Restoran ve otellerin yanı sıra Yiyecek-içecek işletmeleri, seyahat ve konaklama işletmeleri ve ilgili diğer işletmeler de gastronomi turizminde aktif rol almaktadırlar. Otel ve restoran endüstrisindeki gastronomi projeleri, dış ortamın belirsizliği, yenilikçi doğa ve çok sayıda katılımcıya bağımlılık, dikkatli bir analiz ve durumun doğru değerlendirilmesini ve dikkatli iş planlaması ve geliştirmenin bir sonucu olarak pazarlama stratejisini gerektirmektedir (Nesterchuk vd., 2022).

Pazarlama ve reklam faaliyetleri, bir toplumun kendine özgü tatlarını, lezzetlerini ve kültürünü göstermeyi başararak çeşitli bölgelerin gastronomilerini güçlendirebilmektedir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen pazarlama faaliyetleri bir toplumun özelliklerinin, kimliğinin ve adının yer aldığı bölgenin sahip olduğu yemeklerine farklı bakış açıları getirebilmektedir. Cousins vd. (2014) göre müşterilerin memnun edilmesi, en başta yiyecek ve içecek sektörü olmak üzere tüm sektörlerin ana hedefleri arasında yer almaktadır. Gastronomi pazarlama faaliyetleri, gerekli hizmetlerin doğru yerlerde ve doğru zamanda, etkili reklamlarla, doğru fiyatta ve satış destekleriyle doğru müşterilere sunulması ve bu sayede makul bir karın elde edilmesini amaçlamaktadır. Gastronomi pazarlaması, restoran işletmelerinin yaratıcı stratejileri tasarlayabilmelerine yardımcı olabilmek için alternatif bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Temelinde, fiyat, ürün, tanıtım, yer, kişi, fiziksel çevre, süreç olan hizmetlerin

pazarlama çabalarını içeren pazarlama karmasının kullanılmasıyla birlikte işletmelerin satışlarının artırılması yer almaktadır (Ateş ve Sunar, 2021).

Yemek yeme, insani ve toplumsal ilişkilerde önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Gastronomi seyahat deneyiminin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir. Turizm faaliyetlerinde destinasyonun imajını oluştururken gastronomi ürünlerinin çekiciliğinden yararlanmak en temel ihtiyaçtır. Destinasyonlar sadık misafirler yaratmak için pazarlama stratejilerine yerel ürünlere yer vermektedir. Destinasyonun turizm faaliyetlerinde gastronomi ürünleri oldukça önemlidir. Yerel ürünler destinasyonun marka değerinin oluşumuna katkı sağlamakta ve destinasyon imajının önemli bir unsuru olduğu araştırmalarla ortaya konulmaktadır (Çakır ve Özbay, 2022).

### **Gastronomi Pazarlaması Planı ve Stratejileri**

İçinde bulunduğumuz an, şirketler için yeniliklerin, fırsatların ve zorlukların yaşandığı bir dönemdir. Çok rekabetçi bir ortam içerisinde faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Bu durum göz önüne alındığında, yönetime yardımcı olacak strateji ve araçların araştırılması vazgeçilmez hale gelmektedir. Pazarlama planlaması, büyüklüğü veya segmenti ne olursa olsun, yeterli, kararlı ve şirketlerin eylemlerine yön veren hale gelmesi gerekmektedir. Sonuçta kendilerini pazara odaklanmış bulan ve stratejilerini müşteri ihtiyaçlarını karşılamaya yönlendiren kuruluşların başarı şansı daha yüksek olacaktır. Kotler ve Keller'e (2006) göre stratejik planlama, pazarla uyum içinde olmak, şirketi ortaya çıkan çeşitli fırsatlara uyarlamayı hedeflemek, mevcut kaynakları ve izlenen hedefleri her zaman değerlendirmek anlamına gelmektedir. Cobra'ya (1985) göre pazarlama planlaması, kuruluşların çevredeki çalkantılara hızla tepki vermelerine ve pazar fırsatlarından daha iyi yararlanmalarına olanak tanımakta ve onlara genellikle yeni stratejiler geliştirme fırsatı vermektedir (Ribeiro, 2020).

Pazarlama planlaması, bir işletmenin genel stratejik planının önemli bir parçasıdır. Bir işletmenin, hedef müşterisinin ihtiyaçlarını karşılayan ürün ve hizmetler yaratabilmesi için pazarlama planını iyi anlaması gerekmektedir. Pazarlama planları veya analizleri, bir işletmenin temel konseptini ortaya koyan ve genellikle yeni işletmeleri potansiyel yatırımcılara veya borç verenlere tanıtmak için kullanılan belgeler olan iş planlarının ortak bir bileşenidir. Kötü bir pazarlama planı yatırımcı çekmeyi zorlaştırabilir. Buna ek olarak, pazarlama planlamasının, bir işletmenin daha etkili ürünler yaratmasına ve ürünlere daha etkili bir şekilde ilgi uyandırmasına yardımcı olabilmesi açısından faydalıdır (Mpfu ve Chigwende, 2013).

Otel ve restoran endüstrisindeki gastronomi projeleri, yüksek rekabet, dış ortamın belirsizliği, yenilikçilik ve çok sayıda katılımcıya bağımlılık nedeniyle dikkatli analiz, durumun doğru değerlendirilmesi ve çeşitli planlama mekanizmalarının kullanılmasını gerektirmektedir. İş planı olumsuz etkiyi azaltacak, turist talebinin ihtiyaç ve zevklerindeki değişiklikleri tahmin edecek, turist talebinin dinamiklerini tahmin edecek, mevsime ve talepteki değişikliklere bağlı olarak arzın yönünü önemli ölçüde ayarlayacak ve yön eksikliğini azaltacak vb. durumlar göz önünde bulundurulmalıdır. Bir işletme veya turistik destinasyon, gastronomik cazibe merkezlerinin tanıtımına öncelik veriyorsa, böyle bir iş planı geliştirme ihtiyacı aşağıdaki görevlerden kaynaklanmaktadır (Nesterchuk vd., 2022).

- Belirlenen hedeflere ulaşma çabalarının koordinasyonunun sağlanması;
- İşletme yöneticisinin motivasyonu
- Hedefe ulaşma yöntemlerini belirleme
- İşletmenin gerekli kaynaklarının ve performans göstergelerinin belirlenmesi;
- İşletme çalışanlarının görev ve sorumluluklarının resmileştirilmesi;
- İşletmenin pazar ortamındaki değişikliklere hazırlanması;
- Girişimcilik faaliyetinin sonuçlarının sürekli izlenmesi olasılığı;
- İlgili tüm aktörlerin daha fazla gelişme için belirli bir süre içinde üstlenmesi gereken gelecekteki faaliyetler için bir çerçeve ve strateji oluşturulması.

Otel ve restoran sektöründe dört ana aşamadan oluşan gastronomi projelerinin geliştirilmesine yönelik iş planı geliştirilirken proje öncesi çalışmalarda bu kısıtlamalar dikkate alınmalıdır (Nesterchuk vd., 2022):

- **Birinci aşama:** Bir projenin veya iş fikrinin özü belirlenirken şirketin profili incelenmeli, ürün portföyünün analizi yapılmalı ve işin ana yönü oluşturulmalıdır.
- **İkinci aşama:** Fırsatların ve engellerin analizi kapsamında bir PEST analizi yapılmalıdır. Böylece pazarın ve tüketicilerinin analizi ve rakiplerin analizi gerçekleştirilebilmektedir. Bir gastronomi projesi için bir iş planı geliştirirken, bu aşamadaki özelliklerini göz önünde bulundurarak, alanın bölgesel (bölgesel, yerel) gelişme olanaklarını dikkate alınmalıdır.
- **Üçüncü aşama:** Bir stratejinin geliştirilmesi için iş hedeflerinin belirlenmesi, stratejik konumun belirlenmesi, alternatif stratejilerin analizi ve bir büyüme stratejisi seçimi gerekmektedir.
- **Dördüncü aşama:** Doğrudan bir iş planı geliştirilmelidir. Otel ve restoran endüstrisindeki bir işletmenin gastronomik projesine yönelik iş planının yapısı düzenlenmelidir. İlgilenen

kişinin planlanan iş ve katılım fırsatları hakkında net bir fikir edinmesine olanak sağlayacak bir biçimde sunulmalıdır.

### **Gastronomi Pazarlamasında Yöresel Mutfaklar**

Bir destinasyon bölgesinin mutfak kültürünün tanıtımında önde gelen unsurlardan birisi de yöresel mutfaklardır. Buradan hareketle yöresel mutfak kavramı, özel bir coğrafi bölgeye özgün olan ve bu bölgenin kültürünü yansıtan, bölgeye özel adetlerin ve ürünlerin birleşimi ile ortaya çıkan ve bölgenin pişirme araç gereçleri ve yöntemlerinin kullanımıyla yapılan yiyecek ve içecekler olarak ifade edilebilir. Horng ve Tsai (2011) yöresel mutfağı, bir yörenin veya bölgenin kendisine özgü mutfak kültürünü oluşturan yemeklerin, gıda ürünlerinin, yemek pişirme şekillerinin bütünü olarak tanımlamaktadır. Bir bölgenin yöresel mutfak kültürünün ortaya çıkmasında o bölgeye özgü din, dil, yiyecek, içecek, gelenek, görenek, coğrafi özellikler, iklim, tarihi geçmişi ve beslenme alışkanlıkları gibi birçok unsur etkili olabilmektedir. Buradan hareketle yöresel mutfakların, gastronomi açısından çeşitlilik sağlayan, toplumların yaşama biçimlerini, tarihlerini ve kültürlerini ortaya çıkartan bir kültürel miras olduğu söylenebilir (Üzülmez, 2021).

Yerel olarak yetiştirilen gıda ürünleri tüketiciler arasında giderek daha popüler hale gelmektedir. Birçok gıda perakendecisi yerel olarak yetiştirilen ürünlere daha fazla yer ayırmaya başlamışlardır. Yerel olarak yetiştirilen etiket, tüketicilerin yerel çiftçileri destekleyen ve çevreye yardımcı olan taze ve güvenli ürünlere yönelik isteklerinden yararlanmak üzere tasarlanmış bir pazarlama stratejisinin bir parçasıdır. Birçok tüketici yerel olarak yetiştirilen gıdaların "daha taze, daha az kimyasal içeren ve daha küçük, daha az kurumsal çiftliklerden geldiğine" inanmaktadır. Tüketicilerden gelen bu artan talep, "gıda pazarlamasında 'yerel' kelimesinin kullanımında bir patlamaya" yol açmıştır (Rose, 2021).

Yerel gıda pazarlarının iki temel türü, işlemlerin doğrudan çiftçiler ve tüketiciler arasında yapıldığı (doğrudan tüketiciye) ve çiftçiler tarafından restoranlara, perakende mağazalara ve devlet kurumları, hastaneler ve okullar gibi kurumlara doğrudan satışların yapıldığı doğrudan satışlar (satış/yemek hizmetine) pazarları içermektedir. Yerel gıdaların doğrudan tüketiciye pazarlandığı yerler arasında çiftçi pazarları, topluluk destekli tarım, çiftlik stantları/çiftlik içi satışlar ve "kendin seç" operasyonları yer almaktadır. Genellikle ölçülmesi zor olan veya ölçülmeyen diğer daha az resmi yerel gıda kaynakları arasında evde bahçe işleri ve komşular arasında paylaşım, yiyecek arama ve avcılık ve toplama programları yer almaktadır (Martinez vd., 2010).

Tüketici satın alma kararlarında ürünlerin performansları ve fiziki özelliklerine bağlı içsel unsurlar ile dışsal unsurlar (marka, ambalaj, garanti vb.) göz önünde bulundurulmaktadır. Bunlarla birlikte ürünün üretilmiş olduğu ülkeyi belirten ve ürün kalitesinde önemli bir yere sahip olan “Ülke Menşe” dışsal unsur olarak ön plana çıkmaktadır. Bu doğrultuda “Yöre Menşe” tüketicilerin zihinlerinde lezzet, kalite, doğallık ve güveni ifade eden ve tüketicilerin yöresel ürünlere yönelik tercihlerini ve tutumlarını etkileyen önemli dışsal unsur olarak görülmektedir. Buradan hareketle pazarlamada rekabette üstünlük ve farklılaşma sağlayabilmektedir. Bu sayede özellikle de markalama stratejilerinde ürünlerin marka adı (Şirince Şarapları, Marmarabirlik Zeytinleri vb.) ya da marka bileşeni olarak (Pınar Ezine Peyniri, Komili Olgun Ege Zeytinyağı vb.) kullanıldığı görülmektedir. Bu da işletmelere yüksek fiyat politikası avantajı sağlanmaktadır (Schneider ve Ceritoğlu, 2010).

Pazarlama faaliyetlerine ürün açısından bakıldığında yöresel ürünler, diğer ürünlere göre bir adım öndedirler. Genel olarak yöresel ürünler tüketicilerin zihinlerinde farklı konumlanmakta ve değer verilmektedir. Bu değeri sağlayan ise ürünün kalitesidir. Buradan hareketle yöresel ürünlerin kalitelerinin korunması pazarlama açısından son derece önemlidir. Bununla birlikte yöresel ürünlerin üretildikleri coğrafi bölgelerin isimleriyle birlikte pazarlanmaları önemli bir pazarlama stratejisi olarak karşımıza çıkmakta ve bu ürün farklılaştırma stratejileri kapsamına girmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde özellikle kırsal bölgelerde daha çok katma değer kazanabilmek amacı ile uzun yıllardır başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Dokuzlu vd., 2019).

Coğrafi işaretlerle tescillenen ürünler üretildikleri bölgeyi çekim merkezi haline getirebilmektedirler. Ürünlerin kalite düzeyinin ve standartlarının bir teminatı olarak görülen coğrafi işaretler ürünlerin tanımlarına uygun bir şekilde üretilmesine yardımcı olmaktadır. Coğrafi işaretler uygun amaçlarla kullanıldığı zaman verimli bir pazarlama aracına dönüşebilmektedir. Yöresel ürünlerle ilgili olarak tüketicilerde oluşacak farkındalık, ürünlerin pazarlanması kapsamında coğrafi işaret taşımaları diğer bir ifade ile ürünün belirli bir yöreye ait olduğunu belirten ibare, o yöresel ürünün pazarlanmasında çok önemli bir yere sahiptir (Yalçın, 2013).

### **Yöresel Mutfaklarda Pazarlama Stratejileri**

Çağdaş küreselleşme, bilgisayarlaşma ve sosyal medyanın yaygınlaşmasındaki pazarlama faaliyetleri, tüketicilerin farkındalığını artırmak ve gıda ürünleri hakkında gerekli bilgiye kolay ve hızlı erişmelerini sağlamak için tasarlanmıştır. Gıda sektöründeki işletmelerin pazarlama faaliyetleri ve stratejileri tüketici memnuniyeti odaklı olmalıdır. Değişen trendlere,

tüketimdeki değişimlere kalıcı olarak uyum sağlanmalıdır (Szymanski, 2021). Genel olarak yöresel mutfak pazarlama stratejileri şöyledir (Creatives, 2023);

**Marka Konumlandırma:** Yiyecek ve içecek pazarlamasının net bir marka konumlandırmasına sahip olması önemlidir. Bu, gıda şirketi için rekabetten ayıracak benzersiz bir kimlik geliştirmesi anlamına gelmektedir. Marka konumlandırma şirketin değerlerini ve kişiliğini yansıtması ve tüm pazarlama materyallerinde açık ve tutarlı bir şekilde iletilmesi gerekmektedir. Örneğin daha iyi sağlık için bitki bazlı gıdalara odaklanan bir işletme marka konumlandırmasında sağlık bilincine sahip müşterileri hedeflemeli ve sağlıklı beslenme alışkanlıklarının faydalarına odaklanmalıdır.

**Ürün Paketleme:** Ambalaj, bir ürünü satan şeydir, bu nedenle çekici olması gerekmektedir. Kaliteli paketleme ve markalama, etkili yiyecek ve içecek pazarlamasının kritik bileşenleridir.

**Marka İmajının Yenilenmesi:** Markanın görünümünün çok sık değiştirilmemesi gerekmele birlikte biraz tazelenmek güncel kalmanın ve rakiplerin arasından sıyrılmanın harika bir yoludur.

**Eposta Pazarlama:** E-posta pazarlamasının modası geçmiş gibi görünse de, yeni ürünler ve promosyonlar hakkında bir şirket bülteni veya bilgi göndermek, sadık müşterilerin markayla ilgili en son haberlerden haberdar etmenin harika bir yoludur.

**Sosyal Medya Pazarlamacılığı:** Sosyal medya platformlarının web sitelerinde veya mobil uygulamaları, insanlara ve ilgili paydaşlara bir yer veya destinasyonun yerel yemekleri ve mutfakları hakkında bilgi paylaşma konusunda daha fazla seçenek ve özgürlük sağlamıştır. Mutfak ve gastronomi yelpazesinde sosyal medya siteleri ve mobil uygulamaların varlığı göz önüne alındığında; sadece turistlerin değil, diğer insanların da bir yere veya istenen destinasyona ulaşma ve yerel yiyecekler ve mutfaklar dahil olmak üzere çevrimiçi bilgilere her zaman ve her yerde ulaşma konusunda talebinde bir artış yaşanmaktadır. Yemek tutkunları olarak bilinen mutfak merkezli bir grup insan (yani yemek pişirme derslerine ve yemek festivallerine/etkinliklerine katılmak dahil yemek için seyahat edenler), yerel veya uluslararası fark etmeksizin yemek hakkında bilgi edinmekle oldukça ilgilenmektedirler (Jalis, Elias ve Ibrahim, 2021).

**Blog:** Arama motoru optimizasyonu (SEO) Blog gönderileri, markanın web sitesine ve sosyal medya hesaplarına organik arama trafiği çekmek için çok önemlidir. Aktif, optimize edilmiş bir şirket blogu aynı zamanda markanın, marka görünürlüğünü ve çevrimiçi olarak yeni

müşterilere yapılan satışları artırmak için önemlidir. Gıda Blog yazarları ve etkileyicilerle ortaklıklar da kurulabilmektedir.

**Google Haritalar Profilini Ayarlama:** Bir Google Haritalar profili oluşturarak potansiyel müşterilerin ürünleri veya restoranı bulmasını mümkün olduğunca kolaylaştırabilmektedir.

**Diğer Markalarla Ortaklık:** Bir promosyon veya sosyal medya kampanyası için tamamlayıcı bir markayla ortaklık kurmak mükemmel bir yiyecek ve içecek pazarlama seçeneğidir.

**Benzersiz Satış Noktaları Oluşturma:** Bir markayı neyin farklı kıldığını belirleyerek gıda pazarlama stratejileri güçlendirilmelidir.

**Etkinliklere Ev Sahipliği Yapma:** Bir restoranda indirimli saatler veya yemek festivalleri gibi etkinliklere ev sahipliği yapmak, gelir elde etmenin ve marka bilinirliğini artırmanın harika yollarıdır.

## SONUÇ

Günümüzde işletmeler çok rekabetçi bir ortam içerisinde fırsatlarla, yeniliklerle ve zorluklarla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu doğrultuda işletmelere fayda sağlayabilecek araçların ve stratejilerin belirlenmesi önemli bir yere sahiptir. Özellikle yöresel mutfağa sahip işletmeler için bu daha da önemlidir. Bir destinasyon bölgesinin mutfak kültürünün tanıtımında önde gelen unsurlardan birisi de yöresel mutfaklardır. Yerel olarak yetiştirilen gıda ürünleri tüketiciler arasında giderek daha popüler hale gelmektedir. Pazarlama faaliyetlerine ürün açısından bakıldığında yöresel ürünler, diğer ürünlere göre bir adım öndedirler. Genel olarak yöresel ürünler tüketicilerin zihinlerinde farklı konumlanmakta ve değer verilmektedir.

Yöresel mutfakların da diğer ürünler gibi pazarlanması ve potansiyel tüketicilere tanıtılması gerekmektedir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için öncelikle iyi ve etkili bir şekilde hazırlanmış pazarlama planına ihtiyaç duyulmaktadır. Sonrasında hazırlanan bu pazarlama planı kapsamında yöresel mutfak pazarlama faaliyetleri gerçekleştirilmelidir. Yöresel mutfak ve ürünlerinde en önemli kriterlerden birisi kalitedir. Bununla birlikte coğrafi işaretli ürünlerin kullanılması yöresel mutfak pazarlaması açısından önemlidir. Yöresel mutfak pazarlama faaliyetlerinde tüketici zihninde konumlandırma yapılarak diğer gastronomik ürünlerden farklılaştırma gerçekleştirilmelidir.

İyi bir yerel pazarlama stratejisi, yalnızca markanın ulusal kampanyalarına yerel bir tat katmak değildir. Mükemmel bir yerel pazarlama stratejisinin bileşenleri, yerel pazarın derinlemesine incelenmesi, bu pazarda neler olduğunun bilinmesi ve yerel müşterilerin



tanınmasını içermektedir. Pazarlama çabalarını yerleştiren markalar, sonuçta bunu yapmayan markalara göre daha başarılı olacaklardır. Genel olarak yöresel mutfak pazarlama stratejileri arasında, marka konumlandırma, ürün paketleme, marka imajının yenilenmesi, eposta pazarlama, sosyal medya pazarlamacılığı, Blog, Google haritalar profilini ayarlama, diğer markalarla ortaklık, benzersiz satış noktaları oluşturma ve etkinliklere ev sahipliği yapma yer almaktadır.

## KAYNAKÇA

- Ateş, A., & Sunar, H. (2021). Gastronomi Pazarlaması. *Pazarlamada Güncel Yaklaşımlar*. içinde Konya: Eğitim Yayınevi.
- Cobra, M. (1985). *Basic marketing: a Brazilian perspective*. Sao Paulo: Atlas SA.
- Creatives. (2023). *10 Must Try Marketing Strategies for Food Industry*. <https://creativesoncall.com/insights/10-must-try-marketing-strategies-for-food-industry> adresinden alındı
- Çakır, M. U., & Özbay, G. (2022). The Role of Brand Image in Gastronomic Destinations: An Analysis on Turkey and Malaysia Website. *International Journal of Contemporary Tourism Research*, 6(1), 40-53.
- Dokuzlu, S., Koparan, H., Özer, G., Gündüz, S., Yılmaz, S., Sallan, S., & Özince, G. (2019). *TRA2 Bölgesi Yöresel Ürün Pazarlama Stratejileri*. Türkiye: T.C. Serhat Kalkınma Ajansı.
- Hornig, J. S., & Tsai, C. T. (2011). Exploring marketing strategies for culinary tourism in Hong Kong and Singapore. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 17(3), 277-300.
- Jalis, M. H., Elias, J., & Ibrahim, M. N. (2021). Educating the Concept of Local Food and Culinary of a Destination through Social Media Websites and Mobile Applications. *Forum Komunikasi*, 1-20.
- Kivela, J., & Crofts, J. C. (2006). Tourism and gastronomy: Gastronomy's influence on how tourists experience A destination. *Journal of Hospitality and Tourism Research*, 30(3), 354-377.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2006). *Marketing Administration* (12. b.). São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Martinez, S., Hand, M., Da Pra, M., Pollack, S., Ralston, K., & Smith. (2010). Local food systems: concepts, impacts, and issues. *MPRA Munich Personal RePEc Archive*.
- Mpofu, T., & Chigwende, S. (2013). Factors Influencing Marketing Planning And Implementation In Zimbabwean SMEs. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 12(1), 82-92.
- Nesterchuk, I., Komarnitskyi, I., Samoday, V., T. C., Chernyshova, T., & Tyshchenko, S. (2022). Business Planning and Marketing of Gastronomic Projects in the Hotel and Restaurant Industry. *Economic Affairs*, 67(3), 307-316.
- Pamukçu, H., Saraç, Ö., Aytuğar, S., & Sandıkçı, M. (2021). The Effects of Local Food and Local Products with Geographical Indication on the Development of Tourism Gastronomy. *Sustainability*, 13(6692), 1-13.
- Pujiharto, & Wahyuni, S. (2021). Marketing Strategy Based on Culinary Products in the Campus Environment. *Journal of Hunan University*, 48(3), 14-20.
- Ribeiro, G. L. (2020). The Importance Of Marketing As A Strategic Management Tool For Micro And Small Companies. *Magazine of Entrepreneurship and Management of Micro and Small Enterprises*, 5(2), 47-57.

- Rose, B. (2021). Locally Grown Food: Examining the Ambiguity of the Term 'Local' in Food Marketing. *Journal of Food Law & Policy*, 9(1), 135-148.
- Schneider, G. K., & Ceritoğlu, İ. B. (2010). Yöresel Ürün İmajının Tüketici Satınalma Davranışı Ve Yüksek Fiyat Ödeme Eğilimi Üzerindeki Etkisi - İstanbul İlinde Bir Uygulama. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*(6), 29-52.
- Sharma, J., & Nagar, L. (2023). Significance Of Gastronomy In Contemporary Hospitality Science. *International Confernce On Sustainable Dev.Through Tourism, Food And HM*. Chandigarh, India.
- Sorcaru, I. A. (2019). Gastronomy Tourism - A Sustainable Alternative for Local Economic Development. *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati Fascicle I. Economics and Applied Informatics*, 25(1), 103-110.
- Szymanski, G. (2021). Marketing Activities of Local Food Producers in E-Commerce. *Sustainability*, 13(9406), 1-20.
- Thyophoida, W. S., Hermanto, B. Y., & Widyastuti, M. (2020). Analysis Marketing Strategies At Culinary Tourism Centers. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 8(1), 725-732.
- Tovmasyan, G. (2019). Exploring The Role Of Gastronomy In Tourism. *SocioEconomic Challenges*, 3(3), 30-39.
- Üzülmez, M. (2021). Yöresel Mutfak ile Destinasyon ve Gastronomi Turizmi Arasındaki İlişkiye Yönelik Bir İnceleme. *Journal of Hospitality and Tourism Issues*, 3(1), 23-36.
- Yalçın, B. (2013). Yöresel Ürünlerin Pazarlanması Üzerine Değerlendirmeler. *Akdeniz Sanat Dergisi*, 6(11), 205-213.

## ANTİBİYOTİK İKAMESİ OLMA POTANSİYELİ OLAN POLİMER, FENOLİK VE MİKROBİYAL METABOLİTLER

**Pınar ŞEKERCİ KELEŞ**

Ardahan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü  
Ardahan University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering

**ORCID ID:** 0000-0002-6225-4781

**Yusuf ESEN**

Ardahan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü  
Ardahan University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Food Processing,

**ORCID ID:** 0000-0003-1173-0677

### ÖZET

Artan küresel antibiyotik direnci tehdidi, bakteriyel enfeksiyonlarla mücadelede yenilikçi yaklaşımları gerektirmektedir. Geleneksel antibiyotiklere alternatif ajanlar olarak polimer, fenolik ve mikrobiyal metabolitlerin potansiyeli, dikkat çekmektedir. Kitosan gibi polimerler, doğal antimikrobiyal özellikler sergilemekte ve gelişmiş ilaç sistemlerinde kullanılmaktadır. Bitkilerden elde edilen fenolik bileşikler, güçlü antibakteriyel, antifungal ve antioksidan aktiviteler göstererek enfeksiyonlara karşı doğal bir koruma sunmaktadır. Peptitler ve enzimler de dahil olmak üzere mikrobiyal metabolitler, antimikrobiyal tedavi için umut vadetmektedir. Bu alternatiflerin çok yönlü doğası, antibiyotik direnç riskini en aza indirmeyi amaçlayan enfeksiyon kontrolü için çeşitli stratejiler sağlamaktadır. Bu antibiyotik ikamelerinin etki mekanizmalarını anlamak ve uygulamalarını optimize etmek, tedavi yöntemlerinin çeşitlendirilmesinde ve antibiyotik direncinin neden olduğu akut zorlukların ele alınmasında kritik bir adımdır. Polimer, fenolik bileşen ve mikrobiyal metabolit bazlı alternatiflerin araştırılması, bulaşıcı hastalık yönetimini yeniden şekillendirmek adına önemli potansiyele sahip dinamik bir alan oluşturmaktadır. Bu çalışmada, özellikle polimerleri, fenolik bileşikleri ve mikrobiyal metabolitleri inceleyerek antibiyotiklere alternatif ajanların potansiyeli irdelenmiştir. Bu derlemenin amacı, polimerlerin antimikrobiyal özelliklerini, bitkilerden elde edilen fenolik bileşiklerin güçlü antibakteriyel ve antifungal özelliklerini, peptitler ve enzimler gibi mikrobiyal metabolitlerin sunduğu ümit verici tedavi yollarını değerlendirmektir. Böylece, yenilikçi antibiyotik ikamelerine yönelik görüşlere katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Antibiyotik ikameleri, polimerler, fenolik bileşikler, mikrobiyal metabolitler

## **POLYMER, PHENOLIC AND MICROBIAL METABOLITES WITH THE POTENTIAL TO BE ANTIBIOTIC REPLACER**

### **ABSTRACT**

The increasing global threat of antibiotic resistance requires innovative approaches to combat bacterial infections. Reviews the potential of polymer, phenolic and microbial metabolites as alternative agents to traditional antibiotics. Polymers exemplified by chitosan exhibit natural antimicrobial properties and are used in advanced drug delivery systems. Phenolic compounds obtained from plants show strong antibacterial, antifungal and antioxidant activities, offering a natural arsenal against infections. Microbial metabolites, including peptides and enzymes, are promising for antimicrobial therapy. The versatile nature of these alternatives provides a variety of strategies for infection control aimed at minimizing the risk of resistance development. Understanding the mechanisms of action of these replacers and optimizing their application represents a critical step in diversifying treatment methods and addressing the urgent challenges posed by antibiotic resistance. The investigation of polymer, phenolic and microbial metabolite-based alternatives represent a dynamic field with significant potential to reshape the infectious disease management landscape. This study aims to investigate the potential of alternative agents to antibiotics, especially by examining polymers, phenolic compounds and microbial metabolites. By investigating the antimicrobial properties of polymers, the potent antibacterial and antifungal properties of phenolic compounds from plants, and the promising pathways offered by microbial metabolites such as peptides and enzymes, this research aims to contribute insights into innovative antibiotic replacers.

**Key Words:** Antibiotic replacers, polymers, phenolic compounds, microbial metabolites

### **INTRODUCTION**

In the prevention and treatment of many diseases, particularly infectious disorders, preparations made with natural substances appear to be a great substitute for synthetic medications. This is owing to their complete impact on the human body while having comparatively minimal negative effects. (Burt, 2004; Lorenzo-Leal et al., 2019; Mahmood et al., 2012). The reduced risk of bacteria resistance associated with natural antimicrobial substances is an additional benefit when compared to traditional antibiotic treatment (Wyszkowska-Kolatko et al., 2015). Thus, the question of whether straightforward natural chemicals can be utilized in place of conventional medications emerges.

Foodborne illnesses are still a major globally issue and the root cause of many illnesses in both people and animals. These illnesses are caused by a variety of bacteria, viruses, and parasites (CDC, 2018). Pathogens can colonize the intestinal lumen when they enter the human body and produce foodborne illnesses, which can have fatal implications as well as significant financial damage (Ma et al., 2019; Tauxe et al., 2010). Controlling the use of antibiotics in animal feed is becoming more and more important due to the impact antibiotic resistance has on both human health and the environmental microbiome.

Antibiotic-resistant genetic variants in bacteria are produced more quickly when antibiotics are continuously exposed, even though they offer efficient therapeutic techniques for the treatment of infectious illnesses (Frost et al., 2019). Bacteria are easily able to grow by adjusting to changes in their environment as well as hazardous difficulties. Humans can contract this antibiotic-resistant gut bacterium by eating tainted food or coming into close contact with animal feces. Antibiotic resistance enhances the ability of bacteria to survive antibiotic treatment, increasing the host's susceptibility to pathogenic invasion and raising the possibility of resistant strains spreading and the genesis of zoonotic infectious diseases. Furthermore, 50% of all antibacterial manufacturing utilized for prophylaxis and growth performance enhancement is put to animal feed (Asokan and Kasimanickam, 2013). The World Health Organization has identified antibiotic resistance as one of the top three health dangers due to growing worries about its durability and spread (Organization, 2014). Additionally, by causing intestinal bacterial dysbiosis in young food animals, the administration of antibiotic growth promoter in young animals contributes to intestinal dysfunction (Gadde et al., 2018; Guevarra et al., 2019). Their growth performance and general health are severely harmed by this. The implantation and colonization of the microbe as well as the subsequent development of a subject's healthy gut milieu are necessary for the early formation of the gut symbiotic microbiota. Concurrently, the symbiont and host work together to coordinate the formation and growth of a functioning host immune system (Belkaid and Hand, 2014). Antibiotic dependency and resistance can arise from the overuse of antibiotic growth promoters in animal feed, which can upset the intestinal microenvironment's homeostasis and compromise the immune system's equilibrium. How to guarantee the long-term viability of animal production for food without resorting to antibiotics is still a mystery in today's world. According to recent research, less expensive alternatives to antibiotics, such as dietary peptides, organic acids, enzymes, probiotics, essential oils, and phytochemicals, may be protective against infections and help to maintain homeostasis in the intestinal milieu.

For this reason, it is essential to create practical and safe methods of continuing animal production for food in order to protect human health and animal welfare worldwide. This present problem might be resolved by using bioactive-based antibiotic substitutes in animal feed.

### **MICROBIAL DERIVED PRODUCTS**

Structurally, microbially generated goods come from a range of microorganisms, mostly bacteria, yeast, and mold. novel methods for producing novel compounds from microbes have been invented, or current methods have been enhanced, thanks to recent developments in molecular biological techniques. A wide range of bioactive compounds are making their way into the market and turning into worthwhile substitutes for antibiotics in the preparation of animal feed. These days, these compounds are employed for purposes other than infection prevention through chemical defence.

One of the most widely used microbial products in the manufacturing of animal feed is probiotics. Most frequently, bacteria from the genera *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Bacillus*, and *Bifidobacterium*—the most widely used of which are found in animal feed—are employed as probiotic microorganisms (Alayande et al., 2020). Probiotic supplements contain a variety of *Bacillus* species because of their heat stability and capacity to withstand the low pH of the stomach (Rosman et al., 2020). Numerous probiotics have been given the designation of "Generally Recognized as Safe" (GRAS), and in the manufacturing of animal feed, they are seen to be an excellent substitute for antibiotics (Alayande et al., 2020). Feed supplements that contain components obtained from microorganisms, however, run the danger of having AMR genes, which can spread to harmful bacteria and commensal flora in the gut (Wannaprasat et al., 2009). Commercial probiotic feed products frequently have inaccurate labelling that provide information on the species, population level, or count of bacteria. The use of probiotics in livestock practices has a double-edged effect, as these findings show. In order to ensure the safety of certain probiotic candidate strains and minimize their potential to contribute to the transmission of transmissible AMR genes, further investigation is required.

### **DRUGS, CHEMICALS AND ENZYMES**

For nearly 75 years, antibiotics have had a remarkable positive impact on the production, growth efficiency, and general health of livestock and poultry (Mehdi et al., 2018), however, these advantages must now be duplicated using a range of cutting-edge substances

(Salaheen et al., 2017). The positive effects of antibiotics on animal health and productivity are altered by a variety of factors, including non-antibiotic compounds and enzymes. The use of a logical combination of different complementary targeted techniques is being tried in the EU for a synergistic reduction in infections and/or increased growth efficiency of food animals, even if no medicine or molecule can fully replace the functions formerly carried out by antibiotics. Antibiotic treatments are utilized to enhance the health and productivity of honeybees, despite the tendency to only consider their use in animal medicine (Yerlikaya, 2014).

### **PHENOL AND BENZOIC DERIVATIVE POLYMERS**

Certain polymers, like phenol and benzoic acid, have special antibacterial qualities because they contain aromatic and organic components. While benzoic acid is utilized as an ecologically acceptable antibacterial and has broad-spectrum inhibitory effect, phenol is a potent antimicrobial agent that can damage cell membranes. Park et al. produced vinyl polymers with pendant groups of phenol or benzoic acid, which are currently undergoing testing to determine their efficacy against *S. aureus* and *P. aeruginosa*. Polymers are utilized as coating materials even though, in halo diffusion tests, they show less antibacterial action than monomers. But while benzoic acid pendant vinyl polymers showed the opposite effect, phenol pendant vinyl polymers were slightly more efficient against *S. aureus* than *P. aeruginosa* (Park et al., 2001). On the other hand, it has been discovered that aminated polyacrylonitrile (PAN) polymers, which immobilize benzaldehyde derivatives through their amine termini, have more antibacterial activity and more bioactive groups (Alamri et al., 2012). Inhibition zone diameters increase significantly with the number of bioactive groups in each polymer prepared for a variety of microbes, including *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, and *A. niger* (Park et al., 2001).

### **CONCLUSION**

One might question if using antibiotics is actually the final resort for treating bacterial illnesses. In the early stages of the disease, the usage of supplements containing natural components like cineole might be taken into consideration for treatment. Selecting this pathway will frequently enable the achievement of the intended therapeutic result and reduce the chance that bacteria may develop new resistance mechanisms. Naturally, the ideal course of action is the prompt administration of a well-chosen antibiotic in the event of a quickly advancing infection or a potentially fatal infection. But in this instance, a combination therapy



might be regarded as a "last resort" in primary sensitive microorganisms, offering at least some protection against the emergence or development of antibiotic resistance.

## REFERENCES

- Alamri A., El-Newehy M.H., Al-Deyab S.S. Biocidal polymers: Synthesis and antimicrobial properties of benzaldehyde derivatives immobilized onto amine-terminated polyacrylonitrile. *Chem. Cent. J.* 2012;6:1.
- Alayande, K.A.; Aiyegoro, O.A.; Ateba, C.N. Probiotics in Animal Husbandry: Applicability and Associated Risk Factors. *Sustainability* 2020, 12, 1087.
- Asokan G.V. and Kasimanickam R.K 2013. Emerging infectious diseases, antimicrobial resistance and millennium development goals: Resolving the challenges through one health. *Central Asian Journal of Global Health*2 (2013) 76–76
- Belkaid Y., and Hand T.W., 2014. Role of the microbiota in immunity and inflammation. *Cell*, 157 (2014), pp. 121-141
- Burt, S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—A review. *Int. J. Food Microbiol.* 2004, 94, 223–253.
- CDC 2018. CDC and food safety. <https://www.cdc.gov/foodsafety/cdc-and-food-safety.html>
- Frost I., Van Boeckel T.P., Pires J., Craig J. and Laxminarayan R., 2019. Global geographic trends in antimicrobial resistance: The role of international travel. *Journal of Travel Medicine*, 26 (2019), pp. 1-13
- Gadde U.D., Oh S., Lillehoj H.S. and Lillehoj E.P.,2018. Antibiotic growth promoters virginiamycin and bacitracin methylene disalicylate alter the chicken intestinal metabolome. *Scientific Reports*, 8 (2018), pp. 1-8.
- Guevarra R.B., Lee J.H., Lee S.H., Seok M.-J, Kim D.W., Kang B.N., 2018. Piglet gut microbial shifts early in life: Causes and effects. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10 (2019), pp. 1-10
- Gupta, C.D. Prof and S. Gupta. Natural useful therapeutic products from microbes. *J. Microbiol. Exp.* 2014, 1, 6.
- Lorenzo-Leal AC, Palou E., López-Malo A., Bach H. Pimenta dioica ve Rosmarinus officinalis Esansiyel Yağlarının Antimikrobiyal, Sitotoksik ve Anti-İnflamatuvar Aktiviteleri. *BioMed Arş. Uluslararası* 2019; 2019: 1639726.
- Ma Y., Ding S., Fei Y., Liu G., Jang H. and Fang J., 2019. Antimicrobial activity of anthocyanins and catechins against foodborne pathogens *Escherichia coli* and *Salmonella*. *Food Control*, 106 (2019), Article 106712
- Mahmood T., Akhtar N., Khan B.A. Herbs as alternate in treating acne. *Bratisl. Med. J.* 2012;13:25.
- Mehdi, Y.; Létourneau-Montminy, M.-P.; Gaucher, M.-L.; Chorfi, Y.; Suresh, G.; Rouissi, T.; Brar, S.K.; Côté, C.; Ramirez, A.A.; Godbout, S. Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Anim. Nutr.* 2018, 4, 170–178.
- Organization W.H., 2014. Antimicrobial resistance: Global report on surveillance. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112642/?sequence=1>
- Park ES, Moon WS, Song MJ, Kim MN, Chung KH, Yoon JS Fenol ve benzoik asit türevlerinin antimikrobiyal aktivitesi. *Uluslararası Biyobozunur. Biyobozunur.* 2001; 47:209–214.

- Rozman, V.; Lorbeg, P.M.; Accetto, T.; Matijašić, B.B. Characterization of antimicrobial resistance in lactobacilli and bifidobacteria used as probiotics or starter cultures based on integration of phenotypic and in silico data. *Int. J. Food Microbiol.* 2020, 314, 108388.
- Salaheen, S.; Kim, S.-W.; Haley, B.J.; Van Kessel, J.A.S.; Biswas, D. Alternative Growth Promoters Modulate Broiler Gut Microbiome and Enhance Body Weight Gain. *Front. Microbiol.* 2017, 8, 2088.
- Seal, B.S.; Drider, D.; Oakley, B.B.; Brüssow, H.; Bikard, D.; Rich, J.O.; Miller, S.; Devillard, E.; Kwan, J.; Bertin, G.; et al. Microbial-derived products as potential new antimicrobials. *Vet. Res.* 2018, 49, 66.
- Tauxe R.V., Doyle M.P., Kuchenmuller T., Schlundt J. and Stein C.E., 2010. Evolving public health approaches to the global challenge of foodborne infections. *International Journal of Food Microbiology*, 139 (2010), pp. S16-S28
- Yerlikaya, O. 2014. Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic viability of fermented milk beverages. *Mljekarstvo*, 64, 268–279.
- Wannaprasat, W.; Koowatananukul, C.; Ekkapobyotin, C.; Chuanchuen, R. Quality analysis of commercial probiotic products for food animals. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 2009, 40, 1103–1112.
- Wyszkowska-Kolatko M., Koczurkiewicz P., Wójcik K., Pękała E. Rośliny lecznicze w terapii chorób skóry. *Postępy Fitoter.* 2015;3:184–192.

## YENİ NESİL GEN DİZİLEME TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIM VE UYGULAMA ALANLARI

**Yusuf ESEN**

Ardahan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü  
Ardahan University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Food Processing

**ORCID ID:** 0000-0003-1173-0677

**Pınar ŞEKERCİ KELEŞ**

Ardahan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü  
Ardahan University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering

**ORCID ID:** 0000-0002-6225-4781

### ÖZET

454 Life Sciences şirketinin ikinci nesil dizileme makinesi GS20'yi piyasaya sürdüğü 2005 yılından bu yana, genom teknolojisinin ve moleküler biyolojinin dokunulmayan çok az alanı kalmıştır. Sonunda, gen dizileme platformlarının savaşını kazanan, Illumina'nın sentez yoluyla dizileme (SBS) teknolojisi olmuş ve artık dünya çapında gen dizileme pazarına hâkim olmuşlardır. Zamanının yeni nesli olan bu makineler hala dizileme pazarında en büyük paya sahip olsa da DNA şablonlarını güçlendirme, ardından tek floresan nükleotidlerle genişletme ve her adımda görüntüleme ihtiyaçları, kaçınılmaz aşamalandırma sorunları nedeniyle bunları 100-400 bp'lik kısa okuma uzunluklarıyla sınırlandırmaktadır. Bu daha kısa okumalar genom, transkriptom ve meta genom birleşimini daha zorlu hale getirmekte ve genomların bazı alanlarını bile çözülemez hale getirmektedir. Ancak son on yılda, yeni nesil dizileme (NGS) teknolojileri, genom araştırmalarında devrim yaratarak DNA ve RNA'nın eşi benzeri görülmemiş bir ölçek ve hızda analiz edilmesini sağlamıştır. NGS teknolojisinin tıp, tarım, gıda ve çevre bilimi gibi çeşitli alanlardaki potansiyel uygulamaları, bu teknolojinin gelişimini ve dünya çapında kullanımını hızlandırmıştır. Yeni nesil dizileme (NGS), genomların ve transkriptomların yüksek verimli bir şekilde dizilenmesini sağlayarak mikroorganizmaların incelenmesinde devrim yaratmıştır. NGS teknolojileri arasında mikrobiyal dizileme için yaygın olarak kullanılan Illumina ve Nanopore platformları yüksek doğruluk, hız ve maliyet etkinliği gibi avantajlar sunmaktadır. Kısa olan okuma uzunluğu, yüksek verimi ve baz başına nispeten düşük maliyetiyle Illumina'nın, genom, varyant tespiti ve gen ekspresyonu çalışmaları için çok uygun olduğu görülmektedir. Nanopore dizilimi ise uzun okumalar, gerçek zamanlı dizileme ve taşınabilirlik sağlayarak patojenlerin hızlı tanımlanması ve saha çalışmaları için faydalı olabilmektedir. Bu çalışmada, Illumina ile yeni nesil gen sekanslama teknolojisi nanopore arasında kıyaslaması yapılarak kullanım ve uygulama potansiyelleri üzerine yapılan çalışmalar incelenecektir.

**Anahtar kelimeler:** Gen dizileme, Illumina, Nanopore, yeni nesil dizileme.

## USE AND APPLICATION AREAS OF NEW GENERATION GENE SEQUENCING TECHNOLOGIES

### ABSTRACT

Few fields of genome technology and molecular biology have left unexplored since 454 Life Sciences unveiled its second-generation sequencing equipment, the GS20, in 2005. Ultimately, Illumina emerged victorious in the competition of gene sequencing platforms with their synthetic sequencing (SBS) technology, and they currently hold a dominant position in the global gene sequencing business. The requirement to amplify DNA templates, then extend them with single fluorescent nucleotides and image at each step limits these machines—the next generation of sequencing machines—to short read lengths of 100–400 bp because of inevitable phasing issues, even though they still hold the largest share of the sequencing market. The assembly of genomes, transcriptomes, and metagenomes is made more difficult by these shorter reads, which can even make some regions of the genomes unintelligible. However, next-generation sequencing (NGS) technologies have transformed genome research over the past ten years, allowing for previously unheard-of scale and speed in the analysis of DNA and RNA. The development and deployment of NGS technology has advanced globally due to its potential applications in a variety of sectors, including environmental research, agriculture, food science, and medicine. High-throughput sequencing of transcriptomes and genomes has been made possible by next-generation sequencing (NGS), which has completely changed the study of microbes. The commonly used Illumina and Nanopore platforms for microbial sequencing are among the NGS technologies that provide benefits including high accuracy, speed, and cost-effectiveness. Illumina seems to be a good fit for genome, variant detection, and gene expression research because of its short-read length, high throughput, and somewhat cheap cost per base. Yet, because nanopore sequencing offers large reads, real-time sequencing, and mobility, it can be helpful for field research and the quick detection of infections. This study compares Illumina with the next-generation gene sequencing technology, nanopore, to investigate their use and possible applications.

**Key words:** Gene sequencing, Illumina, Nanopore, next generation sequencing.

### INTRODUCTION

The molecular biology's central dogma explains how messenger RNA (mRNA), which is translated into functional proteins, is created by copying genes represented by DNA sequences. The collinearity theory, which states that the linear arrangement of subunits in a gene's DNA sequence correlates to the amino acid sequence of a protein, was initially put out

by Francis Crick in 1957. When the whole genetic code was discovered in 1966, it became possible to predict protein sequences by translating DNA sequences (Anderson et al., 1981). A decade later, reliable methods for quick DNA sequencing were developed, making it possible to sequence huge DNA molecules like the 40 kb Lambda bacteriophage genome and the 16.5 kb human mitochondrial genome. Following that time, advancements in sequencing techniques have been made, particularly regarding Sanger's enzymatic chain termination approach, which has been modified to accommodate various forms of automation (Sanger et al., 1982; Sterky & Lundeberg, 2000).

A wide range of applications, including molecular cloning, breeding, identifying pathogenic genes, and comparative and evolutionary research, might benefit from the use of DNA sequencing technology by biologists and medical professionals. The ideal DNA sequencing technology should be inexpensive, quick, precise, and simple to use. The last thirty years have seen a significant advancement in DNA sequencing technology and applications, which are the driving force behind the genome age. This era is marked by an abundance of genomic data, which has led to a wide variety of study topics and numerous applications (Church & Gilbert, 1984). Reviewing the NGS systems, weighing the benefits and drawbacks of each, talking about the different uses, and assessing the recently released PGMs (personal genome machines) and third-generation sequencing technologies and applications all require a historical perspective on the development of sequencing technology (Stefan et al., 2022). The automated sequencing instruments and related software, which emerged in 1998 and used Sanger sequencing and capillary sequencing equipment, were the primary instruments for finishing the human genome project in 2001. This initiative significantly accelerated the creation of potent new sequencing instruments that will improve accuracy and speed while lowering labor costs. Furthermore, X-prize sped up the advancement of next-generation sequencing (NGS). The Sanger technique and NGS technology differ in terms of decreased cost, high throughput, and massively parallel processing. Biological explanations and subsequent data analysis remain the bottleneck in comprehending genomes, notwithstanding the convenience that NGS brings to the process of sequencing genomes (Collins et al., 2003). After the Human Genome Project's completion, the 454 system was introduced in 2005. The following year, Solexa released Genome Analyzer, and Agencourt provided SOLiD (Sequencing by Oligo Ligation Detection). These three massively parallel sequencing systems are the most common in next-generation sequencing (NGS), and they all performed well in terms of throughput, accuracy, and cost when compared to Sanger sequencing. Following

their founding, these businesses were acquired by other businesses: Applied Biosystems bought Agencourt in 2006, Roche bought 454 in 2007, and Illumina bought Solexa. These three systems have improved over the years, each with unique benefits and improved performance in terms of read duration, accuracy, applications, consumables, labor requirements, and informatics infrastructure, among other areas.

While next generation sequencing is becoming more popular and undergoing significant modifications, third-generation sequencing is providing fresh insights into the sequencing process. Third-generation sequencing offers two distinguishing features. First, no PCR is required prior to sequencing, which reduces the time required for DNA preparation before sequencing. Second, the signal is caught in real time, which means that the signal is monitored during the enzymatic process of adding nucleotide in the complementary strand, whether it is fluorescent (Pacbio) or electric current (Nanopore) (Timp et al., 2010). So, one of the sequencing technologies that has attracted the most attention in recent years is Oxford Nanopore. Nanopore is also a third-generation sequencing technology. Nanopores are microscopic biopores with nanoscale diameters that can be found in protein channels embedded in lipid bilayers to promote ion exchange (Song et al., 1996). An electrically resistant polymer membrane has a nanoscale protein pore, or "nanopore," which serves as a biosensor<sup>1,3</sup>. In order to create an ionic current that drives negatively charged single-stranded DNA or RNA molecules through the nanopore from the negatively charged 'cis' side to the positively charged 'trans' side, an electrolytic solution is continuously voltageed. (Deamer et al., 2016). In this review article, it is aimed to examine the changes in gene sequencing technologies from past to present and to compare old technologies with new ones.

### **TRANSFORMATIVE IMPACT OF NGS TECHNOLOGIES**

The Roche 454 was the first commercially viable next-generation system. Pyrosequencing technique is used in this sequencer. Pyrosequencing technique, rather than employing dideoxynucleotides to end chain amplification, relies on the detection of pyrophosphate generated during nucleotide incorporation. The library DNAs containing 454-specific adaptors are denatured into single strands before being collected by amplification beads and emulsion PCR. Then, using ATP sulfurylase, luciferase, luciferin, DNA polymerase, and adenosine 5 phosphosulfate (APS), one of the dNTP (dATP, dGTP, dCTP, dTTP) will complement to the bases of the template strand and release pyrophosphate (PPi) equal to the amount of incorporated nucleotide. The ATP generated from PPi pushes luciferin into oxyluciferin, which produces visible light (Froehlich et al., 2010; Leamon, 2011).

In 2006, Applied Biosystems acquired SOLiD (Sequencing by Oligo Ligation Detection). The sequencer employs two-base sequencing technique based on ligation sequencing. The libraries can be sequenced using a SOLiD flowcell using an 8-base-probe ligation that includes a ligation site (the first base), a cleavage site (the fifth base), and four separate fluorescent dyes (connected to the last base). The fluorescent signal will be captured when the probes complementary to the template strand and will be lost when the last three bases of the probes are cleaved. After 5 rounds of sequencing with ladder primer sets, the sequence of the fragment can be inferred. SOLiD's initial read length was 35 bp, and the output was 3 G data per run. Because of the two-base sequencing approach, SOLiD was able to achieve a high accuracy of 99.85% after filtering. ABI released the first SOLiD system in the end of 2007. The SOLiD 5500xl sequencing system was released in late 2010 (Mardis, 2008).

The Genome Analyzer (GA) was introduced by Solexa in 2006, and Illumina acquired the business in 2007. Sequencing by synthesis (SBS) technology is used by the sequencer. After the fixed adaptor library is grafted to the flowcell and denatured to single strands, clusters containing fragments of clonal DNA are produced via bridge amplification. Prior to sequencing, a linearization enzyme is used to splice the library into single strands. Four different types of nucleotides—ddATP, ddGTP, ddCTP, and ddTTP—with distinct cleavable fluorescent dyes and a detachable blocking group complement the template one base at a time. A charge-coupled device (CCD) then records the signal (Mardis, 2008). Compared to 454 and SOLiD, HiSeq 2000 is the least expensive sequencing technology, costing \$0.02 per million bases (reagent counted exclusively by BGI). P5/P7 primers and adapters have multiplexing built in, thus it could process hundreds of samples at simultaneously. HiSeq 2000 requires CASAVA for secondary analysis, RTA for on-instrument base-calling, and HCS for program control (HiSeq control software). A 3 TB hard drive comes with the HiSeq 2000. With the use of Truseq v3 reagents and related software, HiSeq 2000 has greatly enhanced high-GC sequencing. MiSeq is a bench top sequencer that was introduced in 2011 and is particularly helpful for sequencing amplicons and bacterial samples. It shared most of the technology found in HiSeq (Huse et al., 2007). In summary, among the three NGS systems that have been reviewed so far, the Roche 454 system has the longest read length, the SOLiD system has the highest accuracy, and the Illumina HiSeq 2000 has the largest output and lowest reagent cost.

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF ILLUMINA AND NANOPORE PLATFORMS**

The field of genetic analysis has seen a significant transformation because to next-generation sequencing (NGS) technology, with two major platforms emerging—Illumina and



Nanopore—each with unique benefits. The industry leader in short-read sequencing, Illumina, is recognized for its high throughput, affordability, and accuracy in sequencing by synthesis (SBS) technology (Mamanova et al., 2010). It is particularly well-suited for applications like genome sequencing, variant identification, and gene expression research because of its low read lengths. By passing DNA strands through protein nanopores, Nanopore sequencing, on the other hand, is unique in that it can produce long-read sequences in real-time (Jain et al., 2018). Nanopore technology provides advantages like portability, minimal sample preparation, and the potential for rapid analysis, making it particularly valuable for field research and immediate pathogen detection (Laver et al., 2015).

The advantages and disadvantages of both technologies are shown via a comparative study. Due to its short-read limitations, Illumina may have adversities in resolving repeated sequences and structural differences, but its high sensitivity and cost-effectiveness make it the preferred choice for a variety of research and clinical applications that require accurate data (Mamanova et al., 2010). In contrast, the long-read capacity of Nanopore sequencing assist in identifying complex genomic regions, allowing it easier to identify mutations and improve the construction of a genome from beginning. However, Nanopore's poorer accuracy compared to Illumina presents issues in high precision applications. Nonetheless, ongoing technological advances in both platforms continue to refine their capabilities, broadening their potential applications in a wide range of scientific areas (Rhoads & Au, 2015).

### **APPLICATION AND SCOPE OF NGS TECHNOLOGIES**

Illumina's sequencing technology has been widely utilized across various sectors due to its high accuracy and lower costs. In the field of medicine, Illumina's technology has played a very important role in advancing cancer genomics. For instance, the study carried out by Van Allen et al. utilized Illumina to identify genetic alterations in tumours, facilitating targeted therapy approaches and personalized treatment strategies for cancer patients (Lohr et al., 2014). Illumina sequencing has also played a significant role in preimplantation genetic testing related to reproductive health. This has improved the selection of viable embryos during in vitro fertilization operations, leading to higher success rates for healthy pregnancies. Furthermore, the utilization of Illumina in agricultural genomics has resulted in significant progress in crop development. This is demonstrated by the work of Varshney et al., where the platform was used to accelerate breeding programs by enabling genome sequencing and trait mapping in a variety of crops (Capalbo et al., 2019; Varshney et al., 2009).

On the other hand, Nanopore sequencing's long-read capabilities have found extensive applications, especially in environmental research and infectious disease monitoring. For instance, a study by Quick et al. demonstrated the use of Nanopore sequencing for real-time genome sequencing during the Ebola virus outbreak, enabling rapid surveillance and providing critical insights into virus evolution and transmission dynamics. Additionally, in environmental DNA (eDNA) analysis, Nanopore sequencing has been pivotal in biodiversity assessment and monitoring. Bohmann et al. showcased its application by identifying various species from eDNA samples, providing a non-invasive method for studying wildlife and assessing ecosystem health (Bohmann et al., 2014; Quick et al., 2016). These case studies highlight the various applications of Illumina and Nanopore platforms agriculture, medicine, environmental research, and infectious disease monitoring, demonstrating their significant impact on advancing scientific studies.

Objective of a study performed by Linde et al. was to compare the performance of Illumina and Oxford Nanopore Technology (ONT) sequencing platforms in the context of bacterial epidemiology, focusing on highly pathogenic bacteria such as *Bacillus anthracis*, *Brucella* species, and *Francisella tularensis*. While Illumina sequencing is established for genetic marker detection and high-resolution genotyping in such contexts, the study aimed to evaluate the potential of ONT long-read sequencing, especially for bacterial strains with minimal genomic variations. Three independent sequencing runs were conducted using both technologies for six strains of each pathogen, comparing data from ONT sequencing alone, Illumina sequencing alone, and two hybrid assembly approaches (Linde et al., 2023). The study's conclusion highlighted the potential feasibility of using a combination of ONT and Illumina data for high-resolution genotyping in certain bacteria, particularly *F. tularensis* and *B. anthracis*. However, for *Brucella suis*, challenges persist in achieving comparable results between Illumina and ONT data. The ongoing advancements in nanopore technology and subsequent data analysis are expected to further improve high-resolution genotyping, potentially enabling comprehensive genotyping for all highly stable-genome bacteria in the future.

## CONCLUSION

The evolution of DNA sequencing technology, from the foundational work of Francis Crick's collinearity theory to the advancements in next-generation sequencing (NGS) and the emergence of third-generation sequencing technologies, has revolutionized molecular biology. The progression from Sanger sequencing to massively parallel sequencing systems,

including Roche 454, SOLiD, and Illumina's Genome Analyzer, marked a pivotal shift toward high-throughput, cost-effective, and accurate sequencing methods. These innovations significantly accelerated various biological applications, from molecular cloning to understanding pathogenic genes and evolutionary research.

The comparison between NGS and third-generation sequencing unveils intriguing prospects. Third-generation sequencing, notably exemplified by Oxford Nanopore, presents distinct advantages such as real-time signal detection and obviating the need for PCR, revolutionizing the sequencing landscape. Nanopore's nanopore technology, operating with microscopic protein pores, allows for portable and rapid analysis, showing promise for diverse applications in genetic analysis, pathogen detection, and environmental research.

The comparative analysis of Illumina and Nanopore platforms highlights their respective strengths and limitations. Illumina's short-read sequencing boasts high accuracy and cost-effectiveness, making it instrumental in various clinical and research settings despite limitations in resolving repeated sequences. In contrast, Nanopore's long-read capability aids in identifying complex genomic regions, but its slightly lower accuracy poses challenges in high-precision applications.

The real-world impact of these sequencing technologies spans multiple domains. Illumina's technology has significantly advanced cancer genomics, reproductive health through preimplantation genetic testing, and agricultural genomics, facilitating crop development and breeding programs. Meanwhile, Nanopore's long-read capabilities have found applications in infectious disease monitoring, exemplified by its use during the Ebola virus outbreak, and environmental research, enabling non-invasive biodiversity assessments.

Recent studies evaluating the performance of Illumina and Oxford Nanopore Technology in bacterial epidemiology underscore the potential of combining both technologies for high-resolution genotyping, especially in stable-genome bacteria. Although challenges persist, advancements in nanopore technology and data analysis are expected to further refine genotyping methodologies, potentially enabling comprehensive genotyping for a broader spectrum of highly stable-genome bacteria.

As sequencing technologies continue to advance, future research should focus on overcoming the limitations of each platform while harnessing their combined strengths. Further refinement of third-generation sequencing technologies, particularly Nanopore, should aim to improve accuracy and throughput, making it more viable for high-precision applications. Additionally,

ongoing efforts to optimize data analysis pipelines and software tools are crucial to maximize the potential of sequencing technologies. Collaboration among interdisciplinary fields, including molecular biology, bioinformatics, and computational sciences, is imperative for developing comprehensive and standardized methodologies for data interpretation and analysis.

Moreover, studies exploring the integration of multiple sequencing platforms, such as hybrid assembly approaches combining Illumina and Nanopore data, hold promise for enhancing genomic analyses, especially in complex bacterial genomics. Continued research investments and collaborations are vital to leverage the transformative potential of DNA sequencing technologies, paving the way for ground-breaking discoveries in diverse scientific realms and expanding the horizon of genetic analysis and its applications in various fields.

## REFERENCES

- Anderson, S., Bankier, A. T., Barrell, B. G., De Bruijn, M. H. L., Coulson, A. R., Drouin, J., Eperon, I. C., Nierlich, D. P., Roe, B. A., Sanger, F., Schreier, P. H., Smith, A. J. H., Staden, R., & Young, I. G. (1981). Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature* 1981 290:5806, 290(5806), 457–465. <https://doi.org/10.1038/290457a0>
- Bohmann, K., Evans, A., Gilbert, M. T. P., Carvalho, G. R., Creer, S., Knapp, M., Yu, D. W., & Bruyn, M. (2014). Environmental DNA for wildlife biology and biodiversity monitoring. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(6), 358–367. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.04.003>
- Capalbo, A., Valero, R. A., Jimenez-Almazan, J., Pardo, P. M., Fabiani, M., Jiménez, D., Simon, C., & Rodriguez, J. M. (2019). Optimizing clinical exome design and parallel gene-testing for recessive genetic conditions in preconception carrier screening: Translational research genomic data from 14,125 exomes. *PLoS Genetics*, 15(10), e1008409. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1008409>
- Church, G. M., & Gilbert, W. (1984). Genomic sequencing. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 81(7 I), 1991–1995. <https://doi.org/10.1073/PNAS.81.7.1991>
- Collins, F. S., Morgan, M., & Patrinos, A. (2003). The Human Genome Project: Lessons from Large-Scale Biology. *Science*, 300(5617), 286–290. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1084564>
- Deamer, D., Akeson, M., & Branton, D. (2016). Three decades of nanopore sequencing. *Nature Biotechnology* 2016 34:5, 34(5), 518–524. <https://doi.org/10.1038/nbt.3423>
- Froehlich, T., Heindl, D., & Roesler, A. (2010). *Miniaturized, high-throughput nucleic acid analysis*.
- Huse, S. M., Huber, J. A., Morrison, H. G., Sogin, M. L., & Welch, D. M. (2007). Accuracy and quality of massively parallel DNA pyrosequencing. *Genome Biology*, 8(7), R143. <https://doi.org/10.1186/gb-2007-8-7-r143>
- Jain, M., Koren, S., Miga, K. H., Quick, J., Rand, A. C., Sasani, T. A., Tyson, J. R., Beggs, A. D., Dilthey, A. T., Fiddes, I. T., Malla, S., Marriott, H., Nieto, T., O’Grady, J., Olsen, H. E., Pedersen, B. S., Rhie, A., Richardson, H., Quinlan, A. R., ... Loose, M. (2018). Nanopore sequencing and assembly of a human genome with ultra-long reads. *Nature Biotechnology*, 36(4), 338–345. <https://doi.org/10.1038/nbt.4060>

- Laver, T., Harrison, J., O'Neill, P. A., Moore, K., Farbos, A., Paszkiewicz, K., & Studholme, D. J. (2015). Assessing the performance of the Oxford Nanopore Technologies MinION. *Biomolecular Detection and Quantification*, 3, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.bdq.2015.02.001>
- Leamon, J. H. (2011). *Bead emulsion nucleic acid amplification*.
- Linde, J., Brangsch, H., Hölzer, M., Thomas, C., Elschner, M. C., Melzer, F., & Tomaso, H. (2023). Comparison of Illumina and Oxford Nanopore Technology for genome analysis of *Francisella tularensis*, *Bacillus anthracis*, and *Brucella suis*. *BMC Genomics*, 24(1), 258. <https://doi.org/10.1186/s12864-023-09343-z>
- Lohr, J. G., Adalsteinsson, V. A., Cibulskis, K., Choudhury, A. D., Rosenberg, M., Cruz-Gordillo, P., Francis, J. M., Zhang, C.-Z., Shalek, A. K., Satija, R., Trombetta, J. J., Lu, D., Tallapragada, N., Tahirova, N., Kim, S., Blumenstiel, B., Sougnez, C., Lowe, A., Wong, B., ... Love, J. C. (2014). Whole-exome sequencing of circulating tumor cells provides a window into metastatic prostate cancer. *Nature Biotechnology*, 32(5), 479–484. <https://doi.org/10.1038/nbt.2892>
- Mamanova, L., Coffey, A. J., Scott, C. E., Kozarewa, I., Turner, E. H., Kumar, A., Howard, E., Shendure, J., & Turner, D. J. (2010). Target-enrichment strategies for next-generation sequencing. *Nature Methods*, 7(2), 111–118. <https://doi.org/10.1038/nmeth.1419>
- Mardis, E. R. (2008). The impact of next-generation sequencing technology on genetics. *Trends in Genetics*, 24(3), 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2007.12.007>
- Quick, J., Loman, N. J., Duraffour, S., Simpson, J. T., Severi, E., Cowley, L., Bore, J. A., Koundouno, R., Dudas, G., Mikhail, A., Ouédraogo, N., Afrough, B., Bah, A., Baum, J. H. J., Becker-Ziaja, B., Boettcher, J. P., Cabeza-Cabrerizo, M., Camino-Sánchez, Á., Carter, L. L., ... Carroll, M. W. (2016). Real-time, portable genome sequencing for Ebola surveillance. *Nature*, 530(7589), 228–232. <https://doi.org/10.1038/nature16996>
- Rhoads, A., & Au, K. F. (2015). PacBio Sequencing and Its Applications. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics*, 13(5), 278–289. <https://doi.org/10.1016/j.gpb.2015.08.002>
- Sanger, F., Coulson, A. R., Hong, G. F., Hill, D. F., & Petersen, G. B. (1982). Nucleotide sequence of bacteriophage  $\lambda$  DNA. *Journal of Molecular Biology*, 162(4), 729–773. [https://doi.org/10.1016/0022-2836\(82\)90546-0](https://doi.org/10.1016/0022-2836(82)90546-0)
- Song, L., Hobaugh, M. R., Shustak, C., Cheley, S., Bayley, H., & Gouaux, J. E. (1996). Structure of staphylococcal  $\alpha$ -hemolysin, a heptameric transmembrane pore. *Science*, 274(5294), 1859–1866. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.274.5294.1859>
- Stefan, C. P., Hall, A. T., Graham, A. S., & Minogue, T. D. (2022). Comparison of Illumina and Oxford Nanopore Sequencing Technologies for Pathogen Detection from Clinical Matrices Using Molecular Inversion Probes. *The Journal of Molecular Diagnostics*, 24, 395–405. <https://doi.org/10.1016/j.jmoldx.2021.12.005>
- Sterky, F., & Lundberg, J. (2000). Sequence analysis of genes and genomes. *Journal of Biotechnology*, 76(1), 1–31. [https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(99\)00176-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(99)00176-5)
- Timp, W., Mirsaidov, U. M., Wang, D., Comer, J., Aksimentiev, A., & Timp, G. (2010). Nanopore Sequencing: Electrical Measurements of the Code of Life. *IEEE Transactions on Nanotechnology*, 9(3), 281–294. <https://doi.org/10.1109/TNANO.2010.2044418>
- Varshney, R. K., Nayak, S. N., May, G. D., & Jackson, S. A. (2009). Next-generation sequencing technologies and their implications for crop genetics and breeding. *Trends in Biotechnology*, 27(9), 522–530. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2009.05.006>

## LUTEOLİN APOPTOZ YOLUYLA MELANOMA HÜCRELERİNİN ÇOĞALMASINI ENGELLER

**Meliha KOLDEMİR GÜNDÜZ**

Kütahya Health Sciences University, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of  
Basic Sciences, Kütahya, Türkiye  
**ORCID ID:** 0000-0003-0969-6377

**Elif AYDIN**

Kütahya Health Sciences University, Tavşanlı Vocational School of Health Services, Department of  
Medical Services and Techniques, Kütahya, Türkiye  
**ORCID ID:** 0000-0003-0877-453X

**Güllü KAYMAK**

Kütahya Health Sciences University, Simav Vocational School of Health Services, Department of  
Medical Services and Techniques, Kütahya, Türkiye  
**ORCID ID:** 000-0001-6309-0208

**Ayşe KOÇAK SEZGİN**

Kütahya Health Sciences University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry,  
Kütahya, Türkiye  
**ORCID ID:** 0000-0002-1510-2937

### ÖZET

Agresif bir kanser türü olan melanoma, dünya çapında görülme sıklığındaki artış nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. Mevcut melanoma tedavilerinin düşük yanıt oranları ve ciddi yan etkileri, melanoma tedavisini sınırlamaktadır. Bu nedenle melanomayla ilişkili mortaliteyi önlemek için yeni tedavi hedefleri araştırılmalıdır. Luteolin bitkilerde, meyvelerde ve sebzelerde bol miktarda bulunan biyoaktif bir flavonoiddir ve melanomanın önlenmesi için umut verici bir aday olarak ilgi çekmektedir. Çalışmanın amacı, luteolinin B16-F10 hücrelerindeki proliferasyona olan etkisini apoptoz üzerinden araştırmaktır. Luteolinin melanoma hücrelerindeki sitotoksik etkisi iCELLigence sistemi ile eş zamanlı olarak analiz edildi. Luteolinin melanoma hücrelerindeki apoptotik etkisi akridin oranj ve etidyum bromür (AO&EB) boyama ile tespit edildi. B16-F10 hücrelerine farklı dozlarda luteolin uygulanması sonucunda 24. ve 48. saatteki IC<sub>50</sub> değeri sırasıyla 281 µM ve 88.5 µM olarak bulunmuştur. 24. Saatte 281 µM luteolin ve 48. saatte 88.5 µM luteolin uygulaması sonucunda apoptotik etki gözlenmiştir. Sonuç olarak luteolin melanoma hücrelerinde zamana ve konsantrasyona bağlı olarak hücre büyümesini inhibe etmiş ve ölüme neden olarak antikanserojen etki göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Luteolin, B16-F10, Melanoma, iCELLigence Sistemi



## LUTEOLIN INHIBITS PROLIFERATION OF MELANOMA CELLS VIA APOPTOSIS

### ABSTRACT

Melanoma, an aggressive type of cancer, has become a major public health problem due to its increasing incidence worldwide. Low response rates and serious side effects of current melanoma treatments limit melanoma treatment. Therefore, new treatment targets should be investigated to prevent melanoma-related mortality. Luteolin is a bioactive flavonoid abundant in plants, fruits, and vegetables and has attracted interest as a promising candidate for the prevention of melanoma. The aim of the study is to investigate the effect of luteolin on proliferation in B16-F10 cells through apoptosis. The cytotoxic effect of luteolin on melanoma cells was analyzed at the same time with the iCELLigence system. The apoptotic effect of luteolin on melanoma cells was detected by acridine orange and ethidium bromide (AO&EB) staining. As a result of applying different doses of luteolin to B16-F10 cells, the IC<sub>50</sub> values at the 24th and 48th hours were found to be 281  $\mu$ M and 88.5  $\mu$ M, respectively. An apoptotic effect was observed as a result of the application of 281  $\mu$ M luteolin at the 24th hour and 88.5  $\mu$ M luteolin at the 48th hour. As a result, luteolin inhibited cell growth and caused death in melanoma cells depending on time and concentration, thus showing an anticarcinogenic effect.

**Keywords:** Luteolin, B16-F10, Melanoma, iCELLigence System

### 1. GİRİŞ

Ciltle ilgili en ölümcül kanser olan melanoma, pigment üreten melanositlerden kaynaklanır (Turner, Ware ve Bosenberg, 2018). Metastaz yeteneği en yüksek olan kanser türlerinden biri olan melanomanın erken tespiti oldukça önemlidir. Çünkü metastaz, cilt kaynaklı ölümün önde gelen nedeni olmaya devam etmektedir (Zivadinovic ve ark., 2016). Metastazın önlenmesi, hayatta kalım oranının artması için önemlidir (Becker ve ark., 2017). Bu nedenle melanoma tedavisi ve metastazı için terapötik adayların araştırılması oldukça ilgi çekicidir.

Kanser, istilacı potansiyele sahip anormal hücre büyümesine neden olan dünya genelinde önemli bir sağlık sorunudur (Devi ve ark., 2015). Bitkilerden elde edilen doğal biyoaktif bileşenler, farklı kanser türlerinin tedavisinde yeni ve güvenilir terapötik unsurlar olarak düşünülebilir (Montaser ve ark., 2011; Rengarajan ve ark., 2014). Oksidatif stres kanser patofizyolojisinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle kanser tedavisinde



antioksidanlar oldukça önemlidir (Devi ve ark., 2015). Geçtiğimiz yirmi yılda bitkilerden elde edilen biyoaktif bileşikler, kanserin ve inflamasyonun önlenmesinde ve/veya hafifletilmesinde yeni ajanlar olarak rapor edilmiştir (Ahmadi ve ark., 2015). Bu bileşikler arasında 5000'den fazla flavonoid tanımlanmıştır. Luteolinde bu flavonoidlerden biridir. Luteolin *in vitro* ve *in vivo* koşullar altında güçlü antikanser etkilere sahip olan önemli doğal antioksidanlardır (Devi ve ark., 2015). Luteolin kereviz, papatya, havuç, tatlı biber, brokoli, soğan yaprakları ve maydanoz gibi meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan bir flavonoiddir (Lin ve ark., 2008). Yapılan çalışmalar luteolinin, kanser hücresi apoptozunu ve hücre döngüsünün durdurulmasını teşvik etmek, hücre proliferasyonunu ve tümör büyümesini engellemek, ilaç direncini arttırmak ve kanser hücrelerinin istilasını ve metastazını hafifletmek dahil olmak üzere birçok mekanizma yoluyla kanser hücresi büyümesini baskıladığını göstermektedir (Wang ve ark, 2014; Cook ve ark, 2017). Luteolin melanomanın önlenmesi için umut verici bir aday olarak ilgi çekmektedir.

Bu çalışmada luteolinin B16-F10 hücre proliferasyonu ve apoptozu üzerindeki etkilerini araştırdık.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Deneysel Çalışmalar

#### *Hücre Kültürü*

Melanoma (B16-F10, ATCC® CRL-6475™) hücre hattı, American Type Culture Collection (Manassas, USA) alındı. B16-F10 hücreleri Dulbecco's Minimum Essential (ATCC, USA) + %10 Fetal Bovin Serum (ATCC, USA) ve penisilin / streptomisin (100 µg/ml; Gibco, US) içeren besi yerinde çoğaltıldı. Hücreler, 37 ° C'de % 5'lik CO<sub>2</sub> etüvde inkübe edildi.

#### *iCELLigence Sisteminde Hücrelere Luteolin Uygulanması*

Luteolin (Sigma) ticari olarak temin edildi ve DMSO ve besi yeri içinde mekanik olarak hazırlandı. B16-F10 kanser hücreleri iCELLigence platelere ekilerek hücrelere 250 µM, 100 µM, 50 µM, 10 µM, 5 µM, 2.5 µM ve 1 µM luteolin uygulandı. 48 saat boyunca 15 dakikalık periyotlarda ölçüm alındı. Kontrol hücrelerine sadece kültür ortamı eklendi.

#### *Akridin Oranj/ Etidyum Bromid Boyama*

Melanoma hücrelerindeki apoptozun tespiti Akridin Oranj (AO)- Etidyum Bromid (EB) boyama yöntemi kullanılarak tespit edildi. AO 100 µg/ml - EB 100 µg/ml fosfat tamponunda hazırlandı. 6 kuyucuklu plakalara 100000 hücre ekildi ve 24 saat inkübasyona bırakıldı. 24 ve 48 saat luteolin uygulandıktan sonra besi yeri ortamdan uzaklaştırıldı ve melanoma hücreleri

üzerine hazırlanmış olan AO/EB boyası eklendi. Floresan mikroskop (Zeiss Axio Vert A.1) kullanılarak apoptotik hücreler analiz edildi.

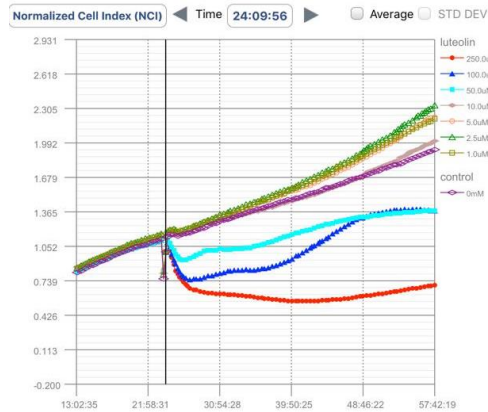
### ***İstatistiksel Analizler***

Hücre proliferasyon sonuçlarının değerlendirilmesi iCELLigence sistemi yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Logaritmik IC<sub>50</sub> değerlerini hesaplamak için Sigmoidal dose-response formülü kullanıldı.

## **2.2. Deneysel Sonuçlar**

### ***Luteolinin B16-F10 Melanoma Çoğalması Üzerine Etkileri***

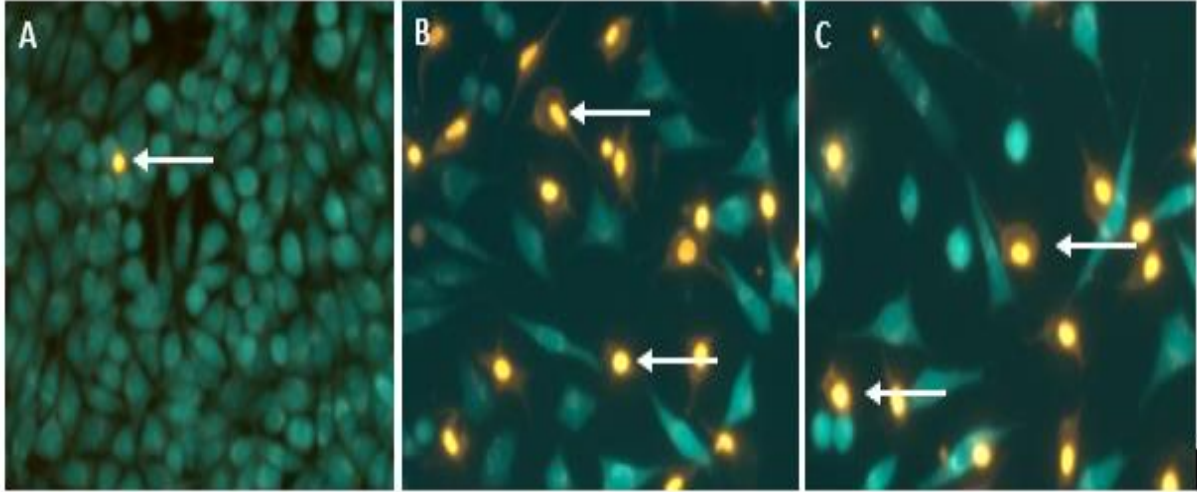
B16-F10 melanoma hücrelerine luteolin uygulamadan önce hücreler 24 saat standart besi yeri içerisinde kültüre edildi. Hücre kültürü ortamına 250 µM, 100 µM, 50 µM, 10 µM, 5 µM, 2.5 µM ve 1 µM luteolin uygulandı 48 saat boyunca ve 15 dakikalık süreçlerde ölçümler alındı (**Şekil 1**). Kontrol hücrelerine sadece kültür medyumunu eklendi. 250 µM luteolinin melanoma hücreleri üzerinde öldürücü etkiye sahip olduğu belirlendi. 100 ve 50 µM luteolin uygulamasının B16-F10 hücrelerinde çoğalmayı engelleyici etkiye sahip olduğu tespit edildi. 10 µM, 5 µM, 2.5 µM ve 1 µM luteolin uygulaması melanoma hücreleri üzerinde proliferasyonu inhibe edici etki oluşturmadı (**Şekil 1**). Melanoma hücrelerine 250 µM, 100 µM, 50 µM, 10 µM, 5 µM, 2.5 µM ve 1 µM luteolin uygulaması sonucunda 24. ve 48. saatteki IC<sub>50</sub> değeri 281 µM ve 88.5 µM olarak hesaplandı.



**Şekil 1.** iCELLigence sisteminde B16-F10 hücrelerine farklı dozlarda luteolin uygulaması

### ***Luteolinin B16-F10 Melanoma Hücrelerindeki Apoptotik Etkisi***

Luteolinin B16-F10 melanoma hücrelerindeki terapötik etkisini apoptoz üzerinden araştırmak için AO/EB boyama yapıldı. Bu çalışmada B16-F10 hücrelerine uygulanan luteolinin 24. ve 48. saatteki IC<sub>50</sub> dozunun apoptozu arttırdığını rapor ettik (**Şekil 2**). Bu sonuçlar luteolinin malign melanoma için tedavi edici olduğunu gösterebilir.



**Şekil 2.** Apoptotik etkiyi belirlemek için B16-F10 hücreleri üzerinde AO/EB boyaması yapıldı. Apoptotik hücreler (turuncu) ok ile gösterildi (A. Kontrol hücreler, B. 281 µM 24 saat luteolin uygulanan hücreler, C.88.5 µM 48 saat luteolin uygulanan hücreler).

### 3. SONUÇ

- ✓ Sonuç olarak, luteolinin zamana bağlı olarak B16-F10 hücreleri üzerinde etkili olduğu ve özellikle 48 saatlik uygulamada daha düşük dozda etkisi olduğu görülmüştür.
- ✓ Luteolinin B16-F10 melanoma hücrelerini inhibe edebileceği ve apoptozu indükleyerek antikanserojen etki göstermiştir.
- ✓ Luteolin melanoma tedavisinde terapötik potansiyel oluşturabilir. Ancak, luteolinin hücreler üzerindeki metabolik etkilerini tespit etmek için daha ileri moleküler çalışmalara ihtiyaç vardır.

### KAYNAKÇA

- Ahmadi A, Shadboorestan A, Nabavi SF, Setzer WN, Nabavi SM. The role of Hesperidin in cell signal transduction pathway for the prevention or treatment of Cancer *Curr. Med. Chem.*, 22 (2015), pp. 3462-3471
- Becker KA, Beckmann N, Adams C, Hessler G, et al. (2017). Melanoma cell metastasis via P-selectin-mediated activation of acid sphingomyelinase in platelets. *Clinical & Experimental Metastasis*, 34, 25–35. <https://doi.org/10.1007/s10585-016-9826-6>
- Cook MT, Liang Y, Besch-Williford C, Hyder SM. (2017). Luteolin inhibits lung metastasis, cell migration, and viability of triple-negative breast cancer cells. *Breast Cancer*, 9, 9–19. <https://doi.org/10.2147/ BCTT.S124860>
- Devi KP, Rajavel T, Nabavi SF, Setzer WN, et al. Hesperidin: a promising anticancer agent from nature *Ind. Crops Prod.*, 76 (2015), pp. 582-589
- Lin Y, Shi R, Wang X, Shen H. Luteolin, a flavonoid with potentials for cancer prevention and therapy *Curr. Cancer Drug Targets*, 8 (2008), pp. 634-646
- Montaser R, Luesch H. Marine natural products: a new wave of drugs? *Future Med. Chem.*, 3 (2011), pp. 1475-1489
- Rengarajan T, Nandakumar N, Rajendran P, Haribabu L, et al. D-Pinitol promotes apoptosis in MCF-7 cells via induction of p53 and Bax and inhibition of Bcl-2 and NF-kappa B *Asian Pac. J. Cancer Prev.*, 15 (2014), pp. 1757-1762

- Turner N, Ware O, Bosenberg, M. (2018). Genetics of metastasis: Melanoma and other cancers. *Clinical & Experimental Metastasis*, 35, 379–391. <https://doi.org/10.1007/s10585-018-9893-y>
- Wang L, Li W, Lin M, Garcia M, et al. (2014). Luteolin, ellagic acid and punicic acid are natural products that inhibit prostate cancer metastasis. *Carcinogenesis*, 35, 2321–2330. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgu145>
- Zivadinovic R, Mijovic Z, Petric A, Popovic J, et al. (2016). Metastatic malignant melanoma of the uterus diagnosed by colposcopy. *Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo*, 144 , 329–333. [10.2298/SARH1606329Z](https://doi.org/10.2298/SARH1606329Z)

## ALKOLSÜZ YAĞLI KARACİĞER HASTALIĞININ TEDAVİSİNDE GLP-1 RESEPTÖR AGONİSTLERİNİN ETKİNLİĞİ

**Meliha KOLDEMİR GÜNDÜZ**

Kütahya Health Sciences University, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Basic Sciences, Kütahya, Türkiye  
**ORCID ID:** 0000-0003-0969-6377

### ÖZET

Alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı (NAYKH), hepatositlerde aşırı lipit birikimi ile karakterize edilmektedir. Metabolik sendromlu hasta sayısının artması alkolsüz yağlı karaciğer hastalığının prevalansını arttırmaktadır. NAYKH ve metabolik sendrom (T2DM, obezite, hipertansiyon, dislipidemi) insülin direnciyle bağlantılı ortak bir patogeneze gösterir. NAYKH'deki insülin direnci, glikoz ve dolaşımdaki serbest yağ asit seviyelerinin yükselmesine neden olur. Dolaşımdaki yüksek serbest yağ asit seviyeleri, reseptör sonrası insülin sinyalinin inhibisyonu yoluyla insülin direncinin daha da kötüleşmesine neden olur. Glukagon benzeri peptid-1 (GLP-1) reseptör agonisti inkretin bazlı tip 2 diyabet tedavisinde kullanılan bir ilaç grubudur. GLP-1 reseptör agonistleri (GLP-1 RA'lar), karaciğer yağlanması olan hastalarda vücut ağırlığı, klinik ve biyokimyasal biobelirteçler üzerinde önemli etki göstermiştir. GLP-1 RA'lar, insülin sekresyonunu artırabilir ve glukagon sekresyonunu azaltabilir, mide boşalmasını geciktirebilir, iştahı ve kalori alımını azaltabilir. GLP-1 RA'lar alkolsüz yağlı karaciğer hastalığını tedavisi için önemli olabilirler. Bu derlemenin amacı, GLP-1 RA'ların NAYKH tedavisindeki rolüne ilişkin kanıtları özetleyerek gelecekteki tedavi potansiyellerine genel bir bakış sunmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı, GLP-1RA, Tedavi

### EFFECTIVENESS OF GLP-1 RECEPTOR AGONISTS IN THE TREATMENT OF NON-ALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASE

#### ABSTRACT

Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is characterized by excessive lipid accumulation in hepatocytes. The increasing number of patients with metabolic syndrome increases the prevalence of non-alcoholic fatty liver disease. NAFLD and metabolic syndrome (T2DM, obesity, hypertension, dyslipidemia) show a common pathogenesis linked to insulin resistance. Insulin resistance in NAFLD results in elevated glucose and circulating free fatty acid levels. High circulating free fatty acid levels cause further worsening of insulin resistance through inhibition of post-receptor insulin signaling. Glucagon-like peptide-1 (GLP-1)

receptor agonist is a group of incretin-based drugs used in the treatment of type 2 diabetes. GLP-1 receptor agonists (GLP-1 RAs) showed significant effects on body weight, clinical and biochemical biomarkers in patients with fatty liver. GLP-1 RAs can increase insulin secretion and decrease glucagon secretion, delay gastric emptying, and reduce appetite and calorie intake. GLP-1 RAs may be important for the treatment of non-alcoholic fatty liver disease. The aim of this review is to summarize the evidence on the role of GLP-1 RAs in the treatment of NAFLD and provide an overview of their future treatment potential.

**Keywords:** Non-alcoholic fatty liver disease, GLP-1RA, Treatment

## GİRİŞ

Karaciğer hastalıkları arasında en sık görülenlerde biri olan alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı (NAYKH), metabolik sendrom, obezite, insülin direnci, tip 2 diyabet gibi bileşenleriyle ilişkilidir (Chalasanı vd., 2012). Son zamanlarda NAYKH'nın görülme sıklığı giderek artmaktadır (Chalasanı vd., 2012). Karaciğer komplikasyonlarına ek olarak NAYKH, kardiyovasküler hastalıklar için bağımsız bir risk faktörü olarak kabul edilir (Targher ve ark., 2013; Gaggini ve ark., 2010). Karaciğer enzimlerinin artan serum aktivitesi, NAYKH prognozuyla ilgili prospektif çalışmalarda bağımsız olarak kardiyovasküler olayları ve kardiyovasküler mortaliteyi öngörmektedir (Lioudaki ve ark. 2011). NAYKH ve T2DM klinik uygulamada sıklıkla bir arada bulunur ve epidemiyolojik kanıtlar, T2DM ile NAYKH arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir (Lee ve ark., 2020). Diyabetli kişilerin yaklaşık %50-70'inde NAYKH vardır (Lonarda ve ark., 2015). NAFLD, insülin direnci ve metabolik sendrom için güçlü bir klinik sinyaldir ve T2DM için doğrulayıcı bir risk faktörü olarak kabul edilir (Lee ve ark., 2019). NAYKH dünya çapında karaciğer hastalığının önemli bir nedenidir. NAYKH 'nın başlıca riski obezite, T2DM ve metabolik sendromdur. NAYKH 'nın metabolik sendromun hepatik belirtisi olduğu ve obez ve diyabetik kişilerde oldukça yaygın olduğu giderek daha açık hale gelmiştir (Younossi ve ark., 2019).

Epidemiyoloji çalışmalarda, NAYKH'nın küresel yaygınlığının %25,24 olduğunu, en yüksek yaygınlık oranlarının Orta Doğu ve Güney Amerika'da ve en düşük oranın ise Afrika'da olduğunu belirlenmiştir (Younossi ve ark., 2016). NAYKH'nın patogenezi, çevresel faktörler, obezite, mikrobiyotadaki değişiklikler ve predispozan genetik varyantlar arasında karmaşık bir etkileşimi içerir ve bozulmuş lipit homeostazisi ve hepatositlerde trigliseritlerin ve diğer lipit türlerinin aşırı birikmesiyle sonuçlanır (Arab ve ark., 2018; Anty ve ark., 2019). Hepatik lipit birikiminin substratları esas olarak dolaşımdaki yağ asitlerinden kaynaklanır ve



geri kalanı diyetdeki yağ asitlerinden ve de novo lipogenezden kaynaklanır (Liu ve ark., 2010; Koo 2013). Artan lipit birikimi ve anormal lipit metabolizması, endoplazmik retikulum stresi, oksidatif stres ve hepatositlerin apoptozuyla sonuçlanır (Neuschwander-Tetri, 2010). Oksidatif stres ve reaktif oksijen radikalleri (ROS), tümör nekroz faktörü- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) ve interlökin-6'nın (IL-6) transkripsiyonunu artırır ve inflamatuvar hücrenin ROS-protein kinaz C (PKC) yoluyla karaciğere sızmasına neden olur. Beyaz yağ tarafından üretilen adipokinler (en bol bulunan adipokinler arasında leptin ve adiponektin bulunur) metabolizma ve bağışıklık arasındaki anahtar faktörlerdir. Aynı zamanda iki adipokin, inflamatuvar yanıtın tetiklenmesinde farklı rollere sahiptir. Leptin, TNF- $\alpha$  ve IL-6'yı yükseltir ve insülin direnci ve T2DM ile ilişkilidir. Buna karşılık, adiponektin antiinflamatuvar özelliklere sahiptir ve örneğin  $\kappa$ B aktivasyonu ve TNF- $\alpha$  ekspresyonu gibi proinflamatuvar immün aracılardan ekspresyonunu ve salınımını azaltır (Gatselis ve ark., 2014). NAYKH hastalarında serum leptin düzeylerinin arttığını, serum adiponektin düzeylerinin ise azaldığını gösteren kanıt desteği vardır (Zelber-Sagi ve ark., 2012), bu esas olarak iki tür adipokinin özellikleriyle ilişkilidir.

Glukagon benzeri peptid-1 reseptör agonistleri (GLP-1RA) inkretin bazlı bir tedavidir (Göksu ve Ünal, 2017). Bu tür ilaçlar alan obez hastalarda, lipid profilleri ve kolesterol homeostazında iyileşme gösterilmiştir (Moftafa ve ark., 2015). GLP-1, insülin sekresyonunun uyarılması ve glukagon salınımının glikoza bağımlı bir şekilde baskılanması, mide boşalmasının ve gıda alımının engellenmesi ve kilo kaybının azalması gibi çok çeşitli fizyolojik etkilere sahiptir (Campbell ve Drucker, 2013). Farklı çalışmalarda, GLP-1 agonistlerinin, T2DM'li hastalarda dolaşımdaki pro-inflamatuvar C-reaktif protein (CRP) (Mazidi ve ark., 2017) ve interlökin (IL) -6 (Daousi ve ark., 2013) seviyelerini azalttığı gösterilmiştir. Bununla birlikte, GLP-1'in, dolaşımdaki immün hücrelerde eksprese edilen reseptörü ile etkileşime girerek veya dolaylı olarak kilo kaybı ve glisemik iyileşmeyi teşvik ederek dolaylı olarak inflamasyonu modüle edip etmediği hala belirsizdir (Drucker, 2016).

Bu çalışmanın amacı, GLP-1 RA'ların NAYKH tedavisindeki rolüne ilişkin kanıtları özetleyerek gelecekteki tedavi potansiyellerine genel bir bakış sunmaktır.

## **GLUKAGON BENZERİ PEPTİD-1 RESEPTÖR AGONİSTLERİ VE ALKOLSÜZ YAĞLI KARACİĞER HASTALIĞI**

NAYKH için mevcut tedavi hala insülin direncini iyileştirmek ve yaşam tarzı müdahaleleri veya ajanlar yoluyla kiloyu azaltmakla sınırlıdır. Ne yazık ki, yaşam tarzı değişikliğini ve kalıcı kilo kaybını sürdürmek zordur ve insülin duyarlılaştırıcı ajanlar, NAYKH için daha az ve değişken etkinlik gösterir (Liu ve ark., 2019). Genel olarak, GLP-1 RA'ların neden olduğu olumlu metabolik profil (kilo kaybı ve kalori alımının azalması,



glisemik telafide iyileşme), T2DM ve obeziteye ek olarak NAYKH tedavisinde potansiyel etkinliklerinin hipotezlenmesine olanak tanır. Bu ortamda giderek artan kanıtlar üretildi. GLP-1 RA'ların steatoz ve karaciğer iltihabını ve potansiyel olarak fibrozis derecesini olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir. Bugüne kadar, GLP-1 RA'larla tedavinin faydalarının doğrudan mı yoksa ilaca bağlı kilo kaybına mı aracılık ettiği bilinmiyor (Nevola ve ark., 2023).

GLP-1 reseptör agonistlerinin NAYKH'nın ilerlemesini yavaşlatmadaki terapötik etkilerini ortaya koymuştur (Ding ve ark., 2006; PARlevliet ve ark., 2012). Basit steatoz NAYKH'nın erken evresidir. Ob/ob farelerinin karaciğerlerinde iltihaplanma ve fibroz bulunmadığından ob/ob fareleri, basit steatoz için klasik bir deneysel hayvan modeli olarak kabul edilir. Ob/ob farelerinde eksendin-4 uygulamasının insülin direncini etkili bir şekilde iyileştirdiği ve hepatik lipit içeriğini azalttığı görülmektedir (Ding ve ark., 2006). Karaciğer enzimlerinin serum aktivitesinde azalma aynı zamanda eksendin-4 tedavisi ile ob/ob farelerinde de gözlemlenmiştir (Ding ve ark., 2006). GLP-1 reseptörü agonisti, vücut ağırlığını, karaciğer lipit içeriğini ve hepatik enzimin plazma düzeylerini önemli ölçüde azaltır ve yüksek trans yağ diyetine sahip farelerde hepatik son noktalar üzerinde önemli yararlı etkiler gösterir. GLP-1 reseptör agonistlerinin insandaki NAYKH üzerindeki faydalı etkileri çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir. Yaklaşık 3 yıl süren eksenatid tedavisi, tip 2 diyabetli hastalarda hepatik yağ birikimini, insülin direncini ve kardiyovasküler hastalık riskini azalttı (Liu ve ark., 2019).

### **NAYKH'DA GLP-1 RA'LARIN ETKİ MEKANİZMALARI**

GLP-1 reseptör agonistlerinin NAYKH üzerindeki mekanizmaları henüz kesin olarak açıklanmamıştır. GLP-1 reseptör agonistleri kilo kaybı ve insülin duyarlılığını artırıcı etkilere sahiptir (Visball ve ark., 2012). Dolayısıyla NAYKH üzerindeki terapötik etki, artan insülin duyarlılığı ve azalan ağırlık ile ilişkili olabilir. GLP-1, NAYKH'nın ilerlemesini yalnızca dolaylı olarak NAYKH 'da yer alan temel parametreleri iyileştiren bir inkretin etkisi yoluyla değil, aynı zamanda hepatositlerin lipit metabolizması ve karaciğerdeki inflamasyon üzerinde doğrudan bir etki yoluyla tersine çevirir (Liu ve ark., 2019).

Çok duyarlı olmasalar da (Portillo-Sanchez ve ark., 2015) hepatik sitoliz belirteçleri (aspartat aminotransferaz-AST ve hepsinden önemlisi alanin aminotransferaz-ALT), NAYKH hastalarında potansiyel hepatik inflamasyonun epifenomenini temsil eder. NAYKH ilerlemesi riskini azaltan tedavilerin tümü, hepatik sitolizde önemli bir azalma ile ilişkilidir. NAYKH'lı aşırı kilolu veya obez hastalarda, vücut ağırlığındaki  $\geq$ %7-10 azalma, hastalığın histolojik derecesi ile birlikte karaciğer enzimlerini iyileştirir (Friedman ve ark., 2018). Başlangıçta

karaciğer enzimlerinde yükselme olan hastaların yaklaşık %40'ında tedaviden sonra normal ALT elde edildi. Daha sonra Fan ve ark. (2013) NAYKH'lı diyabetik hastalarda eksanatid ve metformin tedavisini karşılaştırdı. Yazarlar, eksanatid ile 12 haftalık tedavinin, metformin tedavisine kıyasla karaciğer enzimlerinde anlamlı bir azalma ile ilişkili olduğunu gösterdi (Fan ve ark., 2013). Benzer şekilde Sathyanarayana ve ark. (2011) aynı zamanda pioglitazonun yanı sıra eksanatid tedavisinin de T2DM'li hastalarda karaciğer hasarı oranlarını iyileştirdiğini göstermiştir. Bununla birlikte, ALT seviyelerindeki azalma, pioglitazon ve eksanatid ile kombine tedaviyi takiben anlamlı derecede daha fazla olmuştur. Karaciğer hasarının biyobelirteçleri üzerinde benzer bir etki, lixisanatid, dulaglutid, liraglutid ve semaglutid tespit edilmiştir (Nevola ve ark., 2023). NAYKH tedavisindeki diğer bir hedef, karaciğerde trigliserit birikiminin azaltılmasıdır. Bu bağlamda, GLP-1 RA'ların hepatik steatozu önemli ölçüde iyileştirdiği kanıtlanmıştır. Klinik öncesi çalışmalar, Gila canavarının tükürüğünden türetilen bir GLP-1R agonisti olan eksendin-4'ün, sinyalleme aktif ederek hem fare modellerinde (Ding ve ark., 2006) hem de insan hepatositlerinde (Gupta ve ark., 2010) trigliseritlerin hepatik birikimini önemli ölçüde azaltabildiğini göstermiştir.

## SONUÇ

Sonuç olarak NAYKH dünyada milyonlarca insanı etkilemektedir. NAYKH'nın mevcut tedavisi hala sınırlıdır ve terapötik etkileri hayal kırıklığı yaratmaktadır. GLP-1 reseptör agonisti, tip 2 diyabetin tedavisi için onaylanmış bir ilaçtır. Son zamanlarda, çeşitli çalışmalar GLP-1 reseptör agonistlerinin NAYKH ilerlemesini yavaşlatmadaki terapötik etkilerini göstermiştir. Bu etkiler hepatositlerin lipit metabolizması ve karaciğerdeki inflamasyon üzerinde doğrudan bir etki yoluyla dolaylı olarak tersine çevirir (Liu ve ark., 2019). GLP-1 reseptör agonistlerinin vücut ağırlığını, karaciğer hasarı indekslerini ve karaciğer yağ içeriğini azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir. NAYKH'li hastalarda önceden var olan karaciğer fibrozisinin iyileştirilmesinde GLP-1 RA'ların etkinliğine ilişkin şu anda hiçbir kanıt mevcut değildir (Nevola ve ark., 2023). GLP-1 RA'larla uzun süreli tedavi sonrası veriler yeterli değildir. GLP-1 RA'ların NAYKH'nın patogenezi ve prognozu üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini anlamak için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKÇA

- Anty R, Gual P. Pathogenesis of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Presse Med* (2019) 48(12):1468–83. doi: 10.1016/j.lpm.2019.09.051
- Arab JP, Arrese M, Trauner M. Recent Insights Into the Pathogenesis of Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Annu Rev Pathol* (2018) 13:321–50. doi: 10.1146/annurev-pathol-020117-043617
- Campbell JE and Drucker DJ. Pharmacology, physiology, and mechanisms of incretin hormone action. *Cell Metab*. 2013, 17, 819–837.
- Chalasanani N, Younossi Z, Lavine JE, Diehl AM, et al. The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: practice guideline by the American Gastroenterological Association,

- American Association for the Study of Liver Diseases, and American College of Gastroenterology. *Gastroenterology* 2012; 142(7): 1592–1609.
- Daousi C, Pinkney JH, Cleator J, Wilding JP, Ranganath LR. Acute peripheral administration of synthetic human glp-1 (7-36 amide) decreases circulating il-6 in obese patients with type 2 diabetes mellitus: A potential role for GLP-1 in modulation of the diabetic pro-inflammatory state?. *Regul. Pept.* 2013, 183, 54–61
- Ding X, Saxena NK, Lin S, Gupta NA, Anania FA. Exendin-4, a glucagon-like protein-1 (GLP-1) receptor agonist, reverses hepatic steatosis in ob/ob mice. *Hepatology* 2006; 43(1): 173–181.
- Drucker DJ. The cardiovascular biology of glucagon-like peptide-1. *Cell Metab.* 2016, 24, 15–30.
- Fan H, Pan Q, Xu Y, Yang X. Exenatide improves type 2 diabetes concomitant with non-alcoholic fatty liver disease. *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.* 2013, 57, 702–708.
- Friedman SL, Ratziu V, Harrison SA, Abdelmalek MF, et al. A randomized, placebo-controlled trial of cenicriviroc for treatment of nonalcoholic steatohepatitis with fibrosis. *Hepatology* 2018, 67, 1754–1767.
- Gaggini M, Morelli M, Buzzigoli E, DeFronzo RA, et al. A. Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) and its connection with insulin resistance, dyslipidemia, atherosclerosis and coronary heart disease. *Nutrients* 2013; 5(5): 1544–1560.
- Gatselis NK, Ntaios G, Makaritsis K, Dalekos GN. Adiponectin: A Key Playmaker Adipocytokine in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Clin Exp Med* (2014) 14(2):121–31. doi: 10.1007/s10238-012-0227-0
- Göksu UA and Ünal A. Diabetes Mellitus Tip 2’de İncretin Temelli Tedaviler. *Kafkas J Med Sci*, 2017, 7(2), 174–180.
- Gupta NA, Mells J, Dunham RM, Grakoui A, et al. Glucagon-like peptide-1 receptor is present on human hepatocytes and has a direct role in decreasing hepatic steatosis in vitro by modulating elements of the insulin signaling pathway. *Hepatology* 2010, 51, 1584–1592.
- Koo SH. Nonalcoholic fatty liver disease: molecular mechanisms for the hepatic steatosis. *Clin Mol Hepatol* 2013; 19(3): 210–215.
- Lee BW, Lee YH, Park CY, Rhee EJ, Lee WY, Kim NH, et al. Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Position Statement of the Fatty Liver Research Group of the Korean Diabetes Association. *Diabetes Metab J* (2020) 44(3):382–401. doi: 10.4093/dmj.2020.0010
- Lee YH, Cho Y, Lee BW, Park CY, Lee DH, Cha BS, et al. Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Diabetes. Part I: Epidemiology and Diagnosis. *Diabetes Metab J* (2019) 43(1):31–45. doi: 10.4093/dmj.2019.0011
- Liu J, Wang G, Jia Y, Xu Y. (2015). GLP-1 receptor agonists: effects on the progression of non-alcoholic fatty liver disease. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 31(4), 329-335.
- Liu Q, Bengmark S, Qu S. The role of hepatic fat accumulation in pathogenesis of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). *Lipids Health Dis* 2010; 9: 42.
- Lioudaki E, Ganotakis ES, Mikhailidis DP. Liver enzymes: potential cardiovascular risk markers? *Curr Pharm Des* 2011; 17(33): 3632–3643.
- Lonardo A, Ballestri S, Marchesini G, Angulo P, Loria P. Nonalcoholic Fatty Liver Disease: A Precursor of the Metabolic Syndrome. *Dig Liver Dis* (2015) 47(3):181–90. doi: 10.1016/j.dld.2014.09.020
- Mazidi M, Karimi E, Rezaie P, Ferns GA. Treatment with GLP1 receptor agonists reduce serum crp concentrations in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Diabetes Complicat.* 2017, 31, 1237–1242.
- Mostafa AM, Hamdy NM, El-Mesallamy HO, Abdel-Rahman SZ. Glucagon-like peptide 1 (GLP-1)-based therapy upregulates LXRABCA1/ABCG1 cascade in adipocytes. *Biochem Biophys Res Commun.* 2015, 468, 900-905.
- Neuschwander-Tetri BA. Hepatic lipotoxicity and the pathogenesis of nonalcoholic steatohepatitis: the central role of nontriglyceride fatty acid metabolites. *Hepatology* 2010; 52(2): 774–788.
- Nevola R, Epifani R, Imbriani S, Tortorella G, et al. (2023). GLP-1 receptor agonists in non-alcoholic fatty liver disease: current evidence and future perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2), 1703.

- Parlevliet ET, Wang Y, Geerling JJ, Schroder-Van der Elst JP, et al. GLP-1 receptor activation inhibits VLDL production and reverses hepatic steatosis by decreasing hepatic lipogenesis in high-fat-fed APOE\*3-Leiden mice. *PLoS One* 2012; 7(11): e49152.
- Portillo-Sanchez P, Bril F, Maximos M, Lomonaco R, et al. High Prevalence of Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus and Normal Plasma Aminotransferase Levels. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2015, 100, 2231–2238.
- Sathyanarayana P, Jogi M, Muthupillai R, Krishnamurthy R, et al. Effects of combined exenatide and pioglitazone therapy on hepatic fat content in type 2 diabetes. *Obesity* 2011, 19, 2310–2315.
- Targher G, Day CP, Bonora E. Risk of cardiovascular disease in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *N Engl J Med* 2010; 363(14): 1341–1350.7
- Vilsboll T, Christensen M, Junker AE, Knop FK, Gluud LL. Effects of glucagonlike peptide-1 receptor agonists on weight loss: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials. *BMJ* 2012; 344: d7771.
- Younossi Z, Tacke F, Arrese M, Chander Sharma B, et al. Global Perspectives on Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Nonalcoholic Steatohepatitis. *Hepatology* (2019) 69(6):2672–82. doi: 10.1002/hep.30251
- Younossi ZM, Koenig AB, Abdelatif D, Fazel Y, et al. Global Epidemiology of Nonalcoholic Fatty Liver Disease-Meta-Analytic Assessment of Prevalence, Incidence, and Outcomes. *Hepatology* (2016) 64(1):73–84. doi: 10.1002/hep.28431
- Zelber-Sagi S, Ratziu V, Zvibel I, Goldiner I, Blendis L, Morali G, et al. The Association Between Adipocytokines and Biomarkers for Nonalcoholic Fatty Liver Disease-Induced Liver Injury: A Study in the General Population. *Eur J Gastroenterol Hepatol* (2012) 24(3):262–9. doi: 10.1097/MEG.0b013e32834f15dd

## INVESTIGATION AND PERFORMANCE COMPARISONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE BASED ROUTE PLANNING METHODS IN INDOOR ENVIRONMENTS

**Ayşegül Kübra KUZUCU**

Sivas Cumhuriyet Uni., Institute of Science and Technology, Department of Computer Engineering  
Sivas Cumhuriyet Uni., Artificial Intelligence and Data Science Research and Application Centre

**ORCID ID:** 0000-0002-0712-2831

**Ahmet Gürkan YÜKSEK**

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering  
Sivas Cumhuriyet Uni., Artificial Intelligence and Data Science Research and Application Centre

**ORCID ID:** 0000-0001-7709-6360

### ABSTRACT

In today's context, with the widespread use of location-based applications, the technologies developed for users to access location information have also increased. In addition, as people spend more time in multi-storey and complex indoor spaces, the need for indoor route planning has also emerged. However, users face difficulties in location determination and tracking due to the inadequate reception of GPS signals indoors, which are used seamlessly in outdoor environments. As a result, the search for solutions for indoor route planning systems has intensified. The limited scope of research addressing indoor route planning issues and the lack of a successful solution emphasise the importance of this research area. Artificial intelligence techniques, which have proven their effectiveness in many fields, offer an alternative solution to traditional methods in solving the indoor route planning problem. In this study, wireless technologies and Deep Learning approaches that can detect the user's indoor location or provide solutions to route planning needs are analysed. The performance of these approaches is evaluated and the data obtained are compared. Considering the limitations and advantages of the methods, the comparison results show that the systems supported by artificial intelligence methods are more advantageous in terms of performance and cost in solving the indoor route planning problem. Hybrid systems consisting of technologies such as RFID, Wi-Fi, Bluetooth and artificial neural networks exhibit the highest success rate in route planning.

**Keywords:** Deep Learning, Indoor Positioning, Route Planning

## KAPALI ORTAMLARDA YAPAY ZEKÂ TEMELLİ ROTA PLANLAMA YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE PERFORMANS KARŞILAŞTIRMALARI

### ÖZET

Günümüzde konum tabanlı uygulamaların artmasıyla beraber kullanıcıların konum bilgilerine ulaşmak için geliştirilen teknolojiler de artmıştır. Bununla beraber insanların çok katlı ve karmaşık alanlarda geçirdikleri zaman arttıkça, kapalı mekânlarda rota planlama ihtiyacı da oluşmuştur. Ancak dış mekânlarda sorun yaşamadan kullanılan GPS sinyallerinin iç mekânlarda yeterince alınamamasından kaynaklı olarak kullanıcılar, konum tespiti ve konum takibinde sorunlar yaşamaktadır. Bu bağlamda kapalı mekânlarda rota planlama sistemlerine karşı çözüm arayışı da artmıştır. Yapılan araştırmaların kapalı mekânda rota planlama sorununa sınırlı çözüm sunması, dolayısıyla hala başarılı bir çözüm bulunamaması, bu araştırma alanının önemini vurgulamaktadır. Birçok alanda önemli ve etkili çözümler sunan yapay zekâ teknikleri kapalı mekânlarda rota planlama sorununa karşı geleneksel yöntemlerin aksine alternatif bir çözüm sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında iç mekânda bulunan bir kullanıcının konum tespitini yapabilecek ya da rota planlama ihtiyacına çözüm olabilecek kablosuz teknolojilerin ve Derin Öğrenme yaklaşımlarının incelemesi yapılarak bu yaklaşımların performansları değerlendirilmiş ve elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Yöntemlerin sahip olduğu sınırlılıklar ve avantajların göz önünde bulundurulmasıyla yapılan bu karşılaştırmanın sonucunda kapalı mekânlarda rota planlama sorununa yapay zekâ yöntemleri ile desteklenen sistemlerin performans ve maliyet açısından daha avantajlı olduğu görülmüş, RFID, Wi-Fi ve Bluetooth gibi teknolojiler ile yapay sinir ağlarından oluşan hibrit sistemlerin rota planlamasında en yüksek başarı oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Öğrenme, İç Mekân Konum, Rota Planlama

### Introduction

As the global population continues to grow, there is a commensurate increase in the development of complex structures, such as shopping centres, public facilities, hospitals and educational institutions, where society spends a great deal of time. However, individuals navigating these enclosed environments often face orientation challenges arising from the complex internal layout of these structures. As a result, effective route planning in such environments becomes an important issue in everyday life. Indoor route planning systems serve as indispensable tools in various fields. They facilitate logistics by tracking the movement of goods (Dwiyasa, 2018), assist in the positioning of stores within large shopping complexes (Gao, 2016), and offer guidance for route planning in unfamiliar environments



(Lodhi et al., 2018), appealing to people visiting such venues for the first time. Furthermore, the range of applications covers assisting elderly and disabled individuals in their daily routines, monitoring young children, speeding up search and rescue operations during natural disasters, and inspecting the whereabouts of private or high-value items within building boundaries (Al-Ammar et al., 2014). These diverse needs underline the important role of indoor location information systems.

The spread of wireless technologies has led to the development of location-based systems (Ni et al., 2003; C. Wang et al., 2016). Global Positioning System (GPS) is the main service that can locate individuals outdoors and perform route planning. GPS can transmit geographical position information and time information to any point in the world, providing an unobstructed view to at least four GPS satellites (Chittaro, 2006). This system offers the best technological solution for route planning (Brena et al., 2017; Dwiyasa, 2018; Lodhi et al., 2018), as it can work quite accurately in outdoor areas where there are no obstacles between GPS receivers and GPS satellites and the signals can propagate accurately (Dwiyasa, 2018).

The high performance of GPS in outdoor environments over time has created the same expectation among individuals in indoor environments (Jung et al., 2016). However, GPS signals, which can show high success due to the absence of obstacles in outdoor spaces (Brena et al., 2017), could not show the same performance indoors (Jung et al., 2016). Walls, furniture and other objects in indoor environments, noise that may occur as a result of interference between wireless signals (Haider et al., 2008), signals taking multiple paths as a result of reflections, refractions and scattering, and environments without line of sight where signal reception is difficult and cannot reach the receiver directly (Selvi & Bildirici, 2011) are among the reasons that may prevent the propagation of GPS signals and make indoor route planning more complex. Due to these disadvantages of GPS, there has been a need for different tools and technologies that can solve the indoor route planning problem (Groves, 2013). In order to find a solution to this problem (Hossain & Soh, 2015), there have been many researches based on wireless technologies such as Wi-Fi, Bluetooth, RFID and UWB (Bai & Bai, 2016). These technologies have some difficulties in meeting industrial needs (Bai & Bai, 2016) such as security, accuracy, cost, precision, accuracy, scalability, robustness, functionality, and usability (Bai & Bai, 2016), which significantly affect the operational performance in route planning (Al-Ammar et al., 2014). Artificial intelligence techniques, which offer effective solutions to many problems today, offer an alternative solution to the problems experienced in route planning in enclosed spaces, unlike traditional methods. Due to



these difficulties, the problem of positioning and route planning in closed spaces requires greater precision (Xu et al., 2016). Therefore, the systems to be developed should be more powerful and accurate.

The fact that there is still no successful solution to the indoor route planning (Brena et al., 2017; Xu et al., 2016) has made this problem an important and difficult research topic. Advances in wireless communication have increased the use of wireless signals (3G, 4G, Wi-Fi and Bluetooth, etc.) both indoors and outdoors (Jung et al., 2016). Accordingly, many different methods such as infrared, Radio Frequency (RF) (Dwiyasa, 2018), Ultrasound, Ultra-Wide Band (UWB) ((Dwiyasa, 2018; Haider et al., 2008), Near Field Communication (NFC) (Dwiyasa, 2018), Bluetooth Low Energy (BLE) (Hou & Arslan, 2017), Infrared and Wireless Fidelity (Wi-Fi) (Hu et al., 2017) have been widely used for indoor route planning. Although these techniques generally provide accurate results, each of them has its own advantages and disadvantages (Dwiyasa, 2018). These technologies, which can operate at extraordinary speeds when the line of sight is unobstructed (Ni et al., 2003), have different limitations and common disadvantages such as the need for large-scale infrastructure, the need for extra hardware, constant maintenance (Lodhi et al., 2018) and damage due to signal attenuation (Ni et al., 2003).

In this study, it is aimed to examine different methods that aim to meet the need for route planning in indoor spaces and to evaluate the performance of wireless technologies and artificial intelligence approaches in route planning. For this purpose, the next section analyses common techniques and approaches that have been researched and used to solve the indoor route planning problem. In the third section, some of the recent studies in the literature aiming to solve this problem are analysed. The results of the analyses are evaluated in the conclusion section.

## **1. Route Planning Technologies**

### **1.1. Wi-Fi Signaling**

Wi-Fi signals are a technology that is widely used in indoor spaces where individuals spend time in daily life and has the IEEE802.11b standard. This technology, supported by many smart mobile devices and computers today, fulfills the need for location determination and route planning even in complex indoor spaces by using a wireless local network with wireless access points (Zhang et al., 2021). In particular, the fact that the Wi-Fi signal used for wireless internet connection is available in almost all urban buildings and therefore does not

require additional infrastructure investment (Jung et al., 2016), provides a great advantage in terms of cost and scalability compared to other methods.

### **1.2. RFID (Radio-Frequency Identification)**

The RFID system stores data on electronic tags within smart cards, comprising tags and readers (Brena et al., 2017). Communication between readers and tags occurs via electromagnetic waves (Ortakci et al., 2016). Multiple readers in the infrastructure enable the recognition of RFID tags carried by individuals, facilitating location determination. Another method involves individuals carrying the readers. However, the preference for RFID tags over readers arises from the tags' lighter and more cost-effective nature compared to the expensive and cumbersome readers. In cases where real-time tracking of individuals' locations isn't necessary, RFID technology finds utility in equipment tracking, store security, and logistics (Brena et al., 2017).

### **1.3. NFC (Near Field Communication)**

NFC, a variant of RFID, facilitates bidirectional communication between two nearby devices. NFCs, commonly embedded in smartphones for secure mobile payments, are usually carried by individuals near fixed terminals. However, active user intervention might be required in such location scenarios. In this context, carrying just an RFID tag may prove simpler for location detection compared to using NFC (Brena et al., 2017).

### **1.4. Bluetooth**

A wireless communication technology is a technology that uses information embedded in RF signals to facilitate communication between two different mobile devices and data synchronization between devices. Bluetooth enables the elimination of cables and connectors between mobile devices that individuals use extensively in daily life and wearable technologies such as smart watches and headphones, thus enabling easier communication. Bluetooth, defined by the IEEE 802.15.1 standard, has gained greater importance with the widespread use of Bluetooth Low Energy (BLE). In addition, Bluetooth technology, which can exchange data over short distances, is an important technology in terms of route planning problem in indoor areas thanks to its low cost, low power consumption and ease of use (Brena et al., 2017).

### **1.5. UWB**

UWB (Ultra-Wide Band) is a technology that realises the transmission of electromagnetic waves generated by a series of very short pulses using a very large bandwidth. UWB, which is frequently used in areas where needs such as cable TV, radar and imaging, security applications, vehicle radar systems, asset management and medical applications are met, is also a technology used for location detection and route planning needs (Brena et al., 2017).

### **1.6. iBeacon**

iBeacons, developed by Apple, are a commercial product based on BLE that is used for route planning indoors. Interference that may occur due to physical obstacles indoors directly affects the ability of this product to accurately locate at short distances (Brena et al., 2017).

### **1.7. ZigBee**

ZigBee is a low cost, no additional hardware and low power consumption technology. This wireless communication standard was originally designed for applications such as healthcare, agriculture, home automation, home automation and traffic light control due to its security and energy saving advantages before being used for indoor location estimation. Today, this technology, which is used for indoor location detection, uses RSSI values to estimate location, just like Wi-Fi and Bluetooth technologies (Brena et al., 2017).

## **2. Route Planning Techniques**

### **2.1. PDR (Pedestrian Dead Reckoning)**

Pedestrian Dead Reckoning (PDR) is a method that can estimate the step length and direction of progress by detecting the steps of individuals by sensors on smart mobile devices and calculate the route of individuals based on this estimate (Croce et al., 2019; Ju et al., 2018). However, the PDR method may make some errors when making this calculation. As a result, incorrect results may occur in estimations of step length, number of steps and step direction (Ju et al., 2018).

### **2.2. Computer Vision Methods**

Nowadays, thanks to the computer vision method used in many areas of object detection, objects and individuals can be identified and monitored for route planning in indoor spaces by processing the collected information. Therefore, techniques such as Simultaneous Positioning and Mapping (SLAM) and Visual Odometry (VO) are used when performing image-based route planning (Brena et al., 2017).

### 2.3. Artificial Intelligence Methods

Artificial intelligence methods (Bengio et al., 2015; Ortakci et al., 2016), which provide important solutions to real-life problems in many fields inspired by the learning ability of the human brain, offer a more effective solution for some limitations of the indoor route planning problem compared to traditional methods. Deep learning algorithms (Lecun et al., 2015) offer advantages such as classification and feature learning in solving problems since they enable training and analysing very large data sets in order to reach the targeted accuracy level. Deep learning methods are generally based on artificial neural networks. In particular, the Convolutional Neural Network (CNN) (DeTienne et al., 2003), which is widely used in image classification, image recognition and object detection using two-dimensional data such as images, provides more successful results in indoor route planning.

### 3. Current Studies

Although various techniques, algorithms and technologies have been developed to investigate and find solutions to the problem of route planning in both outdoor and indoor spaces from past to present, due to the scope of this study, only the current solutions offered for route planning in indoor spaces with artificial intelligence methods are examined and the studies in this field will be evaluated. Therefore, all studies related to outdoor route planning and other studies other than artificial intelligence methods, even indoors, are not included in the scope of this paper. Table 1 summarises some of the recent studies using machine learning and deep learning approaches for indoor location and route planning.

Although RFID is one of the most widely used methods for indoor location detection, it is very difficult to map indoor environments with this method. For this reason, Wang et al. proposed a particle swarm optimization (PSO) based feed-back neural network (PSO-BP) model to determine the distance between RFID signals and the location of the tag. As a result of the experiments conducted within the scope of the study, they showed that this new model is more stable and accurate than the traditional BP neural network model (C. Wang et al., 2016).

**Table 1.** Current Studies Utilizing Machine Learning and Deep Learning Algorithms

Reference	Research Field	Artificial Intelligence Approach	Utilized Technology	Performance	Cost
(Calderoni et al., 2015)	Hospital Location Tracking	Random Forest Algorithm	RFID receivers and transmitters	As a result of tests conducted on real-world data, an accuracy rate of 98% has been achieved in location prediction.	Moderate
(C. Wang et al., 2016)	Location-Based Systems for Indoor Space	Back-Propagation Neural Network Particle Swarm Optimization (PSO)	RFID Signals	The proposed hybrid model has demonstrated greater stability and accuracy in predictions compared to traditional methods.	Moderate
(X. Wang et al., 2017)	Location-Based Systems for Indoor Space	Deep Learning, Radial Basis Neural Network	Wi-Fi, CSI and RSSI	The model developed with RBNN named DeepFi has shown superior performance compared to GPS-supported techniques.	Low
(Löffler et al., 2018)	Tracking of Goods in Warehouses	Deep Learning, Convolutional Neural Networks (CNN), PoseNet	Optical laser-based camera	As a result of conducted tests, discrepancies between predictions and actual outcomes were identified, suggesting the need for retraining the network.	High
(Padhy et al., 2018)	Indoor Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Navigation	Deep Learning, Convolutional Neural Networks (CNN) DenseNet	Monocular Camera-equipped UAV	The experiments revealed that the UAV advanced without colliding with walls at a rate of 77%, and successfully reached the destination from the starting point with an 85% success rate.	High
(Chen et al., 2018)	Localization, Tracking, and Navigation	Machine Learning, K-Nearest Neighbor (KNN) Non-Linear Least Squares (NLS)	Wi-Fi Fingerprints, iBeacons, Smartphone sensors Pedestrian Dead Reckoning (PDR)	It has been observed that the UILoc system provides more accurate and reliable location predictions compared to different methods such as PDR and KNN.	High
(Kırbaş & Dükkancı, 2019)	Location-Based Systems for Indoor Space	Artificial Neural Network	Wi-Fi Fingerprints, RSSI	The trained network has yielded a performance of 87%.	Moderate
(Duong & Dinh, 2019)	Prediction of the Location of the Starting Point and Destination	Machine Learning, K-Nearest Neighbor (KNN)	Wi-Fi Fingerprints, iBeacon'lar, Bluetooth Low Energy	As a result of making accurate predictions, it has been observed that the proposed hybrid method provides a solution for issue detection in indoor environments.	Low
(Giuliano et al., 2020)	Location Prediction in Museums	Feed-Forward Neural Network, Non-Linear Least Squares (NLS)	Bluetooth, Wi-Fi	With the proposed method, accurate location predictions can be made within a 2-meter distance.	Low
(Ahmed Ouameur et al., 2020)	Location-Based Systems for Indoor Space	Machine Learning, Deep Learning, Multi-Layer Neural Network (MLNN)	Wi-Fi, CSI	It has been demonstrated that the indoor location is predicted with at least 98% accuracy using the proposed method.	Low

In another system proposed as a solution to the problem of location determination in enclosed spaces, the location of individuals is determined by using fingerprint method, BLE and iBeacons with KNN and a machine learning algorithm. As a result of the experiments conducted in the study, it was observed that this proposed hybrid method produces more accurate results and provides a solution to the problem of location detection in closed spaces

(Duong & Dinh, 2019). In a study where the transmission power of signals received from multiple transmitters in an indoor area is measured and given as input to an artificial neural network, a new approach is proposed by combining the fingerprint method and artificial neural network model by using RSSI data. The performance of the network trained with this approach was calculated as 87% and was introduced as a reliable technique (Kırbaş & Dükkancı, 2019). A different approach including machine learning methods and deep learning algorithms is proposed by using channel state information (CSI) obtained for position detection in indoor environments where line of sight is blocked. It has been shown that this approach, which uses a multilayer neural network model (MLNN), estimates the indoor location at least 98% accurately (Ahmed Ouameur et al., 2020).

In another system proposed as a solution to the problem of location determination in enclosed spaces, the location of individuals is determined by using fingerprint method, BLE and iBeacons with KNN and a machine learning algorithm. As a result of the experiments conducted in the study, it was observed that this proposed hybrid method produces more accurate results and provides a solution to the problem of location detection in closed spaces (Duong & Dinh, 2019). In a study where the transmission power of signals received from multiple transmitters in an indoor area is measured and given as input to an artificial neural network, a new approach is proposed by combining the fingerprint method and artificial neural network model by using RSSI data. The performance of the network trained with this approach was calculated as 87% and was introduced as a reliable technique (Kırbaş & Dükkancı, 2019). A different approach including machine learning methods and deep learning algorithms is proposed by using channel state information (CSI) obtained for position detection in indoor environments where line of sight is blocked. It has been shown that this approach, which uses a multilayer neural network model (MLNN), estimates the indoor location at least 98% accurately (Ahmed Ouameur et al., 2020).

In daily life, individuals often find themselves in various enclosed environments such as hospitals, schools, shopping malls, and public buildings. Especially within the confined spaces of these facilities, there has emerged a need for location detection and route planning. In a proposed system aimed at predicting the location of patients in a complex hospital environment, required data were collected using RFID technology. However, due to incomplete information in the collected data and insufficient signals, the Random Forest algorithm, a machine learning method, was employed. This resulted in a highly successful system in terms of robustness, accuracy, and precision, ultimately achieving a 98% accuracy

rate (Calderoni et al., 2015). In a study evaluating the performance of machine learning methods, as opposed to traditional approaches, for tracking goods in warehouses based on specific evaluation criteria, a CNN-based PoseNet algorithm was utilized on a warehouse dataset. Tests were conducted to showcase the strengths and weaknesses of a machine learning-based positioning system, revealing that predictions based on the obtained results had a high error rate (Löffler et al., 2018). For accurate location detection of individuals within the enclosed spaces of museums and tourist sites, an advanced feedforward neural network model was designed. The model assumed that individuals carried BLE devices, and the data obtained from them were used in training with the least squares method (LSM). In this proposed model, individuals in the environment were also considered as obstacles, and it was observed that the model could accurately detect locations within approximately a 2-meter distance (Giuliano et al., 2020). In an approach aimed at facilitating autonomous navigation in indoor spaces where GPS signals are weak, convolutional neural networks were employed on drones equipped with cameras. According to this approach, videos captured by the camera underwent classification through a deep neural network architecture, specifically DenseNet-16, classifying corridors into right, left, and center. As a result of this classification, the proposed approach demonstrated the ability to navigate safely in an unknown environment where signals could not be received (Padhy et al., 2018).

For indoor positioning, the developed system named DeepFi employs a deep learning-based fingerprinting method. In this system, the RBNN (Recursive Bayesian Neural Network) method, a deep learning algorithm, is utilized for online location estimation. Experimental results indicate that DeepFi outperforms GPS-supported techniques such as CSI (Channel State Information) and RSSI (Received Signal Strength Indication) (X. Wang et al., 2017). A system named UILoc, aiming to perform indoor positioning using Wi-Fi fingerprints, iBeacons, and smartphone sensors, combines machine learning techniques to accurately predict the starting point. In the proposed study where UILoc, a hybrid system resulting from the combination of the PDR (Pedestrian Dead Reckoning) method, the KNN (K-Nearest Neighbors) algorithm, and the Least Squares Method (LSM), is introduced, UILoc is observed to provide more accurate predictions when compared separately with the PDR method and the KNN algorithm (Chen et al., 2018).



## 5. Conclusion

In this study, GPS-supported approaches and technologies that have the ability to work smoothly outdoors were examined, but it was understood that these technologies did not provide reliable and accurate results due to the weakening of the signals in closed areas.

Although solutions have been sought for the problem of location determination and route planning in indoor spaces, which are needed in many areas, with wireless technologies such as Wi-Fi, Bluetooth, RFID and UWB, these solutions cannot provide successful results in indoor spaces and cannot meet the need. At this point, artificial intelligence methods offer an alternative solution to the problems experienced. New and effective solutions have been offered to the route planning problem in indoor spaces, especially thanks to neural network models used for image classification, image recognition and object detection.

When we look at the current studies carried out for the purpose of route planning and location determination in indoor spaces, it is seen that traditional methods such as Wi-Fi, RFID, Bluetooth, ZigBee and other GPS-supported approaches alone are insufficient to accurately determine location in indoor environments, whereas artificial intelligence methods such as machine It has been observed that more accurate and reliable results are obtained in systems where learning and deep learning algorithms are supported by traditional methods.

As a result of the examinations, performance evaluation and cost were taken into consideration in systems supported by artificial intelligence methods, and it was observed that hybrid systems consisting of cost-free technologies such as RFID, Wi-Fi and Bluetooth and artificial neural networks had the highest success rate in route planning.

## References

- Ahmed Ouameur, M., Caza-Szoka, M., & Massicotte, D. (2020). Machine learning enabled tools and methods for indoor localization using low power wireless network ☆. *Internet of Things*, 12, 0. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.10>
- Al-Ammar, M. A., Alhadhrami, S., Al-Salman, A., Alarifi, A., Al-Khalifa, H. S., Alnafessah, A., & Alsaleh, M. (2014). Comparative Survey of Indoor Positioning Technologies, Techniques, and Algorithms. *Proceedings - 2014 International Conference on Cyberworlds, CW 2014*, 245–252. <https://doi.org/10.1109/CW.2014.41>
- Bai, Y. B., & Bai, B. (2016). *Development of a Wi-Fi and RFID Based Indoor Location and Mobility Tracking System*.
- Bengio, Y., Goodfellow, I., & Courville, A. (2015). *Deep Learning*.
- Brena, R. F., García-Vázquez, J. P., Galván-Tejada, C. E., Muñoz-Rodríguez, D., Vargas-Rosales, C., & Fangmeyer, J. (2017). Evolution of Indoor Positioning Technologies: A Survey. *Journal of Sensors*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2630413>

- Calderoni, L., Ferrara, M., Franco, A., & Maio, D. (2015). Indoor localization in a hospital environment using Random Forest classifiers. *Expert Systems with Applications*, 42(1), 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.07.042>
- Chen, J., Zhang, Y., & Xue, W. (2018). Unsupervised indoor localization based on smartphone sensors, ibeacon and Wi-Fi. *Sensors (Switzerland)*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/s18051378>
- Chittaro, L. (2006). Visualizing Information on Mobile Devices. *Computer*, 40–45.
- Croce, D., Giarré, L., Pascucci, F., Tinnirello, I., Galioto, G. E., Garlisi, D., & Lo Valvo, A. (2019). An Indoor and Outdoor Navigation System for Visually Impaired People. *IEEE Access*, 7, 170406–170418. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2955046>
- DeTienne, K. B., DeTienne, D. H., & Joshi, S. A. (2003). Neural Networks as Statistical Tools for Business Researchers. *Organizational Research Methods*, 6(2), 236–265. <https://doi.org/10.1177/1094428103251907>
- Duong, N.-S., & Dinh, T.-M. (2019). *Indoor Localization with lightweight RSS Fingerprint using BLE iBeacon on iOS platform*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISCIT.2019.8905160>
- Dwiyasa, F. (2018). *Machine Learning For Indoor Positioning Based On Received Signal Strength*. <https://doi.org/https://doi.org/10.32657/10220/46235>
- Gao, X. (2016). *UWB Indoor Localization System*.
- Giuliano, R., Cardarilli, G. C., Cesarini, C., Di Nunzio, L., Fallucchi, F., Fazzolari, R., Mazzenga, F., Re, M., & Vizzari, A. (2020). Indoor localization system based on bluetooth low energy for museum applications. *Electronics (Switzerland)*, 9(6), 1–20. <https://doi.org/10.3390/electronics9061055>
- Groves, P. D. (2013). *Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems Second Edition*.
- Haider, S. J., Choi, T. Y., Park, J. H., Kang, S. H., Park, S. W., & Park, J. G. (2008). Enhanced Ranging using Adaptive Filter of ZIGBEE RSSI and LQI Measurement. *Proceedings of the 10th International Conference on Information Integration and Web-Based Applications and Services, IiWAS 2008*, 367–373. <https://doi.org/10.1145/1497308.1497374>
- Hossain, A. K. M. M., & Soh, W. S. (2015). A survey of calibration-free indoor positioning systems. *Computer Communications*, 66, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2015.03.001>
- Hou, X., & Arslan, T. (2017). *Monte Carlo Localization Algorithm for Indoor Positioning using Bluetooth Low Energy Devices*. <https://doi.org/10.1109/ICL-GNSS.2017.8376248>
- Hu, Z., Huang, G., Hu, Y., & Yang, Z. (2017). WI-VI Fingerprint: Wifi and Vision Integrated Fingerprint for Smartphone-Based Indoor Self-Localization. *2017 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2017.8297114>
- Ju, H., Park, S. Y., & Park, C. G. (2018). A Smartphone-Based Pedestrian Dead Reckoning System with Multiple Virtual Tracking for Indoor Navigation. *IEEE Sensors Journal*, 18(16), 6756–6764. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2018.2847356>
- Jung, S. hoon, Lee, S., & Han, D. (2016). A Crowdsourcing-based Global Indoor Positioning and Navigation System. *Pervasive and Mobile Computing*, 31, 94–106. <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2016.02.002>
- Kırbaş, İ., & Dükkancı, A. (2019). Development of A Wi-Fi Based Indoor Location System Using Artificial Intelligence Techniques. *DATA SCIENCE AND APPLICATIONS*, 2(1).
- Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. In *Nature* (Vol. 521, Issue 7553, pp. 436–444). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

- Lodhi, N. ul H., Malik, A., Zulfiqar, T., Javed, M. A., & Nafi, N. S. (2018). *Performance Evaluation of Wi-Fi Finger Printing based Indoor Positioning System*. <https://doi.org/10.1109/ICWISE.2018.8633287>
- Löffler, C., Riechel, S., Fischer, J., & Mutschler, C. (2018, November 13). Evaluation Criteria for Inside-Out Indoor Positioning Systems Based on Machine Learning. *IPIN 2018 - 9th International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*. <https://doi.org/10.1109/IPIN.2018.8533862>
- Ni, L. M., Liu, Y., Lau, Y. C., & P. Patil, A. (2003). *LANDMARC: Indoor Location Sensing Using Active RFID*. <https://doi.org/10.1109/PERCOM.2003.1192765>
- Ortakci, Y., Karas, İ. R., Atila, U., Karas, I. R., & Demiral, E. (2016). Intelligent Mobile Indoor Navigation System for Fire Evacuation Based on Artificial Neural Network. *Article in International Journal of Computer Science and Information Security*. <https://www.researchgate.net/publication/313249309>
- Padhy, R. P., Verma, S., Ahmad, S., Choudhury, S. K., & Sa, P. K. (2018). Deep Neural Network for Autonomous UAV Navigation in Indoor Corridor Environments. *Procedia Computer Science, 133*, 643–650. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.099>
- Selvi, H. Z., & Bildirici, İ. Ö. (2011). *Konum Tabanlı Hizmetler Teknolojisi ile Yönlendirme Sistemi Tasarımı*.
- Wang, C., Wu, F., Shi, Z., & Zhang, D. (2016). Indoor Positioning Technique by Combining RFID and Particle Swarm Optimization-Based Back Propagation Neural Network. *Optik, 127*(17), 6839–6849. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2016.04.123>
- Wang, X., Gao, L., Mao, S., & Pandey, S. (2017). CSI-Based Fingerprinting for Indoor Localization: A Deep Learning Approach. *IEEE Transactions on Vehicular Technology, 66*(1), 763–776. <https://doi.org/10.1109/TVT.2016.2545523>
- Xu, M., Wei, S., & Zlatanova, S. (2016). An Indoor Navigation Approach Considering Obstacles And Space Subdivision Of 2D Plan. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, 41*, 339–346. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B4-339-2016>
- Zhang, W., Yu, K., Wang, W., & Li, X. (2021). A Self-Adaptive AP Selection Algorithm Based on Multiobjective Optimization for Indoor WiFi Positioning. *IEEE Internet of Things Journal, 8*(3), 1406–1416. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3011402>

## FAZÖR ÖLÇÜM BİRİMİ OPTİMAL YERLEŞİMİ İÇİN ÖĞRETME ÖĞRENME TABANLI OPTİMİZASYON ALGORİTMASININ KULLANILMASI

Salih ERMİŞ

Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electrical and Electronics Engineering

ORCID ID: 0000-0002-1053-9160

### ÖZET

Güç sistemlerinde, verimli, kesintisiz ve kararlı bir enerjinin sunulması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda enerjinin, üretim, iletim ve dağıtımın her aşamasında izlenebilirliği ve gözlemlenebilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Güç sistemlerinin, izlenebilirliğini ve kontrolünü sağlayan sistemlerden biride Fazör Ölçüm Birimidir (FÖB). FÖB'leri güç sistemlerinde gerilim, akım, faz açısı gibi değerleri anlık olarak izlememize ve kayıt altına almasını sağlamaktadır. Herhangi bir kararsızlık veya hata durumlarında sistem değerleri hızlı bir şekilde kontrol altına alınmaya çalışılabilir. FÖB'lerin maliyetleri oldukça yüksek değerlerdedir. Bu bakımdan güç sistemlerinde tüm baralara fazör ölçüm birimlerini yerleştirilmesi maliyet açısından uygun değildir. Güç sistemlerinde optimal FÖB yerleştirilmesi (OFY) büyük önem arz etmektedir. OFY'nin amacı tüm sistemin izlenebilirliği ve gözlenebilirliğini sağlayacak en az sayıda fazör ölçüm birimi seçmektir. Uygulamalarda ve literatür çalışmalarında FÖB'lerin en uygun yerleştirilmesi için bir çok yaklaşım tanımlanmıştır. Bunlar, iki ana başlık altında, meta sezgisel optimizasyon yöntemleri ve matematiksel programlama yöntemleri olarak tanımlanabilir. OFY problemi için meta sezgisel optimizasyon algoritmaları öne çıkan yaklaşımlardır. Bu çalışmada, FÖB'lerin en uygun yerleşimini sağlamak için Öğretme Öğrenme Tabanlı Optimizasyon (ÖÖTO) algoritması önerilmiştir. Önerilen algoritma standart IEEE 14 baralı güç sisteminde test edilmiştir. Öğretme öğrenme tabanlı optimizasyon algoritması ile elde edilen analiz sonuçları literatürde çalışılan diğer algoritma sonuçları ile karşılaştırılmalı olarak sunulmuştur. Tüm analizler Intel Core(TM) i7-2620 2.7GHz ve 8.00 (64-bit) GB RAM PC kullanılarak Matlab R2017b programında test edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güç Sistemleri, Optimal Fazör Ölçüm Birimi Yerleşimi, ÖÖTO

## USE OF A TEACHING-LEARNING BASED OPTIMIZATION ALGORITHM FOR PHASOR MEASUREMENT UNIT OPTIMAL PLACEMENT

### ABSTRACT

It is of great importance to provide efficient, uninterrupted, and stable energy in power systems. In this context, the traceability and observability of energy must be ensured at every stage of production, transmission, and distribution. One of the systems that ensure traceability and control of power systems is the Phasor Measurement Unit (PMU). PMUs enable us to instantly monitor and record values such as voltage, current, and phase angle in power systems. In case of any instability or error, system values can be tried to be taken under control quickly. The cost of PMUs is quite high. In this regard, it is not cost-effective to place phasor measurement units on all busbars in power systems. Optimal PMU placement (OPP) in power systems is of great importance. The purpose of OPP is to select the minimum number of phasor measurement units that will ensure traceability and observability of the entire system. Many approaches have been defined in practice and in literature studies for the most appropriate placement of PMUs. These can be defined under two main headings: metaheuristic optimization methods and mathematical programming methods. Metaheuristic optimization algorithms are prominent approaches to the OPP problem. In this study, the Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) algorithm is proposed to ensure the optimal placement of PMUs. The proposed algorithm has been tested on a standard IEEE 14-bus power system. The analysis results obtained with the teaching-learning-based optimization algorithm are presented in comparison with the results of other algorithms studied in the literature. All analyses were tested in the Matlab R2017b program using an Intel Core(TM) i7-2620 2.7GHz and 8.00 (64-bit) GB RAM PC.

**Keywords:** Power Systems, Optimal Phasor Measurement Unit Placement, TLBO

### 1. GİRİŞ

Elektrik tüketimi arttıkça mevcut güç sistemi maksimum kapasitede çalışarak kararsızlığa açık hale gelmektedir. Bu nedenle, güç sistemi mühendisleri, gerçek zamanlı ölçümler yoluyla sistemin kalitesini tahmin etme ve kesintileri önlemek için uygun kontrol önlemlerini uygulamaya yönelik çalışmalara öncelik vermektedir. Bu sorunları çözmek için elektrik sisteminin düzenli olarak izlenmesi ve gözlenmesi gerekmektedir. Günümüzde güç sistemlerinin izlenebilmesi ve gözlenebilmesi için Fazör Ölçüm Birimleri (FÖB) kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. FÖB'ler, güç sistemi şebekesini izlemek ve sistem durumunun hem doğrudan hem de dolaylı yollarla değerlendirilmesine olanak tanır.

Fazör ölçüm birimleri (PMU'lar) ilk olarak 1980'lerin ortasında sinyal işleme teknolojisinin ilerlemesiyle ortaya çıkmıştır (Sahu, ve Verma, 2020; Palepu, ve Reddy, 2023). FÖB'ler, gerilim, akım, faz açısı, frekans ve frekans değişim değerlerinin ölçümü amacıyla güç sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla, baralara FÖB'ler yerleştirilerek güç sistemlerinin gözlemlenebilirliği sağlanabilir. Fakat, FÖB'lerin maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle tüm sistemdeki baralara FÖB yerleştirilmesi ekonomik anlamda uygun bir durum değildir. Bu nedenle, ihtiyaç duyulan FÖB'lerin genel miktarını azaltmak ve sistemin tam olarak gözlemlenebilirliğini sağlamak için bunları bir güç sistemi içine stratejik olarak yerleştirmek çok önemlidir. Güç sistemlerinde, optimal FÖB yerleşimi (OFY) problemi ortaya çıkartmaktadır. FÖB'lerin optimal olarak konumlandırılması kurulum masraflarını önemli ölçüde azaltır.

OFY, doğrusal ve doğrusal olmayan programlamaya dayalı bir model kullanılarak belirlenebilir. Tüm sistemin tam gözlemlenebilirliğini garanti etmek amacıyla literatürde OFY sorununu çözmek için birçok matematiksel programlama tekniği ve meta sezgisel yöntemler kullanılır. Gou (2008), OFY problemi için farklı güç sistemlerinde geleneksel matematik yöntemi ile analiz gerçekleştirmiştir. Chakrabarti, Kyriakides ve Albu (2009), tamsayı ikinci dereceden programlamaya dayalı bir yöntem kullanılarak, FÖB sayısını en aza indirmek ve gözlemlenebilir baraları maksimuma çıkarmak için OFY problemine uygulanmıştır. Al-Momani ve ark. (2023), güç sistemlerinde OFY problem çözümü için bölme algoritması tanıtılmıştır. Babu, Raj ve Mahapatra, (2023), geniş ölçekli güç sistemlerinde FÖB'lerin yerleştirilmesi için ikili parçacık sürüsü algoritmasını temel alan meta sezgisel bir algoritma geliştirilmiştir. Bozalı, Öztürk ve Tosun (2022), tüm güç sisteminin gözlemlenebilirliğini sağlama için modifiye bir benzetilmiş tavlama algoritması geliştirildi. Zhao ve ark. (2019), dağıtım şebekelerinde Genetik algoritma kullanılarak FÖB sayısını en aza indirilmesi tüm baraların ölçülebilir olması amaçlanmıştır. Su, ve Chen (2010), güç sistemlerinde parçacık sürü optimizasyon algoritması kullanılarak kurulum maliyetini azaltmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışma, FÖB yerleşimi için bir sınıftaki öğretmen ve öğrencilerden ilham alan Öğretme-Öğrenme Tabanlı Optimizasyon (ÖÖTO) algoritmasını tanıtmaktadır. Algoritma aynı zamanda mevcut tekniklerle de karşılaştırılır. Bu tekniğin güvenilirliği IEEE-14 ve 30 baralı güç sistemleri kullanılarak test edilmiştir.

Güç sistemlerinde FÖB yerleşimine ilişkin bilgiler bölüm-2'de anlatılmıştır. Bölüm-3, güç sistemlerinin analizine ve FÖB yerleştirme probleminin çözümü için kullanılan ÖÖTO algoritması tanıtılmıştır. Bölüm 4'de analiz sonuçları incelenmiştir. Çalışmanın sonucu 6. bölümde sunulmaktadır.



## 2. GÜÇ SİSTEMLERİNE FÖB YERLEŞİMİ

### 2.1. Güç Sistem Gözlenebilirliği

Genel olarak güç sistemi gözlemlenebilirliği, sistemin durumuna yaklaşık bir tahmin sağlamak amacıyla şebeke değişkenlerinin hesaplanması sürecini ifade eder. FÖB yerleşimi, sistem gözlenebilir oluncaya kadar devam eder. Sistemin gözlenebilir olup olmadığını tespit edebilmek için sayısal yöntem ve topolojik yöntem olarak iki şekilde incelenmektedir (Cruice, Blom Johansson, Isaksen ve Horton, 2018).

#### 2.1.1. Sayısal yöntem

Sayısal yöntemde, gözlemlenebilirliğin kesin bir matematiksel tanımını oluşturabilmek için sistemin matematiksel modelinin sonuçlandırılması gerekir. Sistemin doğrusal modeli Eş. 1 de verilmiştir.

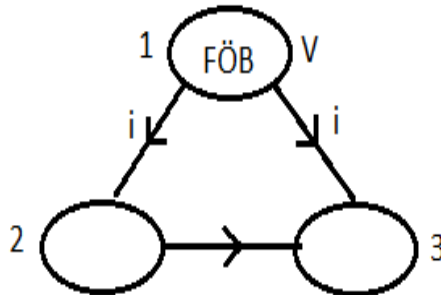
$$z = Hx + v \quad (1)$$

Burada,  $z$  vektörü bara gerilimi ve hat akımının  $m$  boyutundaki matrisi ifade eder.  $H$  ölçümlerin sabit Jacobean matrisini,  $x$ ,  $n$  boyutlu durum vektörüdür.  $v$ , ölçüm hatası vektörünü ifade eder (Cruice, Blom Johansson, Isaksen, ve Horton, 2018).

#### 2.1.2. Topolojik yöntem

Bu yöntemde tüm güç sisteminin gözlenebilirliğini sağlamak için, güç dağıtım durumunu temel alarak elektrik yasalarına göre yapılır. Bu durum beş temel kuralla açıklanabilir (Fu, Wang, Li, ve Tan, 2019).

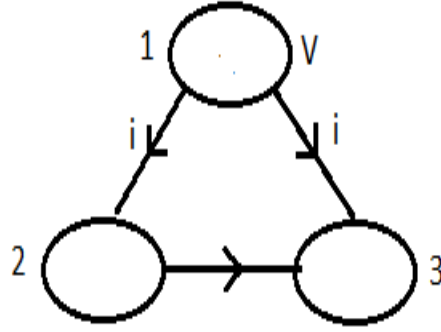
- **Kural 1:** Bir baraya kurulan PMU için, tüm gelen hatların gerilim fazörü ve akım fazörleri bilinmektedir ve bu ölçümler Şekil 2.1'de gösterildiği gibi doğrudan ölçümler olarak adlandırılır. Bara 1 PMU yerleştirilmiş bir baradır, bara 1'in gerilim fazörü ve gelen kolların akım fazörleri kural 1 kullanılarak bilinmektedir.



Şekil 2.1. Kural 1 blok diyagramı

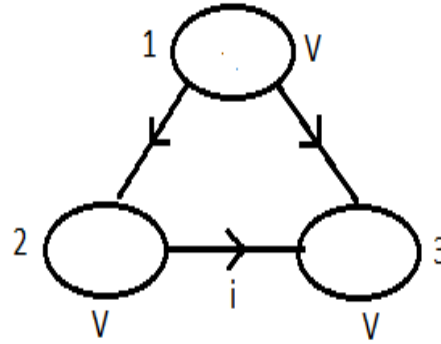


• **Kural 2:** Bir hattın bir ucundaki gerilim ve akım fazörleri bilindiğinde, hattın diğer ucundaki gerilim fazörü elde edilebilir. Bu ölçümler sözde ölçümler olarak adlandırılır Şekil 2.2'de gösterildiği gibi, 1 numaralı baranın gerilim fazörü ve 1 numaralı bara ile 2 numaralı bara arasındaki akım fazörü bilinmektedir, bu nedenle empedans ve dal akımı gibi bilinen parametrelere dayanarak, 2 numaralı baranın gerilim fazörü kural 2'yi izleyerek hesaplanabilir.



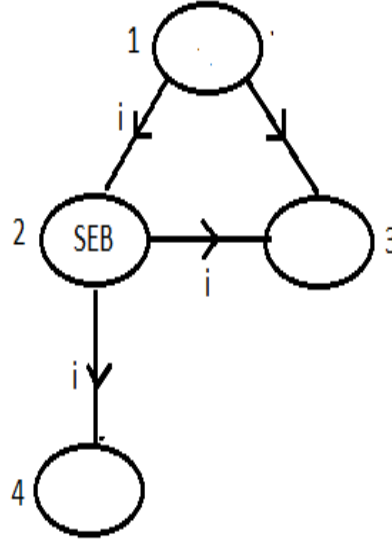
Şekil 2.2. Kural 2 blok diyagramı

• **Kural 3:** Bir hattın her iki ucunun gerilim fazörü bilindiğinde, bu hattın akım fazörü hesaplanabilir. Şekil 2.3'te gösterildiği gibi, bara 1 ve bara 2'deki gerilim büyüklükleri bilinmektedir, bu nedenle bara 1 ve bara 2 arasındaki kolun hat akımı hesaplanabilir.



Şekil 2.3. Kural 3 blok diyagramı

• **Kural 4:** Sıfır enjeksiyonlu bara (SEB) için, biri hariç tüm gelen hatların akım fazörü bilinmektedir, bilinmeyen hatların akım fazörü Şekil 2.4'te gösterildiği gibi Kirchhoff akımlar kanunu (KAK) ile hesaplanabilir. Bu şekilde 2 numaralı bara sıfır enjeksiyonlu bir bara olarak ele alınmaktadır ve 2 numaralı bara ile 1 numaralı bara ve 2 numaralı bara ile 4 numaralı bara arasındaki hattın akım fazörleri bilinmektedir. Bu nedenle, bara 2 ile bara 3 arasındaki akımı bulmak için kural 4'ü kullanırız.



Şekil 2.4. Kural 4 blok diyagramı

## 2.2. Problem Formülasyonu

Bir Fazör Ölçüm Birimi (FÖB), bir baraya yerleştirildiğinde, baranın gerilim fazörünü ve ona bağlı tüm dalların akım fazörünü hesaplayabilir. FÖB'lerin şebeke boyunca stratejik olarak yerleştirilmesiyle, gözlemlenebilirliğini değerlendirmek için gerekli veriler elde edilebilir. Bir n-baralı sistem için optimum yerleştirme problemi şu şekilde ifade edilir:

$$\min \sum_{i=1}^n W_i X_i \quad (2)$$

$$X_i = \begin{cases} 1 & i. \text{ baraya FÖB bağlı ise;} \\ 0 & i. \text{ baraya FÖB bağlı değilse;} \end{cases} \quad (3)$$

$$f_i \geq 1, \forall i \in B \quad (4)$$

$$f = AX \quad (5)$$

$W_i$  değişkeni,  $i.$  barasındaki FÖB kurulum maliyetini temsil etmektedir.  $f_i$  fonksiyonu, şebekedeki herhangi bir baranın gözlemlenebilirliğini belirleyen sınırlamaları tanımlamaktadır. Bu çalışma, hesaplamaların hızını artırmak amacıyla problemin kısıtlamalarını belirlemek için topolojik yöntemi kullanmaktadır. Problemin kısıtlamaları, önerilen stratejiye dayalı olarak iki aşamada değerlendirilmektedir: i) SEB'nin göz ardı edilmesi ve ii) SEB'nin dikkate alınması.

## 3. ÖĞRETME-ÖĞRENME TABANLI OPTİMİZASYON ALGORİTMASI

Öğretme-Öğrenme Tabanlı Optimizasyon (ÖÖTO) algoritması, Rao ve arkadaşları tarafından 2011 ve 2012 yıllarında diğer birçok optimizasyon algoritmasına paralel olarak yeni bir optimizasyon tekniği olarak oluşturulmuştur (Rao, Savsani ve Vakharia, 2011; Rao, ve Patel,

2012). ÖÖTO algoritması sosyal etkileşimler üzerine inşa edilmiştir. ÖÖTO algoritması, bir sınıf ortamında öğrenciler ve öğretmenler arasındaki dinamik bilgi ve bilgi alışverişi ile ilgilidir. ÖÖTO yöntemi, diğer meta-sezgisel algoritmalara benzer şekilde, algoritmaya özgü herhangi bir parametre gerektirmez ve sadece popülasyon boyutu ve nesil sayısı gibi kontrol faktörlerine dayanır (Mohagheghi ve ark., 2018). Algoritmanın her aşaması, başarılı öğrencilerin ve en iyi performans gösteren çocukların belirlenmesine dayanır (Rao ve Patel, 2012). ÖÖTO, bilgili öğrenci ve öğretmenlerden oluşan bir popülasyondan oluşmaktadır. Öğretmen toplumdaki en bilgili birey olarak kabul edildiğinden, şimdiye kadarki en uygun seçenek ÖÖTO'daki öğretmenle benzerlik göstermektedir. ÖÖTO algoritması iki aşamadan oluşur: öğretmen aşaması ve öğrenci aşaması. Üç parametre gerektirir: öğrenci sayısı, sınıf sayısı ve yenileme sayısı. Öğretmen aşamasında, öğrenciler öğretmeni taklit etme süreci yoluyla bilgi edinirler. Öğretmen, sınıftaki tüm bireyler arasında en yüksek bilgi seviyesine sahiptir. Böylece, sınıftaki en başarılı öğrenci öğretmeninkine eşdeğer bilgi edinebilir (Rao, Savsani ve Vakharia, 2012).

ÖÖTO algoritmasının aşamaları aşağıda verilmiştir.

$X_{i,j}$ ,  $i$ . yenilemedeki  $j$ . konunun sonucunu temsil eder. Eş. 6'ya göre her yenileme sırasında sınıftaki bir öğrenci belirlenir.

$$X_i^g = [x_{i,1}^g, x_{i,2}^g, x_{i,3}^g, \dots, x_{i,j}^g, \dots, x_{i,D}^g] \quad (6)$$

$X$  popülasyonu,  $N \times D$  matrisindeki arama uzayı sınırlarında rastgele başlatılır. Eş. 7,  $X_{i,j}$  değerini rastgele belirlemek için kullanılır.

$$X_{i,j} = X_j^{min} + r_i(X_j^{max} - X_j^{min}) \quad (7)$$

Burada,  $r_i$ , 0 ve 1 aralığında rastgele üretilen bir sayı,  $X_j^{max}$  ve  $X_j^{min}$  sırasıyla  $j$ . Parametresinin üst ve alt sınırlarını gösterir.

### **Öğretmen Aşaması**

Sınıftaki öğrencilerin her bir dersteki ana parametresi ( $M^g$ ) Eş. 8'de verilmiştir.

$$M^g = [M_1^g, M_2^g, M_3^g, \dots, M_j^g, \dots, M_D^g] \quad (8)$$

Verilen yenileme için  $X_{\text{öğretmen}}^g$ , amaç fonksiyonunun en düşük değerine ulaşan öğrenci en yetkin olarak kabul edilir. Öğretmen aşaması, öğrencilerin ortalamasını öğretmene doğru iterek algoritmayı ilerletir. Yeni bir gelişmiş öğrenci grubu oluşturmak için, mevcut ortalama

ve istenen ortalama parametreleri birleştirilerek geleneksel ağırlıklı bir diferansiyel vektör oluşturulur ve ardından mevcut öğrencilere eklenir.

$$X_{yeni,l}^g = X_i^g + ri(X_{\text{öğretmen}}^g - T_F M^g) \quad (9)$$

$T_F$  değiştirilecek değeri yöneten öğretim faktörünü temsil eder.  $T_F$  için olası değerler 1 veya 2'dir.  $T_F$ 'nin değeri rasgele olasılıkla karar verilir.  $T_F$ , Eş. 10'a göre tanımlanır,

$$T_F = \text{round}[1 + ri(0,1)\{1,2\}] \quad (10)$$

Eğer  $X_{yeni,l}^g$  değeri var olan sonuç  $X_i^g$ 'den daha iyi ise sonraki yenilemede  $X_i^g$ 'nin yerini alır.

### Öğrenci Aşaması

Öğretmen aşamasının ardından, en yüksek performansı gösteren fonksiyon değerleri, öğrenci aşamasında kullanılmak üzere saklanır. Etkileşim yoluyla, bir öğrenci daha fazla bilgiye sahipse diğerini günceller [114]. Öğrenciler arasındaki rastgele etkileşim, bilgilerini geliştirir. Eş. 11'de öğrenci aşamasındaki  $X_{yeni,i}^g$  matrisinin  $i$ . parametresi verilmiştir.

$$X_{yeni,i}^g = \begin{cases} X_i^g + ri(X_i^g - X_r^g) \\ \text{eğer } f(X_i^g) < f(X_r^g) \\ X_i^g + ri(X_r^g - X_i^g) \end{cases} \quad (11)$$

## 4. ANALİZ SONUÇLARI

FÖB'lerin optimal yerleşimini sağlamak için IEEE 14 ve 30 baralı güç sistemleri üzerinde test edilmiştir. OFY problemini çözmek için ÖÖTO algoritması kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Güç sistemlerinde FÖB'lerin optimal yerleştirilmesi için SEB göz ardı edilerek ve SEB dikkate alınarak analizler yapılmıştır. Analiz sonuçları literatürde gerçekleştirilen diğer yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Tablo 4.1'de IEEE 14 ve 30 baralı güç sistemlerinde SEB sayısı ve bara numarası verilmiştir. Tablo 4.2'de SEB dikkate alınmadan güç sistemlerinde FÖB yerleşim sayısı ve bara numaraları, Tablo 4.3'de SEB dikkate alınarak FÖB sayısı ve bara numaraları verilmiştir. Tablo 4.4'de literatürde diğer yöntemlerle yapılan analiz sonuçları ÖÖTO algoritması sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Tüm analizler Intel Core(TM) i7-2620 2.7GHz ve 8.00 (64-bit) GB RAM PC kullanılarak Matlab R2017b programı kullanılarak çözümler elde edilmiştir.

**Tablo 4.1.** Güç sistem verileri

Test Sistemi	Hat Sayısı	SEB Sayısı	SEB'in Bara Numarası
IEEE 14	20	1	7
IEEE 30	41	5	6-9-11-25-29

**Tablo 4.2.** ÖÖTO algoritması ile SEB'siz optimal FÖB yerleşimi

Test Sistemi	SEB Dikkate Alınmadan	
	FÖB Sayısı	FÖB Yerleşimi
IEEE 14	4	2-6-7-9
IEEE 30	10	2-4-6-9-10-12-15-18-25-27

**Tablo 4.3.** ÖÖTO algoritması ile SEB'li optimal FÖB yerleşimi

Test Sistemi	SEB Dikkate alınarak	
	FÖB Sayısı	FÖB Yerleşimi
IEEE 14	3	2-6-9
IEEE 30	7	1-5-10-12-15-18-20

**Tablo 4.4.** ÖÖTO algoritmasının diğer algoritmalarla karşılaştırmalı analizi

	IEEE 14				IEEE 30			
	SEB'siz		SEB'li		SEB'siz		SEB'li	
	FÖB Sayısı	Zaman	FÖB Sayısı	Zaman	FÖB Sayısı	Zaman	FÖB Sayısı	Zaman
ÖÖTO	4	0.037	3	0.06	10	0.059	7	0.12
GA (Mousavian, ve Feizollahi, 2015).	4	0.041	3	0.076	10	0.104	7	0.232
CMA (Al-Odienat, Al-Awasa, Al-Momani, ve Al-Gharaibah, 2020).	4	0.0378	3	0.069	10	0.0675	7	0.126

## 5. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada güç sistemlerinde optimal FÖB yerleştirilmesi problemi için meta sezgisel algoritmalarla ÖÖTO algoritmasıyla bir çözüm sunulmuştur. Analizler IEEE 14 ve 30 baralı standart güç sistemlerinde test edilmiştir. OFY problem çözümü için güç sistemlerinde SEB'li ve SEB'siz durum göz önüne alınarak FÖB yerleşimi

gerçekleştirilmiştir. En az sayıda FÖB yerleştirilerek tüm sistemin iki durumda da gözlenebilir olması ve kurulum maliyetlerinin minimum olması sağlanmıştır. Geliştirilen yöntem diğer yöntemlerle karşılaştırılmış, hemen hemen tüm yöntemlerde eşit sayıda FÖB yerleşimi sağlanmış fakat yerleşim bara numaraları farklılıklar göstermiştir. Hesaplama süresi olarak karşılaştırıldığında ÖTTO algoritması diğer algoritmalara göre daha üstün geldiği görülmüştür. Güç sistemlerinin kalitesi ve güvenliği açısından optimal sayıda FÖB yerleşiminin sağlanması önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

- Al-Momani, M. M., Al-Gharaibeh, S. F., Al-Awasa, K., Almbaideen, A., & Allaham, A. (2023). Global-Binary Algorithm; New Optimal Phasor Measurement Unit Placement Algorithm. *Jordan Journal of Energy*, 1(1).
- Al-Odienat, A. I., Al-Awasa, K., Al-Momani, M., & Al-Gharaibah, S. (2020, August). Connectivity Matrix Algorithm: A New Optimal Phasor Measurement Unit Placement Algorithm. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 551, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.
- Babu, R., Raj, S., & Mahapatra, S. (2023). Allocation of synchronized phasor measurement units for power grid observability using advanced binary accelerated particle swarm optimization approach. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 10(1), 42.
- Bozalı, B., Öztürk, A., & Tosun, S. (2022). Designation of Optimal Location of Phasor Measurement Units by Comparing Different Methods for Türkiye 400 kV Power Systems. *Electric Power Components and Systems*, 50(18), 1051-1071.
- Chakrabarti, S., Kyriakides, E., & Albu, M. (2009). Uncertainty in power system state variables obtained through synchronized measurements. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 58(8), 2452-2458.
- Cruice, M., Blom Johansson, M., Isaksen, J., & Horton, S. (2018). Reporting interventions in communication partner training: a critical review and narrative synthesis of the literature. *Aphasiology*, 32(10), 1135-1166.
- Fu, W., Wang, K., Li, C., & Tan, J. (2019). Multi-step short-term wind speed forecasting approach based on multi-scale dominant ingredient chaotic analysis, improved hybrid GWO-SCA optimization and ELM. *Energy Conversion and Management*, 187, 356-377.
- Gou, B. (2008). Generalized integer linear programming formulation for optimal PMU placement. *IEEE transactions on Power Systems*, 23(3), 1099-1104.
- Mohagheghi, E., Geletu, A., Bremser, N., Alramlawi, M., Gabash, A., & Li, P. (2018, June). Chance constrained optimal power flow using the inner-outer approximation approach. In *2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)* (pp. 1-6). IEEE.
- Mousavian, S., & Feizollahi, M. J. (2015). An investment decision model for the optimal placement of phasor measurement units. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7276-7284.
- Palepu, S. B., & Reddy, M. D. (2023). Voltage stability assessment using PMUs and STATCOM. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 14(1), 1.
- Rao, R., & Patel, V. (2012). An elitist teaching-learning-based optimization algorithm for solving complex constrained optimization problems. *international journal of industrial engineering computations*, 3(4), 535-560.
- Rao, R. V., Savsani, V. J., & Vakharia, D. P. (2011). Teaching-learning-based optimization: a novel method for constrained mechanical design optimization problems. *Computer-aided design*, 43(3), 303-315.
- Rao, R. V., Savsani, V. J., & Vakharia, D. P. (2012). Teaching-learning-based optimization: an optimization method for continuous non-linear large scale problems. *Information sciences*, 183(1), 1-15.

- Sahu, P., & Verma, M. K. (2020). Online monitoring of voltage stability margin using PMU measurements. *International Journal of Electrical & Computer Engineering* (2088-8708), 10(2).
- Su, C., & Chen, Z. (2010). Optimal Placement of Phasor Measurement Units with New Considerations. 2010 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference.
- Zhao, Z., Yu, H., Li, P., Kong, X., Wu, J., & Wang, C. (2019). Optimal placement of PMUs and communication links for distributed state estimation in distribution networks. *Applied energy*, 256, 113963.



## OPTIMAL PLACEMENT OF PHASOR MEASUREMENT UNITS IN POWER SYSTEMS: A CURRENT REVIEW

**Salih ERMIŞ**

Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electrical and Electronics Engineering

**ORCID ID:** 0000-0002-1053-9160

### ABSTRACT

Increasing population and technological developments worldwide have significantly increased electricity consumption. Accordingly, the demand for reliable and high quality electrical energy has also increased. Power from generation centers is transmitted and distributed to consumers through an appropriate grid. Ensuring the quality and continuity of electrical power transmission network monitoring and measurement equipment helps to prevent electricity loss. In this context, the modern measuring devices installed in the system to monitor and control the power system are called Phasor Measurement Units (PMUs). Phasor Measurement Unit (PMU) is a very important tool for power system monitoring and control. They provide real-time, synchronized measurements of the voltages at the buses and also the current phase values coming to the buses where these PMUs are located. The objective of the optimal PMU placement (OPP) problem is to determine the minimum number of PMUs such that the entire system is observable. Installing PMUs at all substations can significantly improve the reliability of the power grid, but it is not feasible to install PMU devices at all locations because the price of a single PMU unit is quite high. In power systems, in order to reduce the maintenance fee and unit cost, optimum PMU placement (OPP) is applied to achieve the whole degree of observability as well as to reduce the quantity of PMUs installed. Moreover, as a consequence of Ohm's Law, when an PMU is placed on a bus, the neighboring buses also become observable. In this case, it means that a system can be made observable with a smaller number of PMUs than the number of buses. Approaches to solve the OPP problem have been the focus of power systems research and can be classified into two main groups: mathematical programming methods and meta-heuristic optimization methods. In this paper, a literature review on these technologies for solving the OPP problem is proposed.

**Keywords:** Power Systems, Phasor Measurement Unit, Optimal Phasor Measurement Unit  
Layout

## 1. INTRODUCTION

In recent years, the demand for electrical energy has been increasing rapidly. In the face of this increasing demand, it is very important to provide users with reliable, uninterrupted and high quality energy. One of the most important issues to provide such energy is to ensure the traceability of energy on the system. A power system is offered to users with the help of buses on transmission and distribution networks. Obtaining real-time information on these buses is vital for the quality of energy or for fault detection in case of any fault. In power systems, Phasor Measurement Units (PMUs) are used to measure values such as bus voltage, current, phase angle. In power systems, electrical devices that measure bus quantities with an accuracy of up to one microsecond depending on bus locations are defined as phasor measurement units (Phadke, 1993). PMUs were introduced towards the end of the 20th century. With the increased use of PMUs, power systems can be better monitored, protected and controlled (Phadke & Thorp, 2008; Thorp, Phadke, & Karimi, 1985). The PMU allows for a wide range of system analyses such as overload monitoring, distribution generator protection and control, condition forecasting, power congestion management, and stray electricity control (Nuqui & Phadke, 2005). The purpose of using PMUs in the power system is to prevent catastrophic failures and to provide real-time measurement.

The optimal placement of PMUs on the buses in the power system is very important in terms of obtaining accurate and reliable measurements. In order to obtain the most accurate and reliable information, it is necessary to place PMUs on all buses on the system. However, the high cost of PMUs makes it impossible to place them on all buses. In this context, the problem of optimal bus placement (OPP) arises in power systems (Gao, Hu, He, & Liu, 2008). The OPP problem aims to place fewer PMUs than the total number of buses. For this purpose, it directly measures the voltage phase of the bus where a PMU is placed and also measures the current phase of several or all lines connected to that bus. In this way, measurement information can also be obtained about bus parameters to which no PMU is connected.

Two main methods are used in research to solve the OPP problem. These methods are called traditional mathematical methods and meta-heuristics. Due to the computational problems in traditional mathematical methods and the inability to overcome constraints, meta-heuristic methods have come to the forefront in research.

In this paper, we present a literature review of the literature in the field for solving the OPP problem in power systems. Section 2 discusses the problem of optimal PMU placement and

section 3 discusses the OPP methods. Section 4 presents the OPP methods and techniques used in the literature. Section 5 concludes the paper.

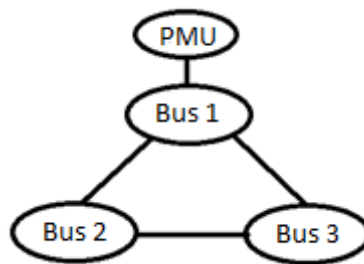
## 2- OPTIMAL FÖB PLACEMENT PROBLEM

In power systems, PMUs are devices that can measure the voltage value of the bus where it is placed and the branch current value connected to that bus. Figure 2.1 shows the picture of the PMU device. Some rules are needed for the placement of PMUs in power systems. These rules are as follows.



**Figure 2.1.** PMU device

- **Rule 1:** The voltage and current values of the bus to which the PMU is connected are measured.
- **Rule 2:** The voltage value of the other buss connected to the bus to which the PMU is connected is calculated using Ohm's law.
- **Rule 3:** If the voltage value of the two buss connected to each other is known, the branch current can be calculated using Ohm's law.
- **Rule 4:** Once the branch currents are calculated, the other branch currents at the node are calculated using Kirshof's Currents Law (KCL).



**Figure 2.2.** Block diagram of the FÖB device placement rule

Figure 2.2 shows the block diagram of the rules for the placement of the PMU device. Here, the PMU device is placed at Bus 1. Bus 2 and Bus 3 are neighboring buses connected to Bus 1. According to the rules given above, the voltage value of Bus 1 and the branch currents of

Bus 1-Bus 2, Bus 1-Bus 3 are found according to Rule 1. The voltage values of Bus 2 and Bus 3 are calculated according to Ohm's law (Rule 2). The branch current of Bus 2 is calculated according to Rule 3 and all branch current values are found by using KCL according to Rule 4 (Noureen, Roy, & Bayne, 2017).

### **3. OPTIMAL PMU PLACEMENT METHODS**

Three main methods are used for the placement of PMUs in power systems. These are classical mathematical methods, heuristic methods and meta-heuristic methods. Brief information about these methods is given below.

#### **3.1. Mathematical Programming Methods**

Mathematical programming methods can be classified under two headings. Integer linear programming and integer quadratic programming.

##### **3.1.1. Integer linear programming**

Integer Linear Programming methods, also known as binary integer programming, take into account both the energy generation and power metering of the system, as well as state estimation and PMU error calculation. The integer linear programming algorithm is based on individual vectors derived from the matrix of the grid topology (Singh, Thakur, & Singh, 2017).

##### **3.1.2. Integer quadratic programming**

Integer Quadratic Programming is the solution of an optimization problem with a quadratic objective function and linear constraints. In this technique, all design variables take only one integer value (Manousakis, Korres, & Georgilakis, 2011).

#### **3.2- Meta-Heuristic Methods**

In recent years, meta-heuristic optimization techniques have been used to solve the optimal placement problem of PMUs. Metaheuristics are much faster and more accurate than mathematical methods.

In Table 3.1, the methods used for the placement of PMUs and the results of the studies are tabulated.

**Table 3.1.** Literature studies on the placement of PMUs

Source	Study Subject	Method	Result
Bei, Yoon and Abur (2005)	Three different test systems have been used to reduce the amount of PMU placements by considering load buses in power systems.	Integer linear programming	Simulations of fault detection and identification of the faults of the PMUs have been carried out.
Gou (2008)	For the OPP problem in different power systems, the analysis was carried out with the traditional mathematical method.	Integer linear programming	It was found that the computation time was reduced and full observability was achieved in the placement of the PMUs.
Chen and Abur (2006)	It presents the method that aims to minimize the number of PMUs in buses eliminating critical measurement in the power system.	Integer linear programming	In this study, measurement systems with different degrees of vulnerability to measurement losses and erroneous data are designed.
Chakrabarti, Kyriakides and Eliades (2008)	It presents a methodology for the use of synchronized measurements for full observability with the deployment of a PMU in a power system.	Integer quadratic programming	Observability has also been tested in case of system failure.
Chakrabarti, Kyriakides and Albu (2009)	A method based on integer quadratic programming was applied to the OPP problem to minimize the number of PMUs and maximize the observable bars.	Integer quadratic programming	Three approaches have been used to estimate uncertainties in state variables: the use of classical uncertainty propagation theory, the Monte Carlo method and random fuzzy variables. The methods are applied on a test system and the results are presented.
Carvalho, Klimentova and Viana (2018)	A randomized simulated annealing algorithm is used to reduce the number of PMUs in power systems.	Annealing algorithm	In the annealing algorithm, the detection of critical measurements is introduced as an outcome function.
Hong-Shan, Ying, Zeng-Qiang and Lei (2005)	Using simulated annealing algorithm, they aimed to minimize the number of PMUs and measure the dynamic information in the system.	Simulated annealing algorithm	Minimization is tested with a separate objective function due to the constraint that the system is topologically observable and the PMUs are placed on buses with higher sensitivity.
Glazunova, Kolosok and Korkina (2009)	In power systems, it is aimed to realize the measurement of SCADA and PMU, which are used for non-repetitive control of all state variables for power flow estimation.	Simulated annealing algorithm	In the paper, it is proved that without iteration, the load flow estimation can be observed without computation, and the IEEE-13 bus test explains that it is computationally very fast to compute the problem in the system.
Mallikarjuna, Gopakumar, Reddy and Mohanta (2016)	Optimal placement of the PMUs has been achieved to ensure tracking of erroneous data. Simulated annealing technique was applied with the new approach.	Simulated annealing algorithm	Ensured observability of critical measurements in power systems.
Bozalı, Öztürk and Tosun (2022)	A modified algorithm was developed to ensure observability of the entire power system.	Simulated annealing algorithm	A modified simulated annealing algorithm is proposed as an alternative solution method for the optimal number of PMUs.
Al-Momani, Al-Gharaibeh, Al-Awasa, Almbaideen and Allaham (2023)	A new algorithm is proposed for the placement of the PMUs.	Partitioning algorithm	The proposed algorithm for the placement of PMUs consists of two parts. In the first part, the power system is subdivided into sub-partitions and in the second part, the most suitable bus is determined.

Farsadi, Golahmadi and Shojaei (2009)	They used the MATLAB-based PSAT program to solve the OPP problem and achieved an optimal solution.	Depth-first search algorithm	They solved the OPP problem with different algorithms. The optimal result was not achieved in all solutions of the algorithms. In this context, they stated that different algorithms should be tested in OPP solutions.
Peng, Sun and Guo (2010)	In power systems, a multi-objective PMU placement model for the entire observable power grid is presented.	Differential evolution algorithm	The proposed hybrid algorithm finds the number of optimum solutions easily and quickly, and provides a fully observable and accurate solution.
Zhao et al. (2019)	It is aimed to minimize the number of PMUs by using Genetic algorithm in distribution networks and to make all buses measurable.	Genetic algorithm	The network is fully observable in the most economical way.
Gavrilaş, Rusu, Gavrilaş and Ivanov (2008)	A genetic algorithm was used for the placement and optimization of the PMU devices.	Genetic algorithm	Based on the measurements obtained by the PMUs, the densest barrier was estimated. It has been shown that the presence of PMUs leads to a 4-fold increase in the fitness function.
Gamm, Kolosok, Glazunova and Korkina, (2008)	We propose the use of a genetic algorithm with different conditions for the placement of PMUs to find a solution to OPP.	Genetic algorithm	The test results of the proposed algorithm are validated. The obtained results show that the optimal placement of the PMUs improves the efficiency of the faulty data detection.
Zhou et al. (2008)	They have implemented a matrix reduction method based on mathematical matrix reduction for the optimal placement of PMUs in power systems and to improve the computational performance.	Matrix reduction	They have realized the minimum number of PMUs in order to increase the complete observability of the network and reduce the computation time. They also tested its applicability in very large systems.
Yang, Shu and Yue (2009)	Using the minimum spanning tree algorithm for inaccurate location estimation and optimal location detection of PMUs, they tested in Yunnan power system, IEEE 30, IEEE 57 power systems of China.	Minimum spanning tree algorithm	It is aimed to reduce investment costs by reducing the number of PMUs in power systems. The reliability of the algorithm is also proved.
Cho, Shin and Hyun (2001)	Modified simulated annealing algorithm is used for the optimal placement of PMUs in power systems.	Modified Simulated Annealing Algorithm	The proposed algorithm is compared with a simple simulated annealing algorithm and tested to make convergence faster and reduce the search process with high computational speed.
Yuvaraju and Thangavel (2022)	It presents the optimal PMU placement technique with full system observability, taking into account the data traffic index and installation cost index in wide area monitoring systems.	A learning-by-teaching based optimization algorithm	The proposed method also considers zero-injection busses to minimize the number of PMUs, which reduces the installation cost.
Palepu and Reddy (2022)	To realize optimal placement of PMUs for power system condition estimation and fault detection.	Spider monkey optimization algorithm	The developed method ensured the optimal placement of PMUs while keeping the power system fully observable under various contingencies.
Hajian, Ranjbar, Amraee and Shirani (2007)	They proposed a dual particle swarm optimization algorithm to reduce the number of PMUs in power systems and increase the observability of the power system.	Particle Swarm Optimization algorithm	Using a method based on the analysis of load buses, they have achieved the optimal placement of PMUs.



Su and Chen (2010)	It aims to reduce the installation cost by using particle swarm optimization algorithm in power systems.	Particle swarm optimization algorithm	In this study, a test was performed on a 17-bus system by adjusting the population size, iteration counter, etc. The result of the presented methodology shows that the placement of PMUs in different areas with the proposed technique improves the cost factor compared to traditional approaches.
Ahmadi, Alinejad-Beromi and Moradi (2011)	It presents a modified particle swarm optimization algorithm for the optimal placement of PMUs to make power systems topologically observable.	Particle swarm optimization algorithm	In this study, minimizing the number of PMUs required to maintain full observability of the power system and maximizing the measurement redundancy at all buses in the system is realized.
Ahmadi et al. (2011)	A meta-heuristic algorithm based on the binary particle swarm algorithm is developed for the placement of PMUs in large-scale power systems.	Particle swarm optimization algorithm	With the algorithm developed in large-scale power systems, the optimal location of the PMUs is determined in the fastest way.

#### 4. CONCLUSION

In power systems, the placement of phasor measurement units is of great importance for situations such as condition forecasting, fault analysis, system efficiency, energy quality and observability of the entire system. The interconnected structure of power systems in Turkey and in the world causes the power systems to have a very large number of buses. In this case, it is not cost-effective to place phasor measurement units on all buses. In this context, in order to ensure the observability of all buses in the power system, the PMUs should be placed in the most suitable locations in the system. Two main methods are used to ensure optimal PMU placement. These are mathematical methods and meta-heuristics. In this study, these methods used in the literature are analyzed. Some of these methods are given in Table 1. This study will be useful for researchers in solving the OPP problem. In this study, many meta-heuristics were found to be more effective and efficient than traditional mathematical methods. The advantages of metaheuristics over traditional mathematical methods are listed below.

- 1- Meta heuristics are effective in solving very complex models. However, mathematical methods are limited in solving complex systems.
- 2- Meta heuristic methods solve the system problem based on data, while mathematical methods are based on rules, laws and formulas.
- 3- Non-linear problems are difficult to solve in mathematical models, while in meta-heuristics a solution set is available for linear or non-linear problems.
- 4- In mathematical solutions, the result is fixed. But in meta-heuristics, the result is reached in a way to reach the best solution in each renewal.
- 5- Meta heuristics solve problems in less time than mathematical methods.



## RESOURCES

- Ahmadi, A., Alinejad-Beromi, Y., & Moradi, M. (2011). Optimal PMU placement for power system observability using binary particle swarm optimization and considering measurement redundancy. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 7263-7269.
- Al-Momani, M. M., Al-Gharaibeh, S. F., Al-Awasa, K., Almbaideen, A., & Allaham, A. (2023). Global-Binary Algorithm; New Optimal Phasor Measurement Unit Placement Algorithm. *Jordan Journal of Energy*, 1(1).
- Bei, X., Yoon, Y. J., & Abur, A. (2005). Optimal placement and utilization of phasor measurements for state estimation. *PSERC Publication*, 1.
- Bozali, B., Öztürk, A., & Tosun, S. (2022). Designation of Optimal Location of Phasor Measurement Units by Comparing Different Methods for Türkiye 400 kV Power Systems. *Electric Power Components and Systems*, 50(18), 1051-1071.
- Carvalho, M., Klimentova, X., & Viana, A. (2018). Observability of power systems with optimal PMU placement. *Computers & Operations Research*, 96, 330-349.
- Chakrabarti, S., Kyriakides, E., & Albu, M. (2009). Uncertainty in power system state variables obtained through synchronized measurements. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 58(8), 2452-2458.
- Chakrabarti, S., Kyriakides, E., & Eliades, D. G. (2008). Placement of synchronized measurements for power system observability. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 24(1), 12-19.
- Chen, J., & Abur, A. (2006). Placement of PMUs to enable bad data detection in state estimation. *IEEE transactions on Power Systems*, 21(4), 1608-1615.
- Cho, K.-S., Shin, J.-R., & Hyun, S. H. (2001). *Optimal placement of phasor measurement units with GPS receiver*. Paper presented at the 2001 IEEE Power Engineering Society Winter Meeting. Conference Proceedings (Cat. No. 01CH37194).
- Farsadi, M., Golahmadi, H., & Shojaei, H. (2009). *Phasor measurement unit (PMU) allocation in power system with different algorithms*. Paper presented at the 2009 International Conference on Electrical and Electronics Engineering-ELECO 2009.
- Gamm, A., Kolosok, I., Glazunova, A., & Korkina, E. (2008). *PMU placement criteria for EPS state estimation*. Paper presented at the 2008 Third International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies.
- Gao, Y., Hu, Z., He, X., & Liu, D. (2008). *Optimal placement of PMUs in power systems based on improved PSO algorithm*. Paper presented at the 2008 3rd IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications.
- Gavrilaş, M., Rusu, I., Gavrilaş, G., & Ivanov, O. (2008). *Synchronized phasor measurements for state estimation*. Paper presented at the Proceedings of the National Symposium of Theoretical Electrical Engineering-SNET.
- Glazunova, A., Kolosok, I., & Korkina, E. (2009). *PMU placement on the basis of SCADA measurements for fast load flow calculation in electric power systems*. Paper presented at the 2009 IEEE Bucharest PowerTech.
- Gou, B. (2008). Generalized integer linear programming formulation for optimal PMU placement. *IEEE transactions on Power Systems*, 23(3), 1099-1104.
- Hajian, M., Ranjbar, A., Amraee, T., & Shirani, A. (2007). *Optimal placement of phasor measurement units: particle swarm optimization approach*. Paper presented at the 2007 International Conference on Intelligent Systems Applications to Power Systems.
- Hong-Shan, Z., Ying, L., Zeng-Qiang, M., & Lei, Y. (2005). *Sensitivity constrained PMU placement for complete observability of power systems*. Paper presented at the 2005 IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific.
- Mallikarjuna, B., Gopakumar, P., Reddy, M. J. B., & Mohanta, D. (2016). *A case study on optimal phasor measurement unit placement for emerging Indian national smart grid*. Paper presented at the 2016 International Conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPE5).
- Manousakis, N., Korres, G., & Georgilakis, P. (2011). *Optimal placement of phasor measurement units: A literature review*. Paper presented at the 2011 16th International Conference on Intelligent System Applications to Power Systems.

- Noureen, S. S., Roy, V., & Bayne, S. B. (2017). *Phasor measurement unit integration: A review on optimal PMU placement methods in power system*. Paper presented at the 2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC).
- Nuqui, R. F., & Phadke, A. G. (2005). Phasor measurement unit placement techniques for complete and incomplete observability. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 20(4), 2381-2388.
- Palepu, S. B., & Reddy, M. D. (2022). Binary spider monkey algorithm approach for optimal siting of the phasor measurement unit for power system state estimation. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 11(3), 1033.
- Peng, C., Sun, H., & Guo, J. (2010). Multi-objective optimal PMU placement using a non-dominated sorting differential evolution algorithm. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 32(8), 886-892.
- Phadke, A. G. (1993). Synchronized phasor measurements in power systems. *IEEE Computer Applications in power*, 6(2), 10-15.
- Phadke, A. G., & Thorp, J. S. (2008). *Synchronized phasor measurements and their applications* (Vol. 1): Springer.
- Singh, S. P., Thakur, A. K., & Singh, S. (2017). PMU placement for maximum observability of power system under different contingencies. *Energy Procedia*, 117, 893-900.
- Su, C., & Chen, Z. (2010). *Optimal placement of phasor measurement units with new considerations*. Paper presented at the 2010 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference.
- Thorp, J., Phadke, A., & Karimi, K. (1985). Real time voltage-phasor measurement for static state estimation. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*(11), 3098-3106.
- Yang, Y., Shu, H., & Yue, L. (2009). *Engineering practical method for PMU placement of 2010 Yunnan power grid in China*. Paper presented at the 2009 International Conference on Sustainable Power Generation and Supply.
- Yuvaraju, V., & Thangavel, S. (2022). Optimal phasor measurement unit placement for power system observability using teaching–learning based optimization. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 137, 107775.
- Zhao, Z., Yu, H., Li, P., Kong, X., Wu, J., & Wang, C. (2019). Optimal placement of PMUs and communication links for distributed state estimation in distribution networks. *Applied energy*, 256, 113963.
- Zhou, M., Centeno, V. A., Phadke, A. G., Hu, Y., Novosel, D., & Volskis, H. A. (2008). *A preprocessing method for effective PMU placement studies*. Paper presented at the 2008 Third International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies.

## DEVELOPMENT OF NATURAL LANGUAGE PROCESSING-BASED PRODUCT SIMILARITY SCORING MODELS FOR E-COMMERCE MARKETPLACE

**Batuhan TAŞKAPI**

Inveon, Department of Director of Customer Operations, Istanbul, Turkey

**ORCID ID:** 0009-0005-3965-5981

**Ersin KOCAMIŞ**

Inveon, Department of Checkout, Istanbul, Turkey

**ORCID ID:** 0009-0005-7583-0054

**H. Şebnem ARLI**

Inveon, Department of Data Science, Istanbul, Turkey

**ORCID ID:** 0000-0001-8236-7487

**Zehra Sude SARI**

Inveon, Department of Data Science, Istanbul, Turkey

**ORCID ID:** 0000-0002-0341-6488

**Prof. Dr. M. Fatih AKAY**

Çukurova University, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey

**ORCID ID:** 0000-0003-0780-0679

### ABSTRACT

Marketplaces are online shopping platforms that bring buyers, and sellers together and make e-commerce practical. In a marketplace environment, the administrator opens an e-commerce website. Sellers open a store on this website and display their products. Consumers, as buyers, can shop by comparing both sellers and products. Products from many different sectors can be sold both on marketplaces and on the product owners' own websites. In this study, the data on the products of a company in the underwear sector have been retrieved from three different marketplaces and the similarity rates with the company's own products on its websites have been calculated with natural language algorithms. For this purpose, Turkish variants of the algorithms Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT), Efficiently Learning an Encoder that Classifies Token Replacements Accurately (ELECTRA), Robustly Optimized BERT (RoBERTa) and Cross-Lingual Language Models (XLMs) have been used. To improve the efficiency of the algorithms, HTML tags that are present in the dataset's product descriptions must be removed. To remove these tags, Regular Expression (RegEx) has been used in preprocessing to remove the HTML symbols. Each algorithm has its own tokenization algorithm due to its working principle and tokenization has been performed using these tokenization algorithms. To perform similarity matching with the specified algorithms, embedding tables have been created for all sentences. Since the size of these embedding tables must be the same, the number of tokens obtained during the tokenization process must be the same for each sentence. For this reason, a maximum length has been set during the tokenization process. Tokens have been truncated at the end of sets longer than the maximum length and padding tokens have been added at the end of sets shorter than the

maximum length to ensure that the length of all sets are equal. The maximum length chosen corresponds to 96 tokens. The results show that RoBERTa-based similarity scoring model yields superior performance.

**Keywords:** Natural Language Processing, Machine Learning, E-commerce Marketplace

## YENİLİK YÖNETİMİ STANDARTLARINA DETAYLI BİR BAKIŞ: ISO 56000 SERİSİ

**Ceyda AKSOY TIRMIKÇI**

Sakarya University, Eng. Faculty, Electrical and Electronics Eng. Dept.  
Sakarya University, Sakarya Innovation Center

**ORCID ID:** 0000-0003-0354-4022

**Cenk YAVUZ**

Sakarya University, Eng. Faculty, Electrical and Electronics Eng. Dept.  
Sakarya University, Sakarya Innovation Center (SAYMER)

**ORCID ID:** 0000-0002-4325-2852

### ÖZET

Günümüzde işletmeler için rekabetin en önemli itici güçlerinden biri yeniliktir. İşletmelerin yenilik yapma zorunluluğu hissetmesinin en önemli nedeni günümüz ekonomilerinin yaşadığı değişim sürecidir. Yeni ürünlerin ve hizmetlerin geliştirilmesi, yeni girdi kaynaklarının bulunması, yeni iş süreçlerinin geliştirilmesi, kurumsal yapı ile ilişkili bir takımın yeniliklerin gerçekleştirilmesi işletmelerin iç ve dış pazarda rekabet edebilmeleri için yüzleşmek zorunda oldukları konulardandır. İkinci Dünya Savaşı'na kadar rekabet çoğunlukla üretim kapasitesi ile ilişkilendirilirken, zamanla maliyet, hız, kalite, esneklik parametreleri de rekabet belirleyici unsurlara dâhil edilmiştir. 2000'li yılların sonunda ise teknolojik gelişmelere paralel olarak yenilik kavramı tüm unsurları etkileyecek şekilde rekabet gücü unsurlarının içerisinde yerini almıştır. Bir organizasyonun yenilik yetenekleri, bağlamının değişen koşullarını anlama ve bunlara yanıt verme, yeni fırsatları takip etme ve organizasyon içindeki ve dış paydaşlar ve ortaklarla işbirliği içinde insanların bilgi ve yaratıcılığında yararlanma yeteneğini içerir. Dünyada ve özellikle de ülkemizde, yenilik kavramının ve kurumsal-sistemik yenilik yönetiminin şirketlerde nasıl uygulanması gerekliliği ile ilgili ciddi bir kafa karışıklığı bulunmaktadır. Şirketlerin yenilik ile ilgili kafa karışıklığını giderebilmek ve yenilik yönetiminin ana öğeleri ile ilgili uluslararası düzeyde ortak akıl oluşturabilmek amacı ile yenilik yönetiminin standartlaştırılması önem arz etmektedir. Yenilik yönetim standartları ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan çalışmalar incelendiğinde, standart dokümanlarının sektör ve kurumsal büyüklük fark etmeksizin tüm şirketleri kapsayacak esneklikte hazırlandığı görülmektedir. Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO), bilimsel, teknolojik ve ekonomik faaliyetlerde tutarlı bilgi, karşılıklı işbirliği ve ortak bir anlayışı teşvik etmek için gereksinimler, şartnameler, kılavuzlar ve uygulamalar oluşturma hedefi olan bağımsız bir uluslararası kuruluştur. Şu anda 160'tan fazla ülke ISO'nun bir parçasıdır. Bu çalışmada, Yenilik Yönetimine ilişkin yeni ISO 56000 Serisi kılavuz standartları incelenmiş ve standartların uygulanmasına ilişkin öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilik, Yenilik Yönetimi, ISO, ISO 56000

## ABSTRACT

One of the most important driving forces of competition for businesses today is innovation. The process of change experienced by today's economies is the main driver that forces businesses to innovate. Developing new products and services, finding new input sources, developing new business processes, and implementing a number of innovations related to the corporate structure are among the issues that businesses have to face in order to compete in the domestic and foreign markets. While competition was mostly associated with production capacity, after the Second World War, cost, speed, quality and flexibility parameters were also included in the determining factors of competition. At the end of the 2000s, in parallel with technological developments, the concept of innovation took its place among the elements of competitiveness in a way that affected all elements. An organization's innovation capabilities include its ability to understand and respond to the changing conditions of its context, pursue new opportunities, and leverage the knowledge and creativity of people within the organization and in collaboration with external stakeholders and partners. In the world, and especially in our country, there is serious confusion about how the concept of innovation and corporate-systematic innovation management should be implemented in companies. It is important to standardize innovation management in order to eliminate the confusion of companies about innovation and to create common sense at the international level regarding the main elements of innovation management. When studies on innovation management standards at national and international levels are examined, it is seen that standard documents are prepared with flexibility to cover all companies, regardless of sector and corporate size. The International Organization for Standardization (ISO) is an independent international organization with the goal of establishing requirements, specifications, guidelines and practices to promote consistent knowledge, mutual cooperation and a common understanding in scientific, technological and economic activities. Currently more than 160 countries are part of ISO. In this study, the new ISO 56000 Series guidance standards on Innovation Management were examined and recommendations for the implementation of the standards were presented.

**Keywords:** Innovation, Innovation Management, ISO, ISO 56000

## 1. GİRİŞ

Küreselleşme genel olarak "Herhangi bir ülkenin dünya çapındaki diğer tüm ülkelerle uluslararası ekonomik değişim ilişkileri" ile karakterize edilen geri dönüşü olmayan bir süreç olarak kabul edilmektedir [1] ve günümüzde bu, uluslararası işletme araştırmalarında en çok ele alınan temalardan biridir. Bunun nedeni, son yıllarda küreselleşmenin, küresel ekonomide

temel faktörler olarak hareket eden ve gelişmiş ekonomiler ile gelişmekte olan ekonomiler arasındaki bağları destekleyen, ulusal sınırların ötesinde muazzam bir mal, hizmet, fikir, sermaye ve insan akışı sağlaması gerçeğiyle bağlantılıdır. Ancak, özellikle ekonomilerin, piyasaların ve toplumların evrimi göz önüne alındığında, bu olguyla ilgili pek çok sorun vardır. Temelde endişeler, uluslararasılaşma ve küreselleşme temalarının çevresel ve sosyal düzeyde sürdürülebilirliği ile ilgilidir. Gelişmiş sosyo-ekonomik kalkınma için küresel değer zincirlerinin artan önemine rağmen, özellikle gelişmekte olan ekonomiler için küresel kalkınmadan tam olarak yararlanmak için gereken bilgi, yeterlilik ve uzmanlık açısından bazı boşluklar bulunmaktadır [2]. Bu nedenle en önemli temalardan biri yenilik ve rekabet edebilirlik arasındaki ilişkidir. Böylece işletmeler küreselleşmenin ortaya çıkardığı ekonomik, sosyal ve çevresel zorluklarla yüzleşmeye daha iyi hazırlanabilirler [3].

Yenilik yönetimi, yenilik sürecini resmileştiren ve yeni yöntemlerin, fikirlerin ve ürünlerin sistematik hale getirilmesini kolaylaştıran bir dizi önlem olarak kabul edilir. Ayrıca bu mekanizma küçük, orta ve büyük şirketlerin performansında önemli bir rol oynamaktadır [4]. Bu nedenle, herhangi bir şirketin hedefinin, yeniliği geliştirerek rekabet avantajı elde etmek olduğu durumlarda, yenilik yönetimi sürecinin uygulanmasında etkili olması gerekir ve bu, stratejilerin tanımlanmasını ve yeniliği destekleyecek uygun bir idari yapının benimsenmesini gerektirir. Şirketlerin yenilik ile ilgili kafa karışıklığını giderebilmek ve yenilik yönetiminin ana öğeleri ile ilgili uluslararası düzeyde ortak akıl oluşturabilmek amacı ile yenilik yönetiminin standartlaştırılması önem arz etmektedir. Yenilik yönetim standartları ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan çalışmalar incelendiğinde, standart dokümanlarının sektör ve kurumsal büyüklük fark etmeksizin tüm şirketleri kapsayacak esneklikte hazırlandığı görülmektedir. Bu çalışmada, Yenilik Yönetimine ilişkin yeni ISO 56000 Serisi kılavuz standartları incelenmiş ve standartların uygulanmasına ilişkin öneriler sunulmuştur.

## **2. ISO 56000 Serisi**

Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO), bilimsel, teknolojik ve ekonomik faaliyetlerde tutarlı bilgi, karşılıklı işbirliği ve ortak bir anlayışı teşvik etmek için gereksinimler, şartnameler, kılavuzlar ve uygulamalar oluşturma hedefi olan bağımsız bir uluslararası kuruluştur. Şu anda 160'tan fazla ülke ISO'nun bir parçasıdır [5].

Yeni ISO standardı, yenilik yönetim sistemlerinin sürekli iyileştirilmesini sağlamak ve ortak bir dil ve standart belirlemek için bir kılavuz ve yapı sağlayıcı olarak hizmet vermektedir. Yenilik için yapılandırılmış bir yönetim sisteminin kurulması, yönetilmesi ve iyileştirilmesi için gerekli tüm unsurlar, standardın uygulanması için esastır. Bunlar, ilgili kuruluşun iç ve dış bağlamı, kültürel ve işbirlikçi yönler, yönetimin rolü, iş akışları, hedefler ve yenilik



sürecinin kendisi gibi temel bileşenleri içerir. Standart, yönetim sistemleri için kapsayıcı standardı temel alır ve kalite yönetimi (ISO 9001), çevre yönetimi (ISO 14001) veya varlık yönetimi (ISO 55001) gibi diğer yönetim sistemi standartlarıyla kolayca birleştirilebilir. 2013 yılında, ISO tarafından yenilik yönetimi alanında standartları geliştirmek, teşvik etmek ve sürdürülebilirliği sağlamak amacı ile ISO/TC 279 isimli teknik komite oluşturulmuştur. Bu teknik komite tarafından geliştirilen yenilik yönetim standartları, ilk olarak ISO 50500 serisi olarak adlandırılır iken, 2018 yılında serinin adı ISO 56000 olarak değiştirilmiştir. ISO'nun 56000 serili Yenilik Yönetim Sistemi Standardı, kurumsal yenilik yönetiminin geliştirilmesi, standart yenilik terminolojisinin oluşturulması, paydaşlar arasındaki etkileşimlerin yönetilmesi, fikri mülkiyet yönetimi, stratejik istihbarat yönetimi ve fikir yönetimi gibi süreçlerin oluşturulmasının, yönetilmesinin ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacı ile oluşturulması planlanmış, fikir birliğine dayalı bir yaklaşımdır [5].

ISO 56000 standartları serisi, türü, sektörü veya kurumsal boyutu ne olur ise olsun herhangi bir kuruluşun bir yenilik yönetim sistemi kurmasına, uygulamasına, sürdürmesine ve sürekli olarak iyileştirmesine yardımcı olabilir. ISO 56000, ilgili tüm tarafların ihtiyaç ve beklentilerinin anlaşılması, sistemin kapsamının belirlenmesi, liderliğin rolü, planlama, operasyon, iyileştirme, risk yönetimi ve yenilik süreçleri ve hedefleri dâhil olmak üzere, yenilik yönetim sistemlerinin tüm unsurlarını içinde barındırmayı amaçlayan rehber niteliğinde bir kılavuzdur. 2013 yılında geliştirilmeye başlanan ve toplamda 9 bölümden oluşan standartlar serisinden, 2019 yılında 3 bölüm, 2020 yılında 1 olmak üzere şimdiye dek toplamda 4 bölüm yayımlanmıştır [5].

**Tablo 1.** ISO 56000 standartlar serisi bölümleri

ISO 56000	Yenilik Yönetimi – Temel Prensipler ve Terminolojiler
ISO 56002:	Yenilik Yönetimi – Yenilik Yönetim Sistemi – Rehber
ISO 56003:	Yenilik Yönetimi – Yenilik Ortaklığı için Araçlar ve Yöntemler – Rehber
ISO 56004:	Yenilik Yönetimi – Değerleme – Rehber
ISO 56005	Yenilik Yönetimi – Fikri Mülkiyet Yönetimi – Rehber
ISO 56006	Yenilik Yönetimi – Stratejik İstihbarat Yönetimi – Rehber
ISO 56007	Yenilik Yönetimi – Fikir Yönetimi – Rehber
ISO 56008	Yenilik Yönetimi– Yenilik Operasyon Ölçümleri için Araçlar ve Yöntemler -Rehber
ISO 56010	Yenilik Yönetimi – Açıklayıcı ISO 56000 Örnekleri

ISO 56000, yenilik yönetiminde kullanılan kelime dağarcığını ve terminolojiyi tanımlar. Aynı zamanda yeniliğin arkasındaki temel ilkeleri de açıklar. ISO 56002, KOBİ'ler de dahil tüm kuruluşlarda kullanılmak üzere bir yenilik yönetim sisteminin kurulması, uygulanması, sürdürülmesi ve sürekli iyileştirilmesi için rehberlik sağlar. ISO 56003, yeniliği gerçekleştirmek için harici (dış) paydaşlar ile yapılacak işbirliklerinin yönetilmesi ile ilgili yöntemler ve stratejiler sunar. ISO / TR 56004, Yenilik Yönetimi Değerlemesinin uygulanmasının neden faydalı olduğu, iyi bir Yenilik Yönetim Değerlemesinden neler bekleyebileceğiniz, bunu nasıl gerçekleştireceğiniz ve değerlendirme sonuçlarına göre hareket etme konusunda rehberlik sağlar. ISO 56005, Fikri Mülkiyetin (IP) etkili yönetimi, yenilik sürecini güçlendiren ve destekleyen en önemli anahtar olduğunu temel alarak, IP yönetimi ile ilgili stratejik ve operasyonel seviyelerde öneriler sunar. ISO 56006, organizasyon içindeki vizyon, misyon ve yenilik faaliyetlerini etkileyen kararlara destek olmak amacı ile Stratejik Zekanın nasıl uygulanacağı konusunda, üst yönetime ve süreç liderlerine rehberlik etmeyi amaçlamaktadır. ISO 56007, bir organizasyonun hayatta kalabilmesi ve büyümesi için yeni fikirlerin üretilmesi, seçilmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir. Bu standart, fikirlerin toplanması, değerlendirilmesi, ödüllendirilmesi ve projelendirilmesi ile ilgili yönergeler sağlamaktadır. ISO 56008, bir organizasyondaki yenilik operasyonlarını etkili bir şekilde yönetmek için gerekli ölçümlerin tanımlanması, uygulanması, değerlendirilmesi ve daha çok iyileştirilmesi için rehberlik edebilecek olan bu standart, ISO 56002 yenilik yönetim sistemi standardını tamamlayıcı niteliktedir [5].

ISO 56000 Yenilik Yönetim Standartları serisi, yenilik yönetim sisteminin kurulması ile ilgili uluslararası geçerliliği olan rehber niteliğinde bir kaynak olup, şuan için sertifikasyon özelliği içermemektedir. ISO 56000 Standardı, şirketiniz bünyesinde sıfırdan kurulacak kurumsal yenilik yönetim sistemi çalışmalarına entegre edilebilir. Ayrıca, şirketlerde uygulanan mevcut yenilik yönetim sistematığının, ISO 56000 yenilik yönetim standartları serisi ile uyumluluk analizi yapılabilir. Bu analiz neticesinde de, mevcut kurumsal yenilik yönetim sistematığının uluslararası standartta yer alan normlar ile ne kadar uyumlu olduğu belirlenebilir ve gerek duyulduğunda revizyon ve uyarlamalar gerçekleştirilebilir [5].

Standardın 1. maddesi kapsam ile ilgilidir ve ISO Yönetim Sistemi standartlarında bu, standardın kuralcı olmadığını ve herhangi bir kuruluşa uygulanabileceğini açıklar. Madde 2, bu standardın kullanımını destekleyen diğer standartları belirten Normatif referanslardır. Madde 3, tam terimler ve tanımların açıklandığı bölümdür [5].

ISO 56000 serisinin kalbinde Planla-Uygula-Kontrol et-Önlem al (PUKÖ) döngüsü vardır (Şekil 1). Planla-uygula-kontrol et-önlem al döngüsü, değişimi gerçekleştirmek için dört

aşamalı bir modeldir. Bir çemberin sonu olmadığı gibi, sürekli iyileştirme için PUKÖ döngüsü tekrar tekrar tekrarlanmalıdır. PUKÖ döngüsü bir proje planlama aracı olarak kabul edilir [6].



Şekil 1. ISO 56000 Serisi PUKÖ Döngüsü

ISO 56000 serisinde Madde 6 planlama aşamasını kapsar [5]. Planlama aşamasında aşağıdaki sorular cevaplanır [6]:

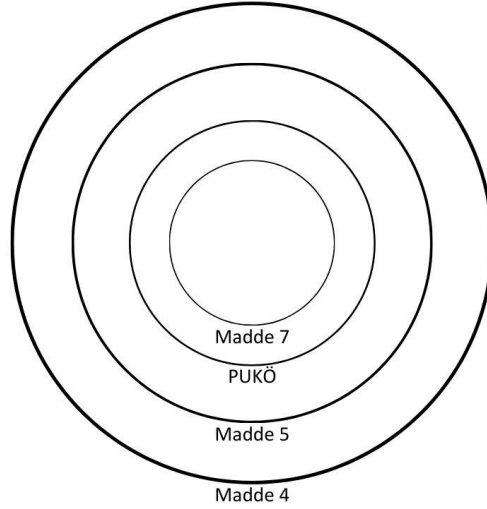
- Çözmemiz gereken temel sorun nedir?
- Hangi kaynaklara ihtiyacımız var?
- Hangi kaynaklarımız var?
- Mevcut kaynaklarla ilgili sorunu çözmek için en iyi çözüm nedir?
- Hangi koşullarda plan başarılı kabul edilecektir? Hedefler neler?

Uygula aşaması, Madde 8 ile açıklanır [5]. Bu aşamada, değişikliği test edilir. Küçük ölçekli bir araştırma yapılır. Öngörülemeyen sorunlar ortaya çıkabileceğinden Madde 6 ile belirlenen plan küçük ölçekli ve kontrollü bir ortamda uygulanır [6].

Madde 9, kontrol etme aşamasını kapsar [5]. Bu aşama, PUKÖ döngüsünün en kritik aşamasıdır. Planı açıklığa kavuşturmak, tekrar eden hatalardan kaçınmak ve sürekli iyileştirmeyi başarıyla uygulamak için “Kontrol Et” aşamasının özenli bir biçimde yönetilmesi gerekir [6].

Önlem alma aşaması, Madde 10 ile açıklanır [5]. Bu aşamada, Madde 9 ile elde edilen bilgiye göre harekete geçilir. Değişiklik işe yaramadıysa, farklı bir planla döngüden tekrar başlatılır. Mevcut plan başarılı ise, Madde 9’dan öğrenilenler daha geniş değişikliklere dâhil edilir ve döngü yeniden başlatılarak yeni iyileştirmeler planlanır [6].

PUKÖ'nün merkezinde, insanların yetkinliği, altyapı, iletişim, bilgi ve bilgi yönetimi gibi etkinleştiricileri sağlayan Madde 7 Destek vardır. PUKÖ'den geri adım atarak, Madde 4, işi dahili ve harici olarak etkileyen sorunların belirlendiği yerdir ve Madde 5'teki Liderliğin görevi, bu konuları 6. maddedeki risk analizi yoluyla iş hedeflerinin belirlenmesiyle ilişkilendirmektir (Şekil 2).



Şekil 2. ISO 56000 Yenilik Yönetimi Standardı Akış Şeması

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde, giderek artan sınır ötesi değer zincirleriyle modern küreselleşme çağı, pek çok sektörde çok sayıda standartla idare edilmektedir. Dahası, sınır ötesi ticaretteki büyüme, küresel standartların yerel ekonomilerde daha fazla benimsenmesine ve nüfuz etmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla standardizasyonun sürekli olması ve küresel ölçekte teknolojik, yenilikçi ve ekonomik faaliyetlere nüfuz etmesi kaçınılmazdır.

Teknolojik karmaşıklık, tüketici davranışı ve politik durumlar nedeniyle ortaya çıkan yenilik ekosistemlerinde belirsizlikler söz konusudur. Bu tür belirsiz pazarlarda, standardizasyon, yeniliği daha verimli hale getirmeyi, standartlaştırılmış etkileşim süreçleri yoluyla belirsizliği azaltmayı, değer yaratmayı ve yeni iş modellerini mümkün kılmaktadır. Ancak, standardizasyon çabaları, standartların ve yeniliklerin yaratılmasını ve benimsenmesini yönlendiren uzun vadeli stratejik girişimler olarak görülmelidir. Eğer ortaya çıkan standartlar bir yenilik hedefi doğrultusunda koordine edilmezse, o zaman, bürokratik verimsizliklere, metalaşmaya veya yaratıcılığın boğulmasına yol açan birbiriyle bağlantısız standardizasyon uygulamaları ortaya çıkabilir. Bununla beraber, yaygın kanı, standardizasyonun, yeni ürünlerin/süreçlerin/hizmetlerin dâhil edilmesini zorlaştırarak teknik yenilikleri bastıracağı yönündedir.

ISO 56000 serisi, yeniliğin kendisinin değil yenilik yönetimi sürecinin standartlaştırılmasına olanak sağlayan, sistemin kapsamının belirlenmesi, liderliğin rolü, planlama, operasyon, iyileştirme, risk yönetimi ve yenilik süreçleri ve hedefleri dâhil olmak üzere, yenilik yönetim sistemlerinin tüm unsurlarını içinde barındırmayı amaçlayan rehber niteliğinde bir kılavuzdur. Standart, yönetim sistemleri için kapsayıcı standardı temel alır ve kalite yönetimi (ISO 9001), çevre yönetimi (ISO 14001) veya varlık yönetimi (ISO 55001) gibi diğer yönetim sistemi standartlarıyla kolayca birleştirilebilir. ISO 56000, yenilik girişimlerinin ve süreçlerinin yeterince desteklenmesini, kaynak sağlanmasını ve yönetilmesini ve fırsatların ve risklerin tanımlanıp ele alınmasını sağlamak için yenilik yönetimi sürecinin sürekli iyileştirilmesini sağlayan Planla-Yap-Kontrol Et-Önlem Al (PUKÖ) döngüsü kullanılarak temsil edilir. PUKÖ döngüsü, sorunlara yönelik çok çeşitli çözümlerin keşfedilmesine ve bunların geniş ölçekte uygulanmadan önce kontrollü bir ortamda test edilmesine yardımcı olur. ISO 56000 serisinde, PUKÖ döngüsünde her adımdan kimin sorumlu olduğu, nihai sorumluluğu kimin üstlendiği, kime danışılması gerektiği ve kimin bilgilendirilmesi gerektiği belirlenmiştir. Bu yalnızca rollerin ve sorumlulukların net bir kaydını sağlayarak dokümantasyonu geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda ekip üyeleri arasındaki iletişimi ve işbirliğini de geliştirir. Bu çalışma, ülkemizde uygulamaları henüz yaygınlaşmamış ISO 56000 serisi tanıtılmış ve serinin kalbinde bulunan PUKÖ döngüsünün aşamaları incelenmiştir.

Sonuç olarak, yenilik yönetimi sadece yaratıcı fikirlerin ortaya çıkarılması değil, aynı zamanda bu fikirlerin etkili bir şekilde uygulanması ve geliştirilmesi ile de ilgilidir. ISO 56000 serisi, yinelemeli doğasıyla, bu karmaşık süreci yönetmek için pratik bir çerçeve sağlayarak kuruluşların sürekli iyileştirme ve yenilik arayışlarına yardımcı olur.

## KAYNAKLAR

- [1] Verbeke, R. Coeurderoy, T. Matt The future of international business research on corporate globalization that never was... J. Int. Bus. Stud., 49 (2018) (2018), pp. 1101-1112.
- [2] V. Kumar, R. Mudambi, S. Gray. Internationalization, innovation and institutions: the 3 I's underpinning the competitiveness of emerging market firms. J. Int. Manag., 19 (3) (2013), pp. 203-206.
- [3] OECD, Globalisation and Innovation: Responding to a Changing Global Economy. Erişim linki:<https://www.oecd.org/innovation/theoecdglobalisationandinnovationrespondingtoachangingglobaleconomy.htm> (2008)
- [4] K. Melendez, A. Dávila, A. Melgar. Literature review of the measurement in the innovation management. J. Technol. Manag. Innov., 14 (2) (2019), pp. 81-87,
- [5] The ISO 56000 Innovation Management System. Erişim Linki: <https://www.iso56000.com/>, Erişim Tarihi: Kasım, 2023.
- [6] Anupama Prashar, Adopting PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle for energy optimization in energy-intensive SMEs, Journal of Cleaner Production, Volume 145, 2017, Pages 277-293.

## SAKARYA İLİ YEREL ULAŞIM KAYNAKLI SERA GAZI SALIM AZALTIM STRATEJİLERİNİN GZFT ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ

**Begüm Selen ALTINKAYA**

Sakarya University, Institute of Natural Sciences, Electrical and Electronics Eng. Dept.

**ORCID ID:** 0000-0001-9724-4973

**Ceyda AKSOY TIRMIKÇI**

Sakarya University, Eng. Faculty, Electrical and Electronics Eng. Dept.

Sakarya University, Sakarya Innovation Center (SAYMER)

**ORCID ID:** 0000-0003-0354-4022

**Cenk YAVUZ**

Sakarya University, Eng. Faculty, Electrical and Electronics Eng. Dept.

Sakarya University, Sakarya Innovation Center (SAYMER)

**ORCID ID:** 0000-0002-4325-2852

### ÖZET

Türkiye, 1989 yılında düzenlenen Atmosfer Kirliliği ve İklim Değişikliği Bakanlar Konferansı'ndan bu yana uluslararası iklim politikası sürecinin ilk katılımcılarından biri olmuştur. Ülke, iklim değişikliğinin etkilerini tespit etmek ve uyarlamak amacıyla strateji belgeleri, eylem planları, sektörel politikalar ve projeler hazırlamıştır. Sakarya, Türkiye'nin Marmara Bölgesi'nde yer alan ve toplam 4.823 kilometrekare yüzölçümüne sahip olan ve sanayi sektörü hızla büyümekte olan bir ildir. Hızla büyüyen sanayi sektöründeki işgücü talepleri nedeniyle kent nüfusu 2019 yılında %18,7 oranında artmıştır ve artmaya devam etmektedir. Buna bağlı olarak, kentin enerji talebi ve enerji kaynaklı sera gazı salımları da her geçen yıl artmaktadır. Ulaşım sektörü, kentin enerji kaynaklı sera gazı salımlarının neredeyse üçte birini oluşturmaktadır. Bu makalenin amacı, Sakarya şehrinin yerel ulaşım kaynaklı salımları azaltma stratejilerini güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler (GZFT) analizi ile belirlemektir. Çalışmada, GZFT analizi Belediye Başkanları Sözleşmesi, kentin sera gazı envanterleri, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı ve yerel halktan 100 kişi ile yapılan anketin sonuçları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, ulusal ve uluslararası ölçekte iklim değişikliği hedeflerine gecikmeden ulaşma açısından yerel uyum ve salım azaltma arasındaki çapraz bağlantının önemini vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** iklim değişikliği, sera gazı salımları, ulaşım, GZFT analizi

### ABSTRACT

Turkey has been one of the first participants in the international climate policy process, since the Ministerial Conference on Atmospheric Pollution and Climate Change held in 1989. The country has prepared strategy documents, action plans, sectoral policies and projects in order to identify and adapt to the effects of climate change. Sakarya is a developing province with a

rapidly growing industry sector located in the Marmara Region of Turkey, with a total surface area of 4,823 square kilometers. Due to labor demands in the rapidly growing industrial sector, the urban population increased by 18.7% in 2019 and continues to increase. Accordingly, the city's energy demand and energy-related greenhouse gas emissions are increasing every year. The transportation sector accounts for almost one-third of the city's energy-related greenhouse gas emissions. The purpose of this article is to determine the local transportation emissions reduction strategies of Sakarya city through strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT) analysis. In the study, SWOT analysis was carried out using the Mayors' Agreement, the city's greenhouse gas inventories, the National Energy Efficiency Action Plan, Sakarya Sustainable Energy Action Plan, and the results of the survey conducted with 100 local people. The results highlight the importance of the cross-link between local adaptation and emission reduction in achieving national and international climate change targets without delay.

**Keywords:** climate change, greenhouse gas emissions, transportation, SWOT analysis

## GİRİŞ

Fosil yakıt kaynaklarının elektrik ve ısı için yakılması iklim değişikliğinin ana nedenidir [1 ve 2]. Kayıtlar, bu sektörlerden kaynaklanan sera gazı salımlarının 2019'da 33,1 Gt CO<sub>2</sub> eşdeğer gibi tarihi bir değere ulaştığını göstermektedir [3]. Ancak son verilere göre, küresel ekonomik aktivite ve hareketlilikteki pandemi kaynaklı durgunluk nedeniyle, 2020 yılının ilk çeyreğinde küresel enerji kaynaklı CO<sub>2</sub> salımları önemli ölçüde düşmüştür. 2010'dan bu yana en düşük değer, 2020 yılının sonunda kaydedilmiştir [4]. Bununla beraber, 2021 yılında pandemi durgunluğundan çıkılması ile beraber enerji kaynaklı CO<sub>2</sub> salımları tarihi bir artışla 36,6 Gt'ye yükselmiştir. Bu bağlamda, pandemi durgunluğunda yaşanan rekor düşüşler göz önüne alınarak sera gazı salımlarında yapısal düşüş sağlamak siyasi gündemin merkezinde yer almalıdır.

Sakarya, toplam 4.823 kilometrekare yüzölçümü ve 1,094,481 nüfusu ile Türkiye'nin en büyük 22. kentidir. Kentin nüfusu 2019 yılında %18,7 oranında artmış olup, hızla büyüyen sanayi sektöründeki işgücü talepleri nedeniyle artmaya devam etmektedir [5]. Sakarya Büyükşehir Belediyesi (SBB), 2018 yılında Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği hedeflerine yerel düzeyde ulaşmak amacıyla başlattığı Belediye Başkanları Sözleşmesi'ne taraf olmuştur. Bu bağlamda şehir, 2030 yılına kadar CO<sub>2</sub> salımlarını referans yılı olan 2018'e göre en az %40 oranında azaltma hedefi belirlemiştir. Bu amaçla Uluslararası Yerel Girişimler Konseyi (ICLEI) tarafından Uluslararası Yerel Yönetim Sera Gazı Emisyonları Analiz Protokolü (IEAP) kapsamında 2017 yılı Temel Emisyon Envanteri (BEI) tarafından hesaplanmıştır. BEI



2017'ye göre kentin toplam sera gazı salımı kişi başına 4,91 tCO<sub>2</sub> eşdeğer olup, 2017 yılında 6,6 tCO<sub>2</sub> eşdeğer olarak kaydedilen ülkenin kişi başına karbon salımından daha düşüktür. Ancak şehir Türkiye'nin gelişmekte olan şehirlerinden biri olduğu göz önünde bulundurulursa azaltıcı önlemler alınmadığı takdirde kişi başına düşen salımlarda önemli bir artış gözlemlenmesi kaçınılmazdır [6].

Sakarya Sera Gazı Emisyon Envanteri 2019, 4.867.923 MWh enerji tüketimi rekoruyla şehrin toplam sera gazı salımının %27,5'inden ulaştırma sektörünün sorumlu olduğunu göstermiştir. Kentin kentleşme ve sanayinin büyüme oranlarına paralel olarak ulaşım payı (1,5 milyon tCO<sub>2</sub> eşdeğer) toplam salımlarda hala ikinci sırada yer almaktadır. Buna karşılık, SBB, Belediye Başkanları Sözleşmesi kapsamında ulaşım kaynaklı salımları 2030 yılına kadar 369.288 tCO<sub>2</sub> eşdeğere düşürmeyi hedeflemektedir [6].

Bu çalışma, yerel kalkınma planları, ulusal kalkınma planları ve yerel paydaşların bakış açısına göre bir GZFT analizi yaparak Sakarya kentinin iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında ulaşım sektörünün mevcut durumu ve gelecekteki yol haritasına ilişkin tanımlayıcı bir genel bakış sunmaktadır.

## **MATERYAL VE YÖNTEM**

GZFT analizi, karar verme sürecinde yaygın olarak kullanılan bir stratejik planlama aracıdır. Söz konusu hedefe ulaşmak için önemli iç ve dış faktörlerin belirlenmesine yardımcı olan bilgiler sağlar. GZFT analizlerinde güçlü ve zayıf yönler iç faktörler olarak sınıflandırılırken, fırsatlar ve tehditler dış durumsal faktörler olarak sınıflandırılır [7].

Bu çalışmada, Türkiye'nin Sakarya şehrinde ulaşım sektörü kaynaklı sera gazı salımlarının durumunu analiz etmek ve bu salımları azaltmaya ve ulusal iklim değişikliği hedeflerine katkıda bulunmaya yönelik yerel eylem planları geliştirmek için GZFT analizi tekniği kullanılmıştır. Belediye Başkanları Sözleşmesi, kentin sera gazı envanterleri, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı ve yerel halk ile yapılan anketin sonuçları bir araya getirilerek güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan ankete 100 kişi katılmıştır. Katılımcı bilgileri Tablo 1'de verilmiştir. Katılımcılara toplamda 40 tane soru sorulmuştur. Anketin ilk bölümünde katılımcıların iklim değişikliği ile ilgili farkındalığı ölçülmüştür (Tablo 2).

**Tablo 1.** Katılımcı bilgileri

YAŞ	Oran	Cinsiyet	Oran	Meslek	Oran	Eğitim Seviyesi	Oran
18 yaş altı	0.9%	Kadın	69.3%	Öğrenci	17.8%	Ön Lisans	16.1%
18-24	25.7%			Öğretmen	5%	Lisans	62.6%
25-34	20.7%			Mühendis	18.8%	Yüksek Lisans	14.1%
35-44	28.7%			Memur	13.9%	Doktora derecesi	7%
45-54	14.8%			Akademisyen	5%		
54-64	6.9%			Diğer Meslekler	23.7%		
65 yaş ve üzeri	1.9%	Erkek	30.6%	Emekli	5.9%		
				Çalışmayan	9.9%		

**Tablo 2.** Anket soruları ve cevapları- 1. Bölüm

SORU	SEÇENEKLER	YÜZDE
1) Sera gazı tanımını biliyor musunuz?	A) Evet	70.2%
	B) Hayır	29.7%
2) Sizce hangisi sera gazları tanımına uygundur?	A) Seralarda üretilen bitkilerden çıkan gazlar.	8.9%
	B) Yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarının atmosferde tutulmasına ve dünyanın ısınmasına sebep olan gazlar.	91%
I- Enerji üretiminde fosil yakıtların kullanımı.	A) Hepsi	38.6%
II- Meyve ve sebze seralarının aktivitelerinden.	B) I,II, V, VII	3.9%
III- Isınma için kömür kullanımı.	C) I,III,IV, V, VI, VII	49.5%
IV- Arabaların çıkardığı egzoz gazları.	D) II, VI	7.9%
V- Orman alanlarının tahrip edilmesi.	E) Hiçbiri	0%
VI- Tarımsal faaliyetler.		
VII- Kaynakların aşırı ve düzensiz tüketimi.		
3) Yukarıdaki eylemlerden hangilerinde sera gazı açığa çıkar?		
4) Sürdürülebilirlik kavramı sizin için neyi ifade etmektedir?	A) Günümüzdeki ihtiyaçları geleceğin kaynaklarına zarar vermeden kullanmak.	82.8%
	B) İhtiyaçların sınırlı kaynaklara bağlı kalınmadan çözülebilmesi.	17.1%
5) İklim değişikliği hakkında bir bilginiz var mı?	A) Evet	96%
	B) Hayır	4%
6) Hayatınızda enerji verimliliğine dikkat ediyor musunuz?	A) Evet	92%
	B) Hayır	7.9%

I) Kullanmadığım lambaları kapatıyorum.	A) I,II,III,V,VI	30%
II) Enerji verimliliği olan teknolojik aletler kullanıyorum.	B) Hepsi	44%
III) Floresan aydınlatma yerine LED lambaları tercih ediyorum.	C) Hiçbiri	0%
IV) Yaşadığım binanın yalıtımlı olmasına öncelik veriyorum.	D) I,V	2%
V) Evde ısınmak için daha fazla enerji harcamak yerine daha kalın giyinmeyi tercih ediyorum.	E) I,II,V,VI	10%
VI) Kullanmadığım elektronik aletleri fişe takılı bırakmıyorum.	F) Yukarıdaki maddelerden en az birine dikkat ediyorum.	14%
VII) Güneş enerjisi kullanarak sıcak su elde ediyorum.		
VIII) Pencerelerimde de yalıtımı sağlamak için iki veya 3 katlı cam kullanmaya öncelik veriyorum.		
7) Enerji verimliliğine dikkat etmek için yukarıdakilerden hangilerini yapıyorsunuz?		
8) Toplu taşıma ve iklim değişikliği arasındaki ilişki hakkında bilginiz var mı?	A) Evet , var	86.1%
	B) Hayır, yok	13.8%
9) Cevabınız evet ise bu bilgiyi nereden öğrendiniz?	A) Bu konuyla ilgili kamu spotuna rastladım.	40.8%
	B) Okuldaki derslerden öğrendim.	27.5%
	C) Bu konuyla ilgili aldığım eğitimlerden.	31.6%
10) Öğrenciyken iklim değişikliği hakkında bir ders aldınız mı?	A) Evet	25.5%
	B) Hayır	74.4%

Anketin ikinci bölümünde katılımcıların toplu taşımada raylı sistem kullanımı ile ilgili beklenti ve tercihleri analiz edilmiştir.

**Tablo 2.** Anket soruları ve cevapları- 2.Bölüm

SORU	SEÇENEKLER	YÜZDE
11) Sizce Sakarya’da, toplu taşıma olarak tramvay kullanılabilir mi?	A) Evet B) Hayır	86.1% 13.8%
12) Sakarya’dan şehir dışına ulaşım aracı olarak ne tercih ediyorsunuz?	A) Araba B) Tren C) Otobüs	60.3% 13.8% 25.7%
13) Sakarya ilinden şehir dışına seyahatte ulaşım aracı olarak tren kullanıyor musunuz?	A) Evet B) Hayır	47.5% 52.4%
14) Cevabınız “Hayır” ise sebepleri nelerdir?	A) Konforlu değil	3.6%
	B) Seferler arasındaki saatler çok fazla	10.9%
	C) Yeterli sayıda sefer olmadığı için genelde boş koltuk bulunamıyor	21.9%
	D) Hepsi	14.6%
	E) Hiçbiri	48.7%
15) Sizce Sakarya’dan şehir dışına tren seferleri yeterli midir?	A) Evet B) Hayır	16.3% 83.6%

Anketin üçüncü bölümde katılımcıların ulaşımda yaya olarak ne kadar konforlu oldukları test edilmiştir.

**Tablo 3.** Anket soruları ve cevapları- 3.Bölüm

SORU	SEÇENEKLER	YÜZDE
16) Sakarya’da yaya olarak seyahat etmek kolay mı?	A) Evet B) Hayır	46.5% 53.4%
17) Cevabınız “Hayır” ise zorlukları nelerdir?	A) Hepsi B) Hiçbiri C) Yalnız I D) II, III E) I, IV	52.6% 20% 9.4% 17.8% 0%
I- Trafik ışıklarının yetersiz olmasından dolayı karşıdan karşıya geçme zorluğu.		
II-Kaldırımların eksik olması.		
III-Kaldırımların bakımsız olması.		
IV-Bisikletlerin yaya yolunu kullanması.		
18) Sizce yayalar için kavşaklardan karşıya geçmek yerine trafik lambaları kullanımı daha mı uygun olur?	A) Evet	92%
	B) Hayır	8%
19) Sakarya’daki kaldırımlar yeterli mi?	A) Evet	24.7%
	B) Hayır	75.2%
20) Engelliler için kaldırımlarda alınan önlemler sizce yeterli midir?	A) Evet, yeterli	5%
	B) Hayır, yeterli değil	95%
21) Sakarya’da üst geçit sayısı sizce yeterli mi?	A) Evet, yeterli	16.8%
	B) Hayır, yeterli değil	83.1%
22) Sizce üst geçit sayısı daha fazla olsa yaya olarak seyahat etmek daha kolay olur mu?	A) Evet	79%
	B) Hayır	21%

Anketin son bölümünde katılımcıların ulaşım tercihleri incelenmiştir.

**Tablo 4.** Anket soruları ve cevapları- 4.Bölüm

SORU	SEÇENEKLER	YÜZDE
23) Ulaşım şeklinizi hangi faktörlere göre belirliyorsunuz?	A) Maliyet	34.6%
	B) Çevre dostu olması	13.8%
	C) Kolaylık	31.6%
	D) Rahatlık	12.8%
	E) Güvenlik	4.9%
	F) Hız	1.9%
24) Sakarya'da ulaşımı nasıl sağlamaktasınız?	A) Kişisel araçla	50%
	B) Toplu taşımayla	44%
	C) Bisikletle	3%
	D) Yaya olarak	3%
	E) Martı veya diğer scooterlarla	0%
I) Toplu taşıma yetersizliği.		
II) Araç filosunun elektrikli olmaması.		
III) Toplu taşımaların çok kalabalık olması.		
IV) Trafik dolayısıyla oluşan hava kirliliği		
V) Her yere toplu taşıma ile ulaşabilme imkânının bulunmaması.		
VI) Merkeze daha uzak kalan bazı ilçelere toplu taşımanın bulunmaması.	A) I, II, III, IV, V	9%
	B) Hepsi	45%
VII) Sakarya ili içerisindeki bazı bölgelere daha az toplu taşımanın olması ve bunun yeterli gelmemesi.	C) Hiçbiri	3%
	D) II, IV, VIII, X, XI	13%
VIII) Özel araçların kullanımının fazlalığından kaynaklanan trafik oluşumu.	E) Yukarıdaki maddelerden en az iki tanesi	30%
IX) Bisiklet ve scooter kullanımı için yolların uygun olmaması.		
X) Araçların yollara park etmesinden kaynaklanan trafik oluşumu.		
XI) Yeterli sayıda trafik ışığının olmaması.		
25) Sizce yukarıdaki maddelerden hangileri Sakarya'da ulaşımındaki eksiklerdendir?		
	A) Her gün	14.8%
	B) Haftada 5 gün	7.9%
26) Sakarya'da toplu taşımayı ne sıklıkla kullanıyorsunuz?	C) Haftada 1-4 gün	16.8%
	D) Çok nadir	45.5%
	E) Hiçbir zaman	14.8%
	A) 1	66.3%
	27) Evinizde kaç araba var?	B) 2
	C) 3 veya daha fazla	3%
28) Binaınızda yaklaşık araba sayısı nedir?	A) 1	7%
	B) 2 ile 5	33%
	C) 5 ile 10	24%
	D) 10 ile 15	18%
	E) 15 veya üstü	18%
I) Çevre dostu olması	A) Hepsi	45%
II) Konforlu olması	B) II ve IV	17%
III) Maddi açıdan uygun olması	C) Yalnız III	10%
IV) Hızlı olması	D) I ve II	2%
29) Özel araç seçiminizde öncelikleriniz yukarıdakilerden hangileridir?	E) II ve III	26%

Anketin beşinci ve son bölümünde katılımcıların ulaşım tercihlerinin sebepleri incelenmiştir.

**Tablo 5.** Anket soruları ve cevapları- 4.Bölüm

SORU	SEÇENEKLER	YÜZDE
30) Sizce Sakarya'daki otobüs sistemi yeterli midir?	A) Evet	17.8%
	B) Hayır	82.1%
31) Sakarya Büyükşehir Belediyesi Terminali'ne olan ulaşım yeterli midir? İnsanların evine yeterli ulaşımı mevcut mudur?	A) Evet	21.7%
	B) Hayır	78.2%
32) Bisikletler ve martılar için sizce hangi yol daha uygun?	A) Kaldırım	3.9%
	B) Araç yolu	3.9%
	C) İki de değil, bisiklet yolu uygun.	92%
) 08:00 – 10:00 I) 12:00 – 14:00 II) 18:00 – 20:00 V) Diğer saatler	A) I, II, III	4.9%
	B) Hepsi	12.8%
	C) I ve III	76.2%
	D) IV	5.9%
33) Sizce Sakarya'da günün hangi saatlerinde trafik daha yoğun?	A) Özel araçla	21.9%
	B) Servisle	59.7%
	C) Otobüs ve dolmuşla	9.7%
	D) Yaya olarak	7.3%
	E) Bisikletle	1.2%
I) Güvenlik II) Mesafe III) Maliyet IV) Rahatlık	A) Hepsi	46.9%
	B) I ve II	11.1%
	C) Başka nedenler	7.4%
	D) I ve IV	12.3%
	E) I, II, IV	13.5%
35) Hangi sebep veya sebeplerden dolayı çocuğunuz ulaşımını bu şekilde sağlamaktadır.	F) Yalnız III	1.2%
	G) II ve III	7.4%
36) Sizce Sakarya'da toplu taşıma bebekli ve çocuklu aileler için uygun mu?	A) Evet, uygun	17%
	B) Hayır, uygun değil	83%
37) Sizce Sakarya ulaşımında dolmuşların ağırlıklı olarak kullanılması ulaşımı ve trafiği nasıl etkilemektedir?	A) Olumlu etkilemektedir	25%
	B) Olumsuz etkilemektedir	75%
38) Sizce Sakarya'da otobüslerin aktarma süresi yeterli midir?	A) Evet	18.3%
	B) Hayır	81.6%
39) Sakarya'da bisiklet kullanıyor musunuz?	A) Evet, kullanıyorum	22.7%
	B) Hayır, kullanmıyorum	77.2%
	A) Adapazarı çarşı bölgesinde	9.1%
	B) Serdivan bölgesinde	35.7%
40) Sizce Sakarya'da hangi bölgede bisiklet kullanmak daha uygundur?	C) Yazlık bölgesinde	16.3%
	D) Korucuk bölgesinde	6.1%
	E) Camili bölgesinde	12.2%
	F) Karaman bölgesinde	6.1%
	G) Esentepe bölgesinde	3%
	H) Diğer ilçelere bağlı bölgelerde	11.2%

## ANKET SONUÇLARI VE ÖNERİLER

Yapılan anketin sonuçları katılımcıların sera gazı salımları ve iklim değişikliği farkındalığına sahip bireyler olduğunu göstermektedir. Katılımcıların yaklaşık %70'i 50 yaş altı ve bu katılımcıların %62,6'sının eğitim seviyesi lisans seviyesindedir. Ancak, katılımcıların %50'si ulaşım ihtiyaçlarını özel araçlarıyla karşılamayı tercih etmektedir. "Sakarya'da yaya olarak seyahat etmek kolay mı" sorusuna %53.4 oranla "Hayır" cevabı verilmiştir. Bununla beraber, çocukların okula ulaşımının %59,7 oranla özel servis araçları ile sağlandığı görülmüştür. Buna göre, katılımcılar kentte toplu taşıma kullanmayı, bisiklet kullanmayı ve yaya olmayı öncelikli olarak tercih etmemektedir. Ayrıca, katılımcıların %86,1'i raylı sistem beklentisi içerisindedir. Belediye Başkanları Sözleşmesi, kentin sera gazı envanterleri, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, özel sektör ve yerel üniversitelerden 44 yerel paydaşın katılımıyla 13.10.2020 tarihinde gerçekleştirilen çevrimiçi çalıştay verileri ve yerel halk ile yapılan anketin sonuçları bir araya getirilerek oluşturulan GZFT matrisi Tablo 6 ile verilmiştir.

**Tablo 6.** Sakarya Ulaşım Sektörü GZFT Matrisi

<b>Güçlü Yönler</b>	<b>Zayıf Yönler</b>
• Toplu Taşıma Ücretlerinin Düşük Olması	• Ekonomik Zayıflık
• Ulaşım Yatırımın Yapılabilirliği	• Teknik Deneyim Eksikliği
• Toplu Taşıma Ağının Geniş Olması	• Düşük Kapasiteli Toplu Taşıma Araçlarının Çok Olması
• Toplu Taşıma Ücretlerinin Düşük Olması	• Raylı Sistemin Olmaması
	• İnsanların Toplu Taşımayı Kullanmaması
<b>Fırsatlar</b>	<b>Tehditler</b>
• Sakarya'nın Raylı Sistem Kullanımı İçin Uygun Olması	• Toplu Taşımanın Az Kullanılması
• Kentsel dönüşüm ve canlandırma	• Özel Araç Artışı
• Gelişmekte Olan Ükelere Yatırımların Artması	• Kontrolsüz Nüfus Artışı
• Kentsel Sürdürülebilirlik	• İnsanların İhtiyaçları Hakkında Konuşmaması
• Yolların Uygunluğu	

Tablo 6 ile verilen GZFT matrisi ve tüm veriler ışığında Sakarya'da ulaşım kaynaklı sera gazı salımları azaltmak için Tablo 7 ile güçlü yön-fırsat (GF), zayıf yön-fırsat (ZF), güçlü yön-tehdit (GT) ve zayıf yön-tehdit (ZT) önerileri sunulmuştur.



**Tablo 7.** Sakarya Ulaşım Sektörü GZFT Analizi- Öneriler

	<b>G</b>	<b>Z</b>
<b>F</b>	<b>GF<sub>1</sub>:</b> Ulaşım da yatırımın raylı sistem için yapılması ve raylı sistemin kurulması.	<b>ZF<sub>1</sub>:</b> Teknik deneyimli çalışanların sayısının artırılması.
	<b>GF<sub>2</sub>:</b> Yolların uygunluğundan da faydalanarak toplu taşıma ağının genişletilmesi.	<b>ZF<sub>2</sub>:</b> Düşük kapasiteli toplu taşıma araçlarındansa yüksek kapasiteli toplu taşıma araçlarının sayısının artırılması.
	<b>GF<sub>3</sub>:</b> Toplu taşıma ücretlerini düşük tutmaya devam ederek toplu taşımayı kullanmaya teşvikin artırılması.	
<b>T</b>	<b>GT<sub>1</sub>:</b> İnsanları iklim değişikliği ve ulaşım hakkında bilinçlendirmeye yönelik eğitimlerin verilmesi.	<b>ZT<sub>1</sub>:</b> Her geçen gün artan Sakarya nüfusunun takip edilmesi. Böylece toplu taşıma kullanan insan sayısı bilinerek toplu taşımada iyileştirmeler yapılabilir.
	<b>GT<sub>2</sub>:</b> Toplu taşıma ağının genişletilmesi ve böylece toplu taşımaya zor ulaşan insanlara toplu taşımayı kullanmak için fırsat verilmesi.	<b>ZT<sub>2</sub>:</b> Çocuklu aileler için toplu taşıma araçlarının daha güvenli hale getirilmesi.
		<b>ZT<sub>3</sub>:</b> İnsanların ihtiyaçları hakkında konuşmasının sağlanması.
<b>GT<sub>3</sub>:</b> Toplu taşımayı arttırarak özel araç artışının önüne geçilmesi.	<b>ZT<sub>4</sub>:</b> İnsanların toplu taşımada gördüğü eksiklerin neler olduğunun öğrenilmesi. Toplu taşıma için bu eksiklerden yola çıkarak çalışmaların yapılması.	

## SONUÇ

Sakarya kentinde ulaşım sektörü kaynaklı sera gazı salımları, %27,5 bir pay ile neredeyse kentin toplam sera gazı salımlarının üçte birini oluşturmaktadır. Bu çalışma, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda ortaya konulan ulaşım sektöründen kaynaklanan salımların azaltılmasına ve enerji dönüşümünün desteklenmesine yönelik öneriler sunmaktadır. Öneriler, Belediye Başkanları Sözleşmesi'nin ana noktalarını, Ulusal Enerji Eylem Planı'nın iklim değişikliği hedefini, 100 yerel katılımcı ile gerçekleştirilen anketin sonuçlarını ve Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı bir araya getiren bilgileri içeren bir GZFT analizi ile belirlenmiştir. Öneriler, yerel yönetimlerin alacağı önleyici tedbirlerin kişi başına salımları önemli ölçüde azaltmada ve iklim değişikliğiyle mücadeleye karşı dirençli şehirler inşa etmede yerel politikaların kilit role sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda, yerel yönetim, özel sektör ve yerel eğitim kurumları arasındaki işbirliği ve yerel paydaşların katkısı sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin başarı oranını belirleyecektir.

**KAYNAKLAR**

- [1] Hanna B, Pao-Yu O (2020) The political economy of coal in Poland: Drivers and barriers for a shift away from fossil fuels. *Energy Policy*, 144:111621.
- [2] Dmitrii B, Manish R, Arman A, Ashish G et al. (2021) Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability. *Energy*,120467.
- [3] International Energy Agency (2019), OECD/IEA, Paris, France. CO2 emissions. <https://www.iea.org>. March 2020 (Erişim Tarihi: 10.11.2023)
- [4] International Energy Agency (2020), OECD/IEA, Paris, France. Global Energy Review. <https://www.iea.org>. March 2020 (Erişim Tarihi: 10.11.2023)
- [5] Türkiye İstatistik Kurumu. Nüfus, Yıllık Büyüme Oranı ve Cinsiyet Oranı (2019). <https://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 15.11.2023)
- [6] Sakarya Büyükşehir Belediyesi, Sakarya Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı. <https://sakarya.bel.tr> (Erişim Tarihi: 15.11.2023)
- [7] Learned EP (1969) *Business policy: text and cases*. RD Irwin.

## ALTTAN SIVI SOĞUTMALI BATARYA MODÜLÜNÜN MODELLENMESİ İÇİN AVL CRUISE M SİMÜLASYONU

**Alırıza KALELİ**

Samsun University, Faculty of Engineering, Department of Electrical-Electronics Engineering,  
Samsun/Turkey

**ORCID ID:** 0000-0002-3234-5922

**Bilal SUNGUR**

Samsun University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Samsun/Turkey

**ORCID ID:** 0000-0002-7320-1490

**Seyda ÖZBEKTAŞ**

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering,  
Samsun/Turkey

**ORCID ID:** 0000-0001-7399-733X

### ÖZET

Son yıllarda elektrikli araçlara olan ilgi giderek artmaktadır ve bu araçlara enerji sağlamak için lityum iyon bataryalar kullanılmaktadır. Bu bataryaların genellikle 20 – 40 °C arasındaki optimum sıcaklıkta çalışması gerekir ve bu sıcaklık aralığının aşılması bataryalarda ciddi sorunlara yol açabilir. Bu nedenle bataryaların soğutulması performans açısından oldukça önemlidir ve bu anlamda batarya termal yönetim sistemi için daha yüksek gereksinimler ortaya çıkmıştır. Bataryaların çalışma sıcaklığı, güvenliği ve çevrim ömrü oldukça önemli parametrelerdir. Bataryalardan üretilen ısıyı transfer etmek için birçok farklı soğutma yöntemi bulunmaktadır. Isı iletkenliği, ısı transfer katsayısı, soğutma performansı, maliyet, çevre, sistem boyutu ve ihtiyaç duyulan ekipman batarya termal yönetim sistemi için ideal yöntemin seçiminde kritik faktörlerdir. Sıvı soğutma sistemi, bataryanın maksimum sıcaklığını ve bataryalar arasındaki sıcaklık farkını uygun bir aralıkta kontrol ederek bataryanın çevrim ömrünü uzatabilen verimli bir soğutma yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada seri ve paralel dizilmiş bir batarya modülünde AVL Cruise-M programı ile zaman bağlı olarak ve uygun modeller oluşturularak simülasyonlar yapılmıştır. Çalışma kapsamında alttan sıvı soğutmalı bir sistemde 12 adet bataryadan oluşan (3s4p) bir modül ele alınmış, üç farklı sıvı debisinde ve üç farklı deşarj oranlarında ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar minimum-maksimum batarya sıcaklıkları, batarya sıcaklık dağılımları ve elektriksel parametreler incelenerek değerlendirmelerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Alttan sıvı soğutma, Batarya, Elektrikli araçlar, Termal özellikler, Modelleme

## APPLICATION OF THE AVL CRUISE M SIMULATION FOR MODELING THE BOTTOM COOLING OF A BATTERY MODULE

### ABSTRACT

In recent years, there has been a growing interest in electric vehicles and powerful lithium-ion batteries are used to these vehicles. These batteries are usually required to operate at an optimum temperature between 20 and 40 °C and exceeding this temperature range can cause serious problems for the batteries. Therefore, the cooling of batteries is critical to their performance, and in this sense, higher requirements have emerged for battery thermal management systems. The operating temperature, safety and cycle life of batteries are very important parameters. There are many different cooling methods to transfer the heat generated from batteries. Thermal conductivity, heat transfer coefficient, cooling performance, cost, environment, system size and required equipment are critical factors in selecting the ideal method for battery thermal management system. Liquid cooling system is considered as an efficient cooling method that can extend the cycle life of the battery by controlling the maximum temperature of the battery and the temperature difference between the batteries within a suitable range. In this study, simulations were carried out on a battery module arranged in series and parallel with the AVL Cruise-M program in a time-dependent manner and by creating appropriate models. Within the scope of this study, a module consisting of 12 batteries (3s4p) in a bottom liquid cooled system was considered and the results obtained at three different liquid flow rates and three different discharge rates were evaluated. The obtained results were evaluated by examining the minimum-maximum battery temperatures, battery temperature distributions and electrical parameters.

**Keywords:** Bottom liquid cooling, Battery, Electric vehicles, Thermal properties, Modelling

### 1. GİRİŞ

Bataryalar, elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depolayan ve bu enerjiyi geri çeviren cihazlar olarak bilinir. Genellikle iki elektrot (pozitif ve negatif) arasında elektrolit adı verilen bir madde bulunur, pozitif ve negatif elektrotlar arasındaki kimyasal reaksiyonlar sırasında elektronlar hareket eder. Şarj edilirken, bu elektronlar bir elektrot tarafından diğerine taşınarak bataryaya enerji sağlar, deşarj esnasında ise bu süreç tersine işler. Birçok batarya tipi mevcuttur ve bunlar farklı kimyasal bileşenler kullanır. Örneğin, lityum iyon bataryaları (Li-ion), genellikle taşınabilir cihazlarda ve elektrikli araçlarda kullanılan popüler bir batarya

tipidir. Lityum iyon bataryaları, yüksek enerji yoğunluğu, hafiflik ve düşük kendiliğinden deşarj özellikleri gibi avantajlarıyla bilinir.

Bataryaların performansı ve ömrü, sıcaklık, şarj/deşarj hızı, kullanım koşulları gibi birçok faktöre bağlıdır. Ayrıca, bataryaların güvenliği de önemlidir; aşırı şarj, aşırı deşarj veya mekanik hasar gibi durumlar batarya güvenliğini etkileyebilir. Bu kapsamda bataryaların sıcaklıklarının kontrol edilebilmesi oldukça önemlidir. Batarya soğutma teknolojileri, bataryaların performansını artırmak, güvenliğini sağlamak ve ömürlerini uzatmak için önemlidir. Literatürde çeşitli batarya soğutma yöntemleri üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Bunlar genellikle hava soğutma, sıvı soğutma ve faz değiştirici malzemeler gibi çeşitli yaklaşımları içerir. Hava soğutma sistemlerinde, bataryaların etrafına yerleştirilen fanlar veya hava kanallarıyla doğrudan hava akışı sağlanır. Bu yöntem basittir ancak sıcaklıkların kontrolü ve istenilen seviyelerde tutulması konusunda problemler olabilir. Yang vd. (Yang vd., 2015) LiFePO<sub>4</sub> batarya paketi için silindirik hücrelerin farklı düzenlemelerindeki termal performansları analiz etmişlerdir ve hizalanmış düzenleme için hücreler arasındaki aralıklar ve hava giriş genişliği açısından bir çözüm elde etmişlerdir. Jiaqiang vd. (Jiaqiang vd., 2018) farklı hava soğutma stratejilerini araştırmış ve hava giriş ve çıkışı bölme kullanılarak farklı pozisyonlardaki soğutma performansını irdelemişlerdir. En yaygın kullanılan soğutma sistemlerinden birisi olan sıvı soğutmada ise, bataryaların içine veya etrafına yerleştirilen soğutucu sıvılar, bataryadan ısıyı alır ve bir soğutma sistemine aktarılır. Bu sıvılar su veya özel tasarlanmış akışkanlar olup, batarya paketinin homojen bir şekilde soğutulmasını sağlarlar. Sıvılar, havaya kıyasla daha yüksek termal iletkenlik ve ısı kapasitesi nedeniyle daha iyi soğutma özelliklerine sahiptir (Shahid vd., 2022). Sıvı soğutma için iki çeşit sıvı kullanılır. Birincisi elektriksel olarak yalıtkan akışkanlardır. Bu sıvılar yükün içlerinden geçmesine izin vermediğinden, ısıyı hücrelerin yüzeyinden çıkarmak için Li-ion hücreleriyle doğrudan temas halinde kullanılırlar (Park ve Jung, 2013; Suresh Patil vd., 2021). Bununla birlikte, bu sıvılar genellikle yüksek viskoziteye sahiptir ve bu da tüm batarya paketi boyunca sıvı akışıyla ilişkili pompalama gücünü artırır. Bu durumda, artan güç gereksinimleri için, bu sıvıları içeren batarya paketleri sıvı sızıntısını önlemek için uygun şekilde yalıtılmalıdır (Shahid ve Agelin-Chaab, 2022). İkinci sıvı çeşidi olarak elektriksel olarak yalıtkan olmayan sıvılar kullanılır. Bu sıvılar akımın içlerinden geçmesine izin verir ve hücrelerin yüzeyiyle doğrudan temas ettirilemez. Akışkanın içinden aktığı, soğuk plakayı soğuttuğu ve hücrelerden ısıyı çektiği sıvı kanalları içerir. Yalıtkan sıvılarla karşılaştırıldığında bu sıvıların viskoziteleri daha düşüktür ve sonuç olarak batarya paketinden sıvı akışı için daha az pompalama gücü gerekir. Jiaqiang vd. (Jiaqiang vd., 2018) sıvı soğutmalı bir batarya termal yönetim modelinin

soğutma etkisi üzerinde dört parametrenin etkisini analiz etmiş ve çeşitli soğutma koşullarını karşılamak için en uygun durumu bulmuşlardır.

Literatürde direkt olarak bataryaya temas etmeden sıvı soğutma ile ilgili yapılan birçok çalışma mevcuttur (Deng vd., 2019; Du vd., 2018; Yates vd., 2021; Zhou vd., 2019). Sıvı kanalları, silindirik hücelere sahip batarya paketlerinde elektriksel olarak yalıtkan olmayan sıvıları bir araya getirmek ve soğuk plakalara alternatif bir çözüm olarak hareket etmek için kullanılır. Bu kanallar silindirik hücrelerin tüm sırası boyunca uzanır ve hücrelerin maksimum yüzey alanını kapsayacak şekilde zig-zag şeklinde kavislidir. Bu kanallar sayesinde, her bir hücrede sıcaklık tekdüzeliği oluşmaz. Kanalla doğrudan temas halinde olan hücrenin yüzeyi, kanalla temas halinde olmayan hücrenin yüzeyine kıyasla daha düşük bir sıcaklığa sahiptir. Zhao vd. (Zhao vd., 2019) serpantin sıvı kanallarının çeşitli konfigürasyonlarını incelemiştir. Beklendiği gibi, en yüksek sıcaklık homojenliği, kanalın akış yönünde doğrudan temas yüzey alanının artırılmasıyla elde edilmiştir. Rao vd. (Rao vd., 2017) değişken uzunlukta alüminyum bloklar kullanarak yeni bir alternatif çözüm geliştirmeye çalışmıştır. Bu bloklar silindirik hücrelerin yüzeyinin etrafına yerleştirilmiş ve sıcaklık homojenliğini artırmak için uzunluk akış yönünde değiştirilmiştir. Sıvı kanalları bu alüminyum blokların içine yerleştirilmiş ve ısıyı hücrelerden ve alüminyum bloklardan etkili bir şekilde uzaklaştırmıştır.

Bu çalışmada alttan sıvı soğutmalı bir batarya modülünde farklı akışkan debisi ve farklı deşarj oranlarında oluşan sıcaklıklar, elektriksel değişimler AVL CRUISE M programıyla incelenmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

AVL CRUISE™ M, model tabanlı bir sistem geliştirme için tasarlanmış olup ilk ve son işleme, simülasyon ve süreç kontrolü, parametreleştirme ve senaryo yönetimi, deney Tasarımı ve optimizasyon, tesis modellerinin hızlı ve kolay bir şekilde oluşturulması için ortak model yönetimi, hibrit elektrikli araç, bataryalı elektrikli araç ve yakıt hücresel elektrikli araç dahil olmak üzere elektrikli güç aktarma, test sistemleri gibi birleşik uygulamaların modellenmesine izin verir. Batarya hücrelerinin elektrokimyasal davranışı sıcaklıktan büyük ölçüde etkilenir. Sıcaklık da hem elektrokimyaya hem de batarya modülünün termal yönetimine bağlıdır. Çalışma kapsamında kullanılan AVLCRUISE™ M simülasyon programı, bu nedensel zincirleri birden fazla ölçekte ve alanda modellenerek özelleştirilmiş bir bileşen sağlamaktadır. Kase, prizmatik ve silindirik pil hücreleri için modül bileşenleri, tek tek pil hücrelerinin elektriksel, termal ve mekanik bağlantılarını yakalar. Bu, termal yönetim konseptlerinin ve hızlı şarj stratejilerinin analiz edilmesini sağlar. CRUISE™ M

kütüphanesindeki hücre modelleri veya özelleştirilmiş modeller arasından seçim yapılarak çözümler yapılabilmektedir.

Bir bataryadaki kimyasal, termal ve elektriksel işlemlerin gelişimini tahmin etmek için çeşitli modeller mevcuttur. Bu çalışma kapsamında Eşdeğer Devre modeli (ECM) kullanılmış ve elektrokimyasal hesaplamalarda bu modelden yararlanılmıştır. Kullanılan modelle ilgili detaylar (Karimi vd., 2023) kaynağında mevcuttur.

Entalpi ve ısı transferinin hesaplanması için kullanılan formüller aşağıda gösterilmiştir (AVL, 2023):

Birim zamandaki entalpi ( $\dot{H}$ ),

$$\dot{H} = \dot{m} c_p \quad (1)$$

eşitliği ile elde edilmektedir. Denklemdaki  $\dot{m}$ , kütleli debiyi,  $c_p$  ise özgül ısıyı sembolize etmektedir.

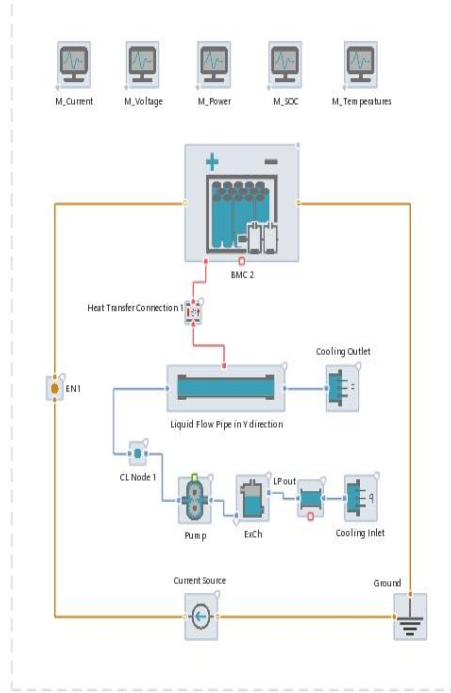
Batarya ile hücreler arasındaki ısı transferi Eş.(3) yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$Q = h A \Delta T \quad (2)$$

Denklemdaki,  $Q$  batarya ile sıvı hücreler arasındaki ısı transferini,  $h$  ısı transfer katsayısını,  $A$  batarya ile sıvı hücreler arasındaki ısı transfer alanını,  $\Delta T$  ise batarya ile sıvı hücreler arasındaki sıcaklık farkını göstermektedir.

Bu çalışmada üç seri ve dört paralel bataryadan oluşan bir modül AVL Cruise™ M programı ile zaman bağlı olarak ve uygun modeller oluşturularak simülasyonlar yapılmıştır. Çalışma kapsamında alttan sıvı soğutmalı bir sistem ele alınmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan model, pompa, alttan soğutma bloğu ve 3s4p şeklinde bir batarya modülünden oluşmaktadır (Şekil 2.1).





**Şekil 2.1.** Batarya alttan soğutma düzeneği için oluşturulan model

Bu modelde soğutma akışkanı için kullanılan pompanın devri, 500 dev/dak., 1000 dev/dak. ve 2000 dev/dak, batarya paketi deşarj miktarları ise 18 A, 36 A ve 54 A olarak girilmiş ve bu parametrelerin soğutma sistemi üzerindeki performansı incelenmiştir. Belirtilen parametrelere bağlı oluşturulan test matrisi Tablo 2.1’de verilmiştir.

**Tablo 2.1.** Çalışmada kullanılan batarya parametreleri

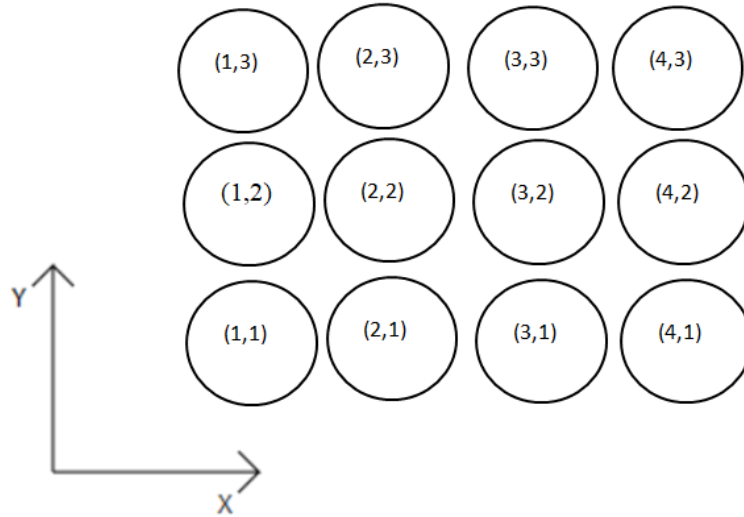
Durum (Case)	Pompa devri (Pump Spd)	Akım (Current)
1	500 rpm	18 A
2	1000 rpm	18 A
3	2000 rpm	18 A
4	500 rpm	36 A
5	1000 rpm	36 A
6	2000 rpm	36 A
7	500 rpm	54 A
8	1000 rpm	54 A
9	2000 rpm	54 A

Çalışma kapsamında kullanılan bataryaların parametrik özellikleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

**Tablo 2.2.** Çalışmada kullanılan batarya parametreleri

Parametre	Değer
Nominal kapasite (mah)	4500
Nominal gerilim (V)	3.7
Makisimum gerilim (V)	4.2
Kesme gerilimi (V)	2.5
Ölçüler (mm)	12.5 x 60.0

Batarya modülünde her bir hücrenin numaralandırılması ile ilgili detaylar Şekil 2.2’de verilmiştir.



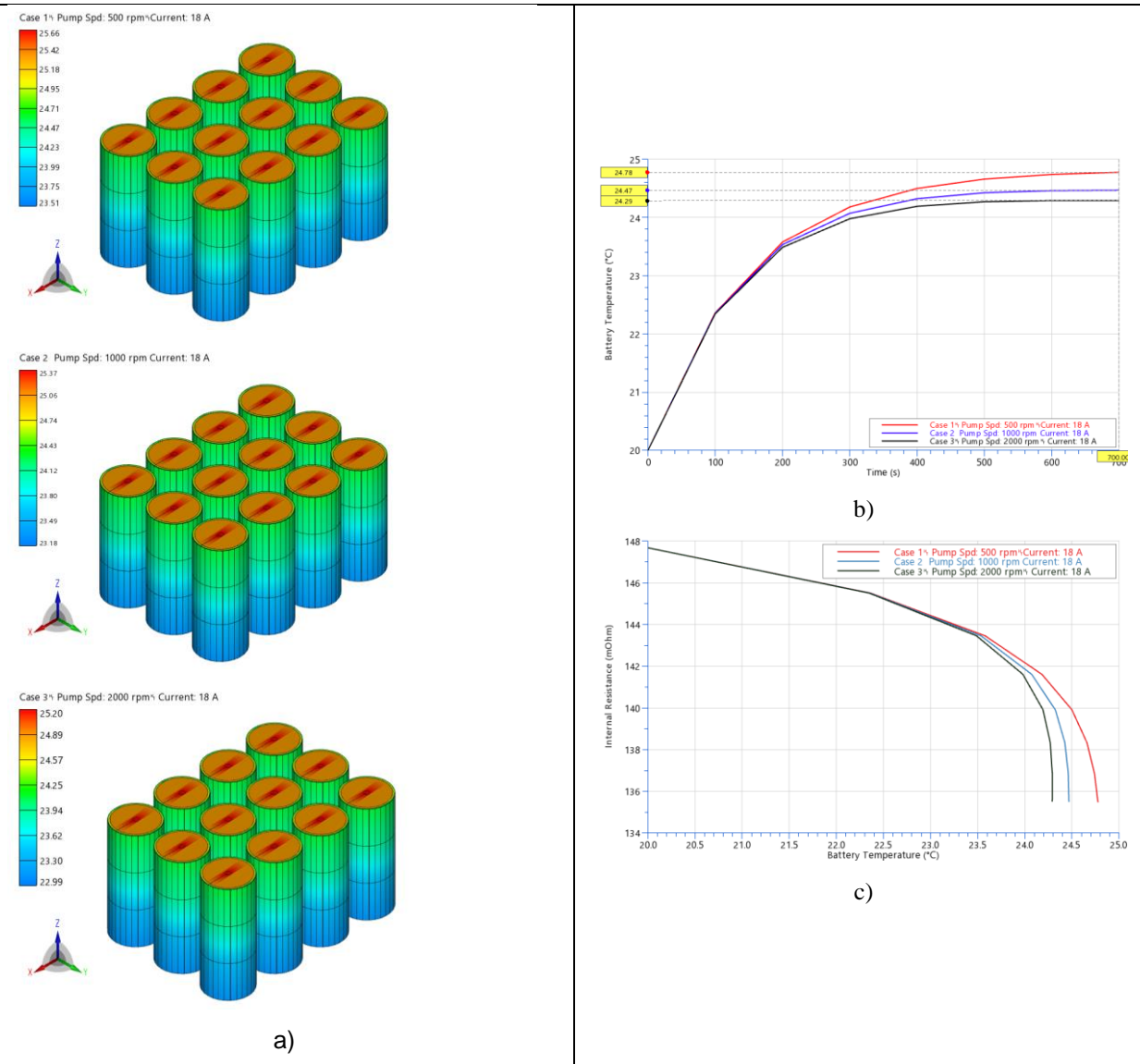
**Şekil 2.2.** Batarya hücrelerinin numaralandırılması

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde, AVL CRUISE™ M’de hazırlanan çevrim programının, üç farklı pompa devri (500 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm) ve üç farklı akım (18 A, 36 A, 54 A) durumunda toplam dokuz farklı durumu alttan soğutma sistemi etkisi için analizler yapılmıştır. Her durum ayrı ayrı analiz edildikten sonra ilgili çalışma şartlarında gerçekleşen batarya sıcaklık değişimleri ve iç dirençler değerlendirilmiştir.

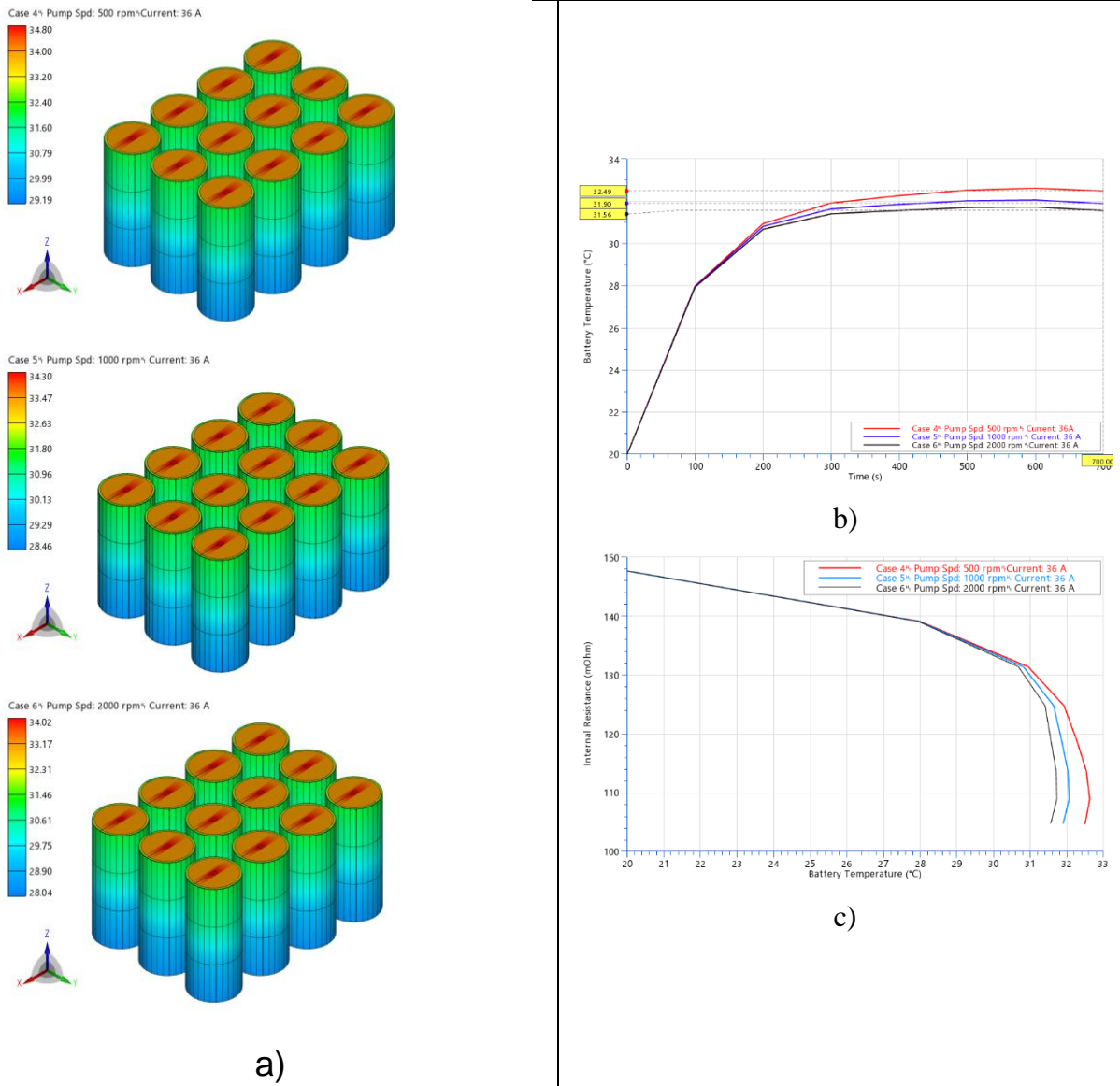
Şekil 3.1(a)’da farklı pompa devirlerinde 18 A akım durumundaki batarya modülünde oluşan sıcaklıklar kontur olarak gösterilmiştir. Altan soğutmanın etkisiyle tabana yakın bölgelerde sıcaklıkların düşük olduğu ve 23.0-23.5 °C aralığında pompa devrine bağlı değiştiği görülmüştür. Bataryanın üst kısmındaki sıcaklık değerlerinin ise 25-26 °C aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bir batarya hücresi üzerinden kıyas yapılabilmesi amacıyla (2.1) numaralı

batarya hücresinin alt tabanı seçilerek kıyaslamalar yapılmış ve bu durum Şekil 3.1(b)'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere zamanla birlikte sıcaklıklar artmış ve 600 saniyeden sonra yaklaşık olarak stabil hale gelmiştir. Şekil 3.1(c)'de ise sıcaklığa bağlı olarak iç direncin değişimi gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere batarya sıcaklıkları arttıkça iç dirençlerin azaldığı, hatta belirli bir noktadan sonra sıcaklık sabit olması durumunda bile iç dirençlerin düştüğü görülmüştür. Ancak pompa devrinin artmasıyla birlikte sıcaklıkların da düşmesiyle birlikte iç dirençlerde azalma görülmüştür. Bu kapsamda değerlendirme yapmak önemlidir. Genellikle bataryalardaki iç direncin, şarj durumu (SoC) ve sıcaklıkla ilişkili olduğu ancak bu parametreler arasındaki ilişkinin oldukça karmaşık olduğu bilinmektedir. Bataryanın şarj seviyesi arttıkça veya azaldıkça, iç direnç değişebilir. Ayrıca, sıcaklık da iç direnç üzerinde etkili olabilir.



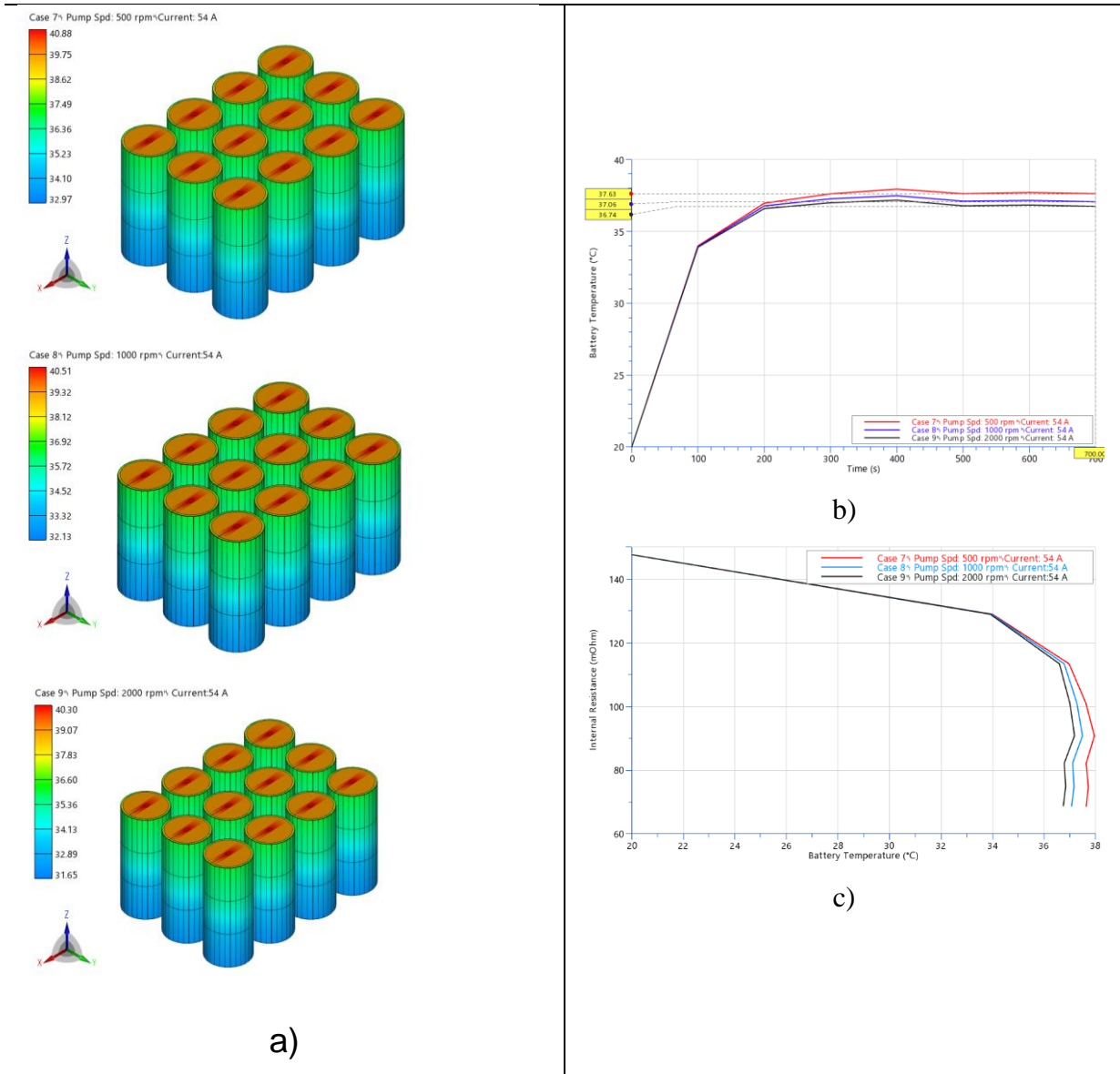
Şekil 3.1. Farklı pompa devirlerinde 18 A akım durumundaki, a) batarya sıcaklık konturları, b) zaman bağlı batarya alt yüzey sıcaklığındaki değişim, c) sıcaklığa bağlı iç direnç değişimi

Şekil 3.2(a)'da batarya modülünde, 36 A akım durumundaki farklı pompa devirlerinde meydana gelen sıcaklıklar kontur olarak gösterilmiştir. 18 A durumuna benzer şekilde, alttan soğutmanın etkisiyle tabana yakın bölgelerde sıcaklıkların düşük olduğu ve 28-29 °C aralığında pompa devrine bağlı değiştiği görülmüştür. Bataryanın üst kısmındaki sıcaklık değerlerinin ise 34-35 °C aralığında değiştiği belirlenmiştir. (2.1) numaralı batarya hücresinin alt tabanı seçilerek elde edilen grafik, Şekil 3.2(b)'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere zamanla birlikte sıcaklıklar artmış ve yaklaşık olarak 400 saniyeden sonra stabil hale gelmiştir. Şekil 3.2(c)'de ise sıcaklığa bağlı olarak iç direncin değişimi gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere batarya sıcaklıkları arttıkça iç dirençlerin azaldığı ve belirli bir noktadan (31-33 °C) sonra sıcaklık sabit olması durumunda bile iç dirençlerin düştüğü görülmüştür.



Şekil 3.2. Farklı pompa devirlerinde 36 A akım durumundaki, a) batarya sıcaklık konturları, b) zaman bağlı batarya alt yüzey sıcaklığındaki değişim, c) sıcaklığa bağlı iç direnç değişimi

Şekil 3.3(a)'da batarya modülünde, 54 A akım durumundaki farklı pompa devirlerinde meydana gelen sıcaklıklar kontur olarak gösterilmiştir. Bu durumda da beklenildiği gibi alttan soğutmanın etkisiyle tabana yakın bölgelerde sıcaklıkların düşük olduğu ve 31.5-33.0 °C aralığında pompa devrine bağlı değiştiği görülmüştür. Bataryanın üst kısmındaki sıcaklık değerlerinin ise 40-41 °C aralığında değiştiği belirlenmiştir. (2.1) numaralı batarya hücresinin alt tabanı seçilerek elde edilen grafik, Şekil 3.3(b)'de verilmiştir. Zamanla birlikte sıcaklıklar artmış ve yaklaşık olarak 200 saniyeden sonra stabil hale gelmiştir. Şekil 3.3(c)'de ise sıcaklığa bağlı olarak iç direncin değişimi gösterilmiştir. Genel olarak batarya sıcaklıkları arttıkça iç dirençlerin azaldığı ve belirli bir noktadan (36.5-38.0 °C) sonra sıcaklık sabit olması durumunda bile iç dirençlerin düştüğü görülmüştür.



Şekil 3.3. Farklı pompa devirlerinde 54 A akım durumundaki, a) batarya sıcaklık konturları, b) zaman bağlı batarya alt yüzey sıcaklığındaki değişim, c) sıcaklığa bağlı iç direnç değişimi

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, AVL CRUISE™ M’de hazırlanan çevrim programının, üç farklı pompa devri (500 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm) ve üç farklı akım (18 A, 36 A, 54 A) durumları için alttan su soğutmalı bir sistemin analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda ilgili çalışma şartlarında gerçekleşen batarya sıcaklık değişimleri ve iç dirençler değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde:

- Tüm durumlarda alttan soğutmanın etkisiyle tabana yakın bölgelerde sıcaklıkların düşük olduğu belirlenmiştir.
- En fazla akım çekilen durum olan 54 A durumunda oluşan maksimum sıcaklıkların 40-41 °C aralığında olduğu saptanmıştır. Bu şartlarda oluşan batarya hücre sıcaklıklarının da 37 °C olduğu görülmüştür.
- En az akım çekilen durum olan 18 A durumunda ise oluşan maksimum sıcaklıkların 25-26 °C aralığında olduğu saptanmıştır. Bu şartlarda oluşan batarya hücre sıcaklıkları ise 24 °C olduğu görülmüştür.
- Bu kapsamda akım çekilen miktarın üç katına çıkarılması ile birlikte oluşan maksimum ve batarya yüzey sıcaklıklarının yaklaşık olarak 10-15 °C aralığında arttığı belirlenmiştir.
- Pompa devrinin artmasıyla birlikte sıcaklıklarda ciddi bir değişim gözlemlenmemiş ve 1 °C civarlarında bir etki belirlenmiştir. Bu durum soğutma suyu sıcaklığı düşürülerek ve ısı alıcısındaki kanal sayısı parametreleri göz önünde bulundurularak iyileştirilebilir.
- Genel olarak batarya sıcaklıkları arttıkça iç dirençler azalmış ancak pompa devrinin artmasıyla birlikte sıcaklıkların da düşmesiyle birlikte iç dirençlerde azalma görülmüştür. Bu kapsamda değerlendirme yapmak önemlidir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, proje no 123M582) tarafından desteklenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- AVL. 2023. Battery system analysis, AVL Cruise M, AVL Product description.
- Deng, T., Zhang, G., Ran, Y., Liu, P. 2019. "Thermal performance of lithium ion battery pack by using cold plate". *Applied Thermal Engineering*, 160, 114088.
- Du, X., Qian, Z., Chen, Z., Rao, Z. 2018. "Experimental investigation on mini-channel cooling-based thermal management for Li-ion battery module under different cooling schemes". *International Journal of Energy Research*, 42(8), 2781–2788.
- E, J., Han, D., Qiu, A., Zhu, H., Deng, Y., Chen, J., ... Peng, Q. 2018. "Orthogonal experimental design of liquid-cooling structure on the cooling effect of a liquid-cooled battery thermal management system". *Applied Thermal Engineering*, 132, 508–520.
- Jiaqiang, E., Yue, M., Chen, J., Zhu, H., Deng, Y., Zhu, Y., ... Kang, S. 2018. "Effects of the different air cooling strategies on cooling performance of a lithium-ion battery module with baffle".



- Applied Thermal Engineering, *144*, 231–241.
- Park, S., Jung, D. 2013. "Battery cell arrangement and heat transfer fluid effects on the parasitic power consumption and the cell temperature distribution in a hybrid electric vehicle". *Journal of Power Sources*, *227*, 191–198.
- Rao, Z., Qian, Z., Kuang, Y., Li, Y. 2017. "Thermal performance of liquid cooling based thermal management system for cylindrical lithium-ion battery module with variable contact surface". *Applied Thermal Engineering*, *123*, 1514–1522.
- Shahid, S., Agelin-Chaab, M. 2022. "A review of thermal runaway prevention and mitigation strategies for lithium-ion batteries". *Energy Conversion and Management: X*, *16*, 100310.
- Shahid, S., Chea, B., Agelin-Chaab, M. 2022. "Development of a hybrid cooling concept for cylindrical li-ion cells". *Journal of Energy Storage*, *50*, 104214.
- Suresh Patil, M., Seo, J.-H., Lee, M.-Y. 2021. "A novel dielectric fluid immersion cooling technology for Li-ion battery thermal management". *Energy Conversion and Management*, *229*, 113715.
- Yang, N., Zhang, X., Li, G., Hua, D. 2015. "Assessment of the forced air-cooling performance for cylindrical lithium-ion battery packs: A comparative analysis between aligned and staggered cell arrangements". *Applied Thermal Engineering*, *80*, 55–65.
- Yates, M., Akrami, M., Javadi, A. A. 2021. "Analysing the performance of liquid cooling designs in cylindrical lithium-ion batteries". *Journal of Energy Storage*, *33*, 100913.
- Zhao, C., Sousa, A. C. M., Jiang, F. 2019. "Minimization of thermal non-uniformity in lithium-ion battery pack cooled by channeled liquid flow". *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *129*, 660–670.
- Zhou, H., Zhou, F., Zhang, Q., Wang, Q., Song, Z. 2019. "Thermal management of cylindrical lithium-ion battery based on a liquid cooling method with half-helical duct". *Applied Thermal Engineering*, *162*, 114257.



## AVL CRUISE™ M TABANLI SIVI SOĞUTMALI LİTYUM-İYON BATARYA SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE MODÜL PARAMETRELERİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

**Bilal SUNGUR**

Samsun University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering

**ORCID ID:** 0000-0002-7320-1490

**Alırıza KALELİ**

Samsun University, Faculty of Engineering, Department of Electrical-Electronics Engineering

**ORCID ID:** 0000-0002-3234-5922

**Seyda ÖZBEKTAŞ**

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering

**ORCID ID:** 0000-0001-7399-733X

### ÖZET

Çevre kirliliğinin azaltılmasında lityum-iyon tabanlı batarya kullanan elektrikli araçlar etkin rol oynamaktadır. Bu bataryalar yüksek güç oranları ve çevrim ömrü gibi avantajları nedeniyle elektrikli araçlarda en yaygın kullanılan güç kaynaklarından biridir. Ancak lityum iyon bataryanın kapasitesi artan sıcaklıkla azalmaktadır. Bu nedenle, batarya sıcaklığını güvenli çalışma aralığında kontrol etmek özellikle önemlidir ve batarya termal yönetim sisteminin kullanılması elektrikli araçlardaki batarya paketi için oldukça önemlidir.

Batarya termal yönetim sisteminde batarya sıcaklığının etkisini analiz etmek için kullanılacak modelin hassas olması önemlidir. Bilindiği üzere bataryanın şarj ve deşarj sürecinde birçok elektrokimyasal reaksiyon gerçekleşmektedir. Elektrokimyasal model, bu reaksiyonları kısmi diferansiyel denklemler aracılığıyla tanımlar ve yüksek doğruluk elde edebilmesine rağmen bu modelin karmaşıklığı gerçek zamanlı uygulamasını sınırlamaktadır. Bu çalışmada eşdeğer devre modeli kullanılmış olup şarj ve deşarj sırasında pilin dinamik özelliklerini tanımlamak için RC döngü devresi uygulanmıştır. Ayrıca ısı üretim ve ısı yayılım oranının hesaplanması ve batarya paketi için sınır koşulları aracılığıyla bir termal model oluşturulmuştur.

Bu çalışmada seri ve paralel dizilmiş bir batarya modülünde simülasyonlar yapılmıştır. Çalışma kapsamında sıvı soğutmalı bir sistemde 12 adet bataryadan oluşan (3s4p) bir modül ele alınmıştır. Batarya paketinin termal performansını analiz etmek için AVL Cruise™ M programı ile zaman bağlı olarak ve uygun modeller oluşturulmuştur. Bu modelde soğutma akışkanı için kullanılan pompanın devri (500 dev/dak., 1000 dev/dak. ve 2000 dev/dak), batarya paketi deşarj oranları (1.0 C, 2.0 C ve 3.0 C) ve hücreler arası genişlik (2 mm, 6 mm) parametreleri olmak üzere geniş bir değişken etki analizi yapılarak soğutma sisteminin performansı incelenmiştir. Batarya yüzeyindeki sıcaklıklar ve sıcaklık dağılımları değişimi sonuçlarda incelenerek değerlendirilmelerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Sıvı soğutmalı batarya soğutma sistemleri, AVL Cruise™ M, Soğutma performansı, Modelleme

## **INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MODULE PARAMETERS ON AVL CRUISE™ M BASED LIQUID COOLED LITHIUM-ION BATTERY COOLING SYSTEMS**

### **ABSTRACT**

Electric vehicles using lithium-ion based batteries play an active role in reducing environmental pollution. These batteries are one of the most widely used power sources in electric vehicles due to their advantages such as high power rates and cycle life. However, the capacity of the lithium-ion battery decreases with increasing temperature. Therefore, it is particularly important to control the battery temperature within the safe operating range and the use of a battery thermal management system is very important for the battery pack in electric vehicles.

It is important that the model to be used to analyse the effect of battery temperature in the battery thermal management system is sensitive. As it is known, many electrochemical reactions take place during the charging and discharging process of the battery. The electrochemical model describes these reactions through partial differential equations and although it can achieve high accuracy, the complexity of this model limits its real-time application. In this study, the equivalent circuit model is used, and the RC loop circuit is implemented to describe the dynamic characteristics of the battery during charging and discharging. In addition, a thermal model is established to calculate the heat generation rate and heat dissipation rate and through boundary conditions for the battery pack.

In this study, simulations were performed on a battery module arranged in series and parallel. Within the scope of the study, a module consisting of 12 batteries (3s4p) in a liquid cooled system is considered. In order to analyse the thermal performance of the battery pack, time-dependent and appropriate models were created with AVL Cruise-M software. In this model, a wide range of variables including the speed of the pump used for the cooling fluid (500 rpm, 1000 rpm and 2000 rpm), battery pack discharge rates (1.0 C, 2.0 C and 3.0 C) and inter-cell width (2 mm, 6 mm) parameters were analysed, and the performance of the cooling system was examined. The temperature distribution on the battery surface are analysed in the results and evaluations are made.

**Keywords:** Liquid-cooled battery cooling systems, AVL Cruise™ M, Cooling performance, Modelling

## 1. GİRİŞ

Hızla artan çevre kirliliği ve küresel ısınmanın dünya çapında önemli bir endişe kaynağı olmasının yanı sıra, artan enerji talepleri fosil yakıtların tükenmesi sorununu gündeme getirmiştir. 2013'ten 2019 yılına kadar dünya çapında CO<sub>2</sub> emisyonlarında öngörülen artış yılda 43,2 gigatondur ve bunun %14'üne ulaşım sektörü katkıda bulunmaktadır (Shahzad vd., 2017). Ulaşım sektörü, yakıt kaynaklarının aşırı tüketiminin ve çevresel bozulmanın ana nedeni olan içten yanmalı motorlu araçların hakimiyetindedir. Sıfır emisyon ve enerji tasarrufu gibi avantajlara sahip elektrikli araçlar, çevrenin korunması ve gelecekte içten yanmalı motorlu araçların yerini alma sorunlarına çözüm olarak en büyük potansiyele sahiptir. Bu nedenle, son yıllarda elektrikli araçlara yönelik artan taleple birlikte küresel ulaşım pazarı da büyümektedir (Garud vd., 2023).

Günümüzde Li-ion bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu, yüksek güç faktörü, düşük kendi kendine deşarj oranı, iyi stabilite ve uzun çevrim döngüleri gibi avantajları ile elektrikli araçlarda en iyi ve en yaygın kullanılan güç kaynağıdır (T. Deng vd., 2019; Garud vd., 2023; Li vd., 2019; Pesaran, 2002). Çalışmalar, elektrik motorları ile tahrik edilen araçların, sadece %30 verimlilik gösteren motorlu araçlara kıyasla %90'a varan verimlilik gösterdiğini ortaya koymuştur. Ancak bu optimum verimliliğe ulaşmak için batarya hücrelerinin sayısı ve tasarımlardaki karmaşıklıklar artmaktadır.(Sahoo, 2021)

Lityum-iyon bataryalarda, batarya termal güvenlik sorunları mevcuttur ve bu durum performansın düşmesine, kullanıcılarda menzil kaygısına ve yıkıcı termal kaçak olaylarına sebebiyet verebilmektedir. Bu sorunları daha geniş bir perspektifle tanımlamak ve tüm araç ekosistemini korumak için etkili bir batarya termal yönetim sistemi uygulamak zordur (J. Deng vd., 2020).

Prensip olarak Li iyon bataryalar gerilim farkından dolayı akım çekerler ve bu da aracın belirli bir sıcaklık aralığında çalışmasını sağlar. Mekanik, elektriksel veya dahili hücre belirsizliğinden kaynaklanabilecek olumsuz koşullar, daha büyük iç sıcaklık farklarına yol açabilir. Bunlar, her bir hücre için farklı şarj ve deşarj oranlarına yol açabilir ve termal kararsızlık, hücre kapasitesinde bozulma ve son olarak termal kaçak oluşturarak genel batarya paketi performansını bozabilir. Bu nedenle, bu sorunlarla başa çıkmak için etkili batarya termal yönetim tasarımı önemlidir.

Sıcaklıklardaki homojenlik, herhangi bir bataryanın performansı için oldukça kritiktir. Bu kapsamda batarya termal yönetim sistemi, optimum bir tasarımla sıcaklığı 15 °C ila 35 °C arasında optimum bir sıcaklık aralığında tutulmalıdır (Ye vd., 2015). Elektrikli araç bataryalarının soğutulmasında genellikle hava soğutma, PCM (faz değişim malzemesi) tabanlı

soğutma sistemi, termoelektrik soğutma ve sıvı soğutma gibi çeşitli sistemler bulunmaktadır. Her sistemin kendine göre avantaj ve dezavantajları bulunmakla birlikte, sıvı soğutma sistemleri oldukça yaygın bir kullanıma sahiptir. Saw vd. (Saw vd., 2015), 50 adet 10 Ah kese tipi hücreden oluşan batarya paketi için bir sıvı soğutma sistemi tasarlamışlardır. Her hücre, iki ısı dağıtıcı ile istiflenerek paketin her iki tarafına düz kanallı soğuk plakalar eklenmiştir. Nümerik hesaplamalardan ortalama yüzey sıcaklığının 36.5 °C ve hücre yüzey sıcaklığı değişiminin 5 °C olduğu elde edilmiştir. Tong vd. (Tong vd., 2015), lityum-iyon bipolar pil paketini soğutmak için soğutucu plaka kullanmışlardır. Yığın sayısı arttıkça ortalama sıcaklıkların ve sıcaklık dağılımının kötüleştiğini tespit etmişlerdir. Daha yüksek soğutma sıvısı hızı ve soğutma sıvısı plakası kalınlığının, maksimum sıcaklık ve sıcaklık farkını kontrol etmek için olumlu etki gösterdiğini ifade etmişlerdir. Rao vd. (Rao vd., 2017), değişken temas yüzeyine sahip silindirik lityum-iyon pil modülü için sıvı soğutma tabanlı yeni bir termal yönetim sistemi tasarlamışlardır. Çalışmalarının sonucunda, değişken temas yüzeyine sahip sistemin sabit temas yüzeyine sahip sistemden daha üstün olduğunu ve sıcaklık dağılımında önemli ölçüde homojenlik sağladığını belirtmişlerdir. Chen vd. (Chen vd., 2005), bir lityum-iyon pilin termal davranışını incelemek için hücre yığınlarının katmanlı yapısını, bir pil paketinin durumunu ve her iki eleman arasındaki boşluğu dikkate alan ayrıntılı bir üç boyutlu termal model geliştirmiştir. Hatchard vd. (Hatchard vd., 2001), 18.650 lityum-iyon hücre için tek boyutlu bir tahmin modeli geliştirmişlerdir. Guo vd. (Guo vd., 2010), yüksek kapasiteli lityum-iyon pillerin termal olarak kötü çalışma koşullarındaki performanslarını tahmin etmek için üç boyutlu model önermiş ve bu koşullar altındaki sıcaklık dağılımını analiz etmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında sıvı soğutmalı bir batarya modülünün termal performansını analiz etmek için AVL Cruise-M programı kullanılmış ve zaman bağlı olarak nümerik çözümler yapılmıştır. Bu kapsamda farklı soğutma suyu debilerinde, farklı deşarj oranlarında farklı hücreler arası genişliklerde analizler yapılarak soğutma sistemin performansı incelenmiştir.

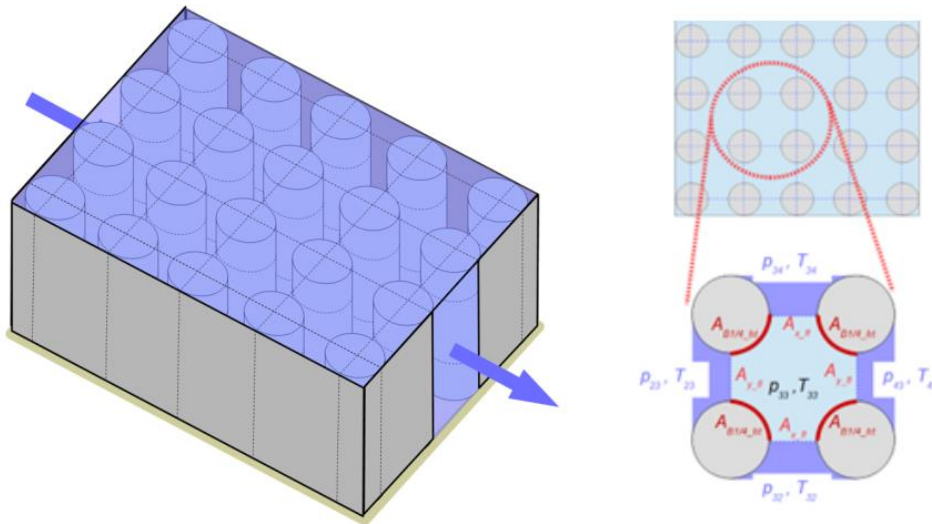
## 2. MATERYAL VE METOD

AVL CRUISE™ M, motor, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme, araç termal ve enerji yönetim sistemlerinin geliştirilmesi, hibrit elektrikli araç, bataryalı elektrikli araç ve yakıt hücreli elektrikli araç dahil olmak üzere elektrikli güç aktarma, test sistemleri gibi birleşik uygulamaların modellenmesine izin verir. Batarya hücrelerinin elektrokimyasal davranışı sıcaklıktan büyük ölçüde etkilenir. Sıcaklık da hem elektrokimyaya hem de batarya modülünün termal yönetimine bağlıdır. Çalışma kapsamında kullanılan AVLCRUISE™ M simülasyon programı, bu nedensel zincirleri birden fazla ölçekte ve alanda modellenerek

özelleştirilmiş bir bileşen sağlamaktadır. Kese, prizmatik ve silindirik pil hücreleri için modül bileşenleri, tek tek pil hücrelerinin elektriksel, termal ve mekanik bağlantılarını yakalar. Bu, termal yönetim konseptlerinin ve hızlı şarj stratejilerinin analiz edilmesini sağlar. CRUISE™ M kütüphanesindeki hücre modelleri veya özelleştirilmiş modeller arasından seçim yapılarak çözümler yapılabilmektedir.

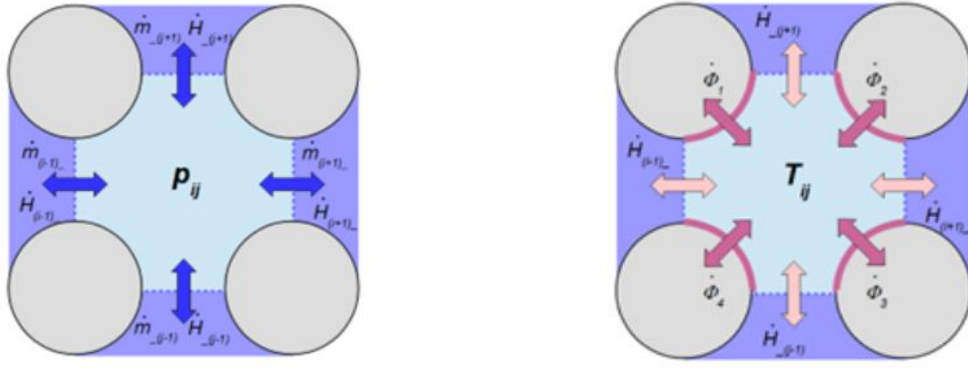
Bir bataryadaki kimyasal, termal ve elektriksel işlemlerin gelişimini tahmin etmek için çeşitli modeller mevcuttur. Bu çalışma kapsamında Eşdeğer Devre modeli (ECM) kullanılmış ve elektrokimyasal hesaplamalarda bu modelden yararlanılmıştır. Kullanılan modelle ilgili detaylar (Karimi vd., 2023) kaynağında mevcuttur.

AVL CRUISE™ M silindirik hücreli bir batarya modülünden soğutma akışı ve dikdörtgen tip hücre paketlenme tipi için sıvı akış hücresi parametrelerini gösteren bir şema Şekil 2.1’de verilmiştir. Şekilde verilen  $P$  sıvı bölgesindeki basıncı,  $T$  sıvı bölgesindeki sıcaklığı,  $A_{fl}$  sıvı bölgesi kesit alanını ve  $A_{ht}$  ise batarya hücresi ve sıvı hücre arasındaki ısı transfer alanını simgelemektedir (AVL, 2023).



Şekil 2.1. Batarya modülünde sıvı akış hücre parametreleri örnek gösterimi (AVL, 2023)

Sıvı hücreleri arasındaki akışı belirleyen parametreler ve ısı transfer durumları Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Sıvı hücreleri arasındaki akışı ve ısı transfer durumlarını belirleyen parametreler (AVL, 2023)

Kütleli debi, entalpi ve sıvı hücrelerindeki basınç gradyanının hesaplanması için kullanılan formüller aşağıda gösterilmiştir (AVL, 2023):

$$\dot{m} = A \sqrt{\frac{2 \rho \Delta p}{\xi}} \quad (1)$$

Denklemden yer alan,

$\dot{m}$ : İki sıvı hücresi arasındaki kütle akış hızı

A: Sıvı hücreleri arasındaki en dar akış kesit alanı

$\rho$ : Sıvı yoğunluğu

$\Delta p$ : İki sıvı hücresi arasındaki basınç farkı alanı

$\xi$ : Basınç kaybı katsayısı

$$\dot{H} = \dot{m} c_p \quad (2)$$

$\dot{H}$ : İki sıvı hücresi arasındaki birim zamandaki entalpi

$c_p$ : Özgül ısı

$$\dot{p} = f \left( V_{Lhücre}, \sum \dot{m}, sıvı özellikleri \right)$$

Denklemden yer alan,

$\dot{p}$ : Sıvı hücreleri içinde hesaplanan basınç gradyanı

$V_{Lhücre}$ : Sıvı hücresinin hacmi (yalnızca sıkıştırılabilir akış için geçerlidir)

$\sum \dot{m}$ : Sıvı hücresine tüm kütle giriş ve çıkışlarının toplamı

Batarya ve sıvı hücre arasındaki ısı transferi ve sıvı hücreler içindeki sıcaklık gradyanını hesaplamak için kullanılan formüller aşağıda gösterilmiştir (AVL, 2023):

$$Q = h A \Delta T \quad (3)$$

Denklemdaki,  $Q$  batarya ile sıvı hücreler arasındaki ısı transferini,  $h$  ısı transfer katsayısını,  $A$  batarya ile sıvı hücreler arasındaki ısı transfer alanını,  $\Delta T$  ise batarya ile sıvı hücreler arasındaki sıcaklık farkını göstermektedir.

$$\dot{T} = f \left( m_{Lhücre}, \sum \dot{H}, \sum Q, \text{sıvı özellikleri} \right)$$

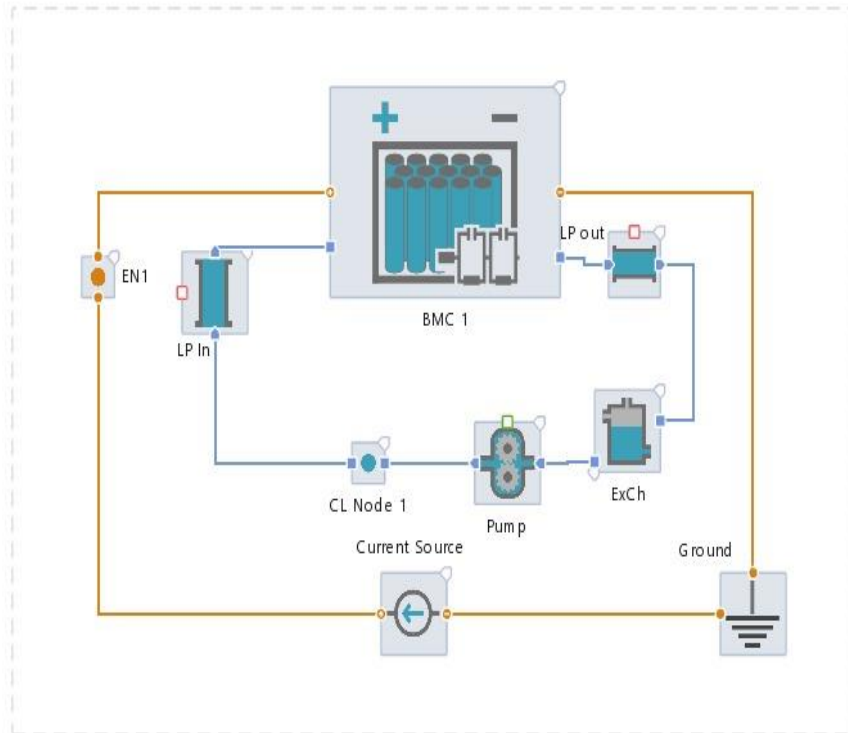
$\dot{T}$ : Sıvı hücreleri içinde hesaplanan sıcaklık gradyanı

$m_{Lhücre}$ : Hücredeki sıvı kütlesi

$\sum \dot{H}$ : Sıvı hücrelerine tüm entalpi giriş ve çıkışlarının toplamı

$\sum Q$ : Bataryalar ve sıvı hücre arasındaki tüm ısı transferlerinin toplamı

Bu çalışmada seri ve paralel dizilmiş bir batarya modülünde AVL Cruise™ M programı ile zaman bağlı olarak ve uygun modeller oluşturularak simülasyonlar yapılmıştır. Çalışma kapsamında sıvı soğutmalı bir sistemde 12 adet bataryadan oluşan (3s4p) bir modül ele alınmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan model, pompa, soğutma bloğu ve 3s4p şeklinde bir batarya modülünden oluşmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Batarya soğutma düzeni için oluşturulan model



Bu modelde soğutma akışkanı için kullanılan pompanın devri (500 dev/dak., 1000 dev/dak. ve 2000 dev/dak), batarya paketi deşarj oranları (1.0 C, 2.0 C ve 3.0 C) ve hücreler arası genişlik (2 mm, 6 mm) parametreleri olmak üzere geniş bir değişken etki analizi yapılarak soğutma sistemin performansı incelenmiştir. Bu kapsamda oluşturulan test parametreleri Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.1.** Çalışmada kullanılan batarya parametreleri

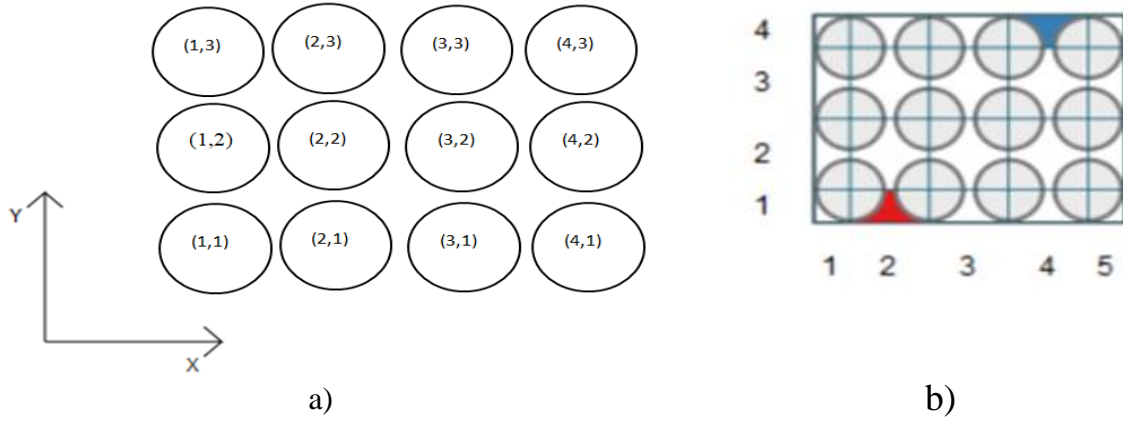
Durum (Case)	Pompa devri (Pump Spd)	Hücreler arası boşluk (Cell gap)	Akım (Current)
1	500 rpm	2 mm	18 A
2	500 rpm	2 mm	36 A
3	500 rpm	2 mm	54 A
4	1000 rpm	2 mm	18 A
5	1000 rpm	2 mm	36 A
6	1000 rpm	2 mm	54 A
7	2000 rpm	2 mm	18 A
8	2000 rpm	2 mm	36 A
9	2000 rpm	2 mm	54 A
10	500 rpm	6 mm	18 A
11	500 rpm	6 mm	36 A
12	500 rpm	6 mm	54 A
13	1000 rpm	6 mm	18 A
14	1000 rpm	6 mm	36 A
15	1000 rpm	6 mm	54 A
16	2000 rpm	6 mm	18 A
17	2000 rpm	6 mm	36 A
18	2000 rpm	6 mm	54 A

Çalışma kapsamında kullanılan bataryaların parametrik özellikleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

**Tablo 2.2.** Çalışmada kullanılan batarya parametreleri

Parametre	Değer
Nominal kapasite (mah)	4500
Nominal gerilim (V)	3.7
Makisimum gerilim (V)	4.2
Kesme gerilimi (V)	2.5
Ölçüler (mm)	12.5 x 60.0

Batarya modülünde her bir hücrenin numaralandırılması ile ilgili detaylar Şekil 2.4(a)’da, su giriş-çıkış koşulları Şekil 2.4(b)’de verilmiştir.



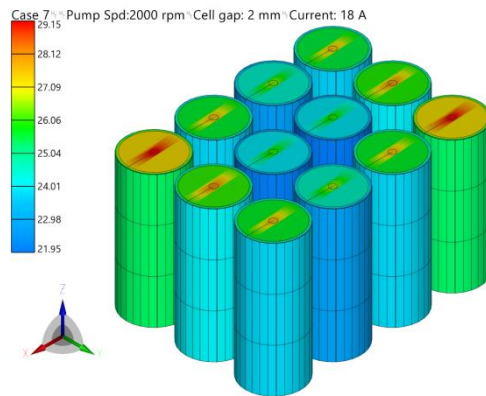
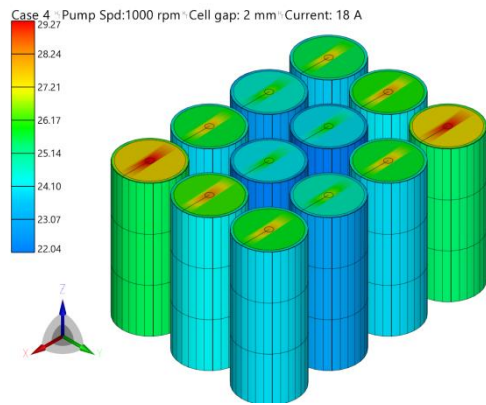
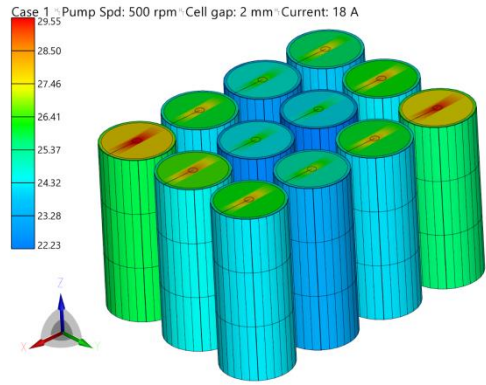
Şekil 2.4. Batarya hücrelerinin numaralandırılması (a) ve su giriş-çıkış koşulları (b)

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

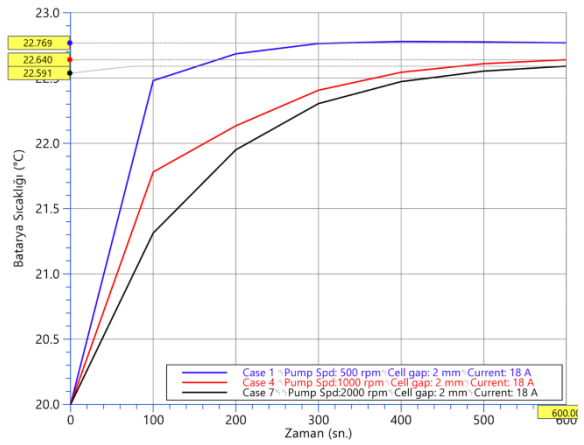
Bu bölümde, AVL CRUISE™ M'de hazırlanan çevrim programının, üç farklı pompa devri (500 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm), iki farklı hücreler arası boşluk (2 mm, 6mm), üç farklı akım (18 A, 36 A, 54 A) durumunda on sekiz farklı durumu için çalışmalar yapılmıştır. Her durum ayrı ayrı analiz edildikten sonra ilgili çalışma şartlarında gerçekleşen batarya sıcaklık değişimleri ve iç dirençler analiz edilmiştir.

Şekil 3.1(a) incelendiğinde 18 A akım durumunda sıcaklıkların pompa devriyle çok az miktarda değiştiği görülmektedir. Özellikle suyun giriş yaptığı bölge civarlarında, batarya sıcaklıklarının kenardaki batarya sıcaklıklarına kıyasla nispeten düşük olduğu görülmektedir. Şekil 3.1(b)'de verilen batarya sıcaklık değerleri (2.1) numaralı bataryanın alt yüzeyinin merkez sıcaklığıdır. Tüm durumlarda zaman ilerledikçe bataryanın sıcaklığının arttığı, 500 rpm durumunda 2000 rpm durumuna kıyasla sıcaklığın 0.2 °C daha yüksek olduğu görülmüştür. Bataryalardaki iç direnç, şarj durumu (SoC) ve sıcaklıkla ilişkilidir. Bu faktörler arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır ve tam olarak belirli bir kurala indirgenemez, çünkü batarya teknolojisi, tipi ve kimyasal bileşimi gibi pek çok değişken bu ilişkiyi etkiler. Bataryanın şarj seviyesi arttıkça veya azaldıkça, iç direnç değişebilir. Ayrıca, sıcaklık da iç direnç üzerinde etkili olabilir. Yüksek sıcaklıklar genellikle iç direnci artırır ve bataryanın performansını olumsuz etkileyebilir. Örneğin, düşük SoC seviyelerinde veya yüksek sıcaklıklarda, iç direnç genellikle artabilir. Bu durum, bataryanın gerçek kapasitesini etkileyebilir, çünkü yüksek iç direnç, bataryanın enerji aktarım verimliliğini azaltabilir. Ancak, bu ilişkiler oldukça karmaşıktır ve spesifik batarya türlerine, kimyasal bileşimlere ve tasarımlara bağlı olarak değişebilir. Şekil 3.1(c)'de batarya sıcaklığı ile iç direnç arasındaki değişim gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere batarya sıcaklıkları arttıkça iç dirençlerin

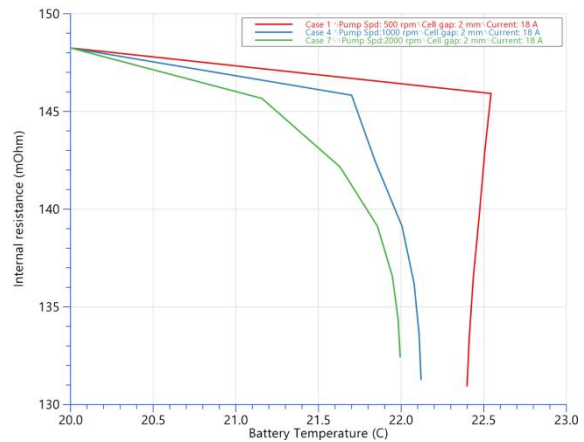
azaldığı ve bu durumun pil ömrünü etkileyebileceği sonucuna varılabilir. Ancak pompa devrinin artmasıyla birlikte sıcaklıkların da düşmesiyle birlikte iç dirençlerde azalma görülmüştür. Bu kapsamda değerlendirme yapmak önemlidir.



a)



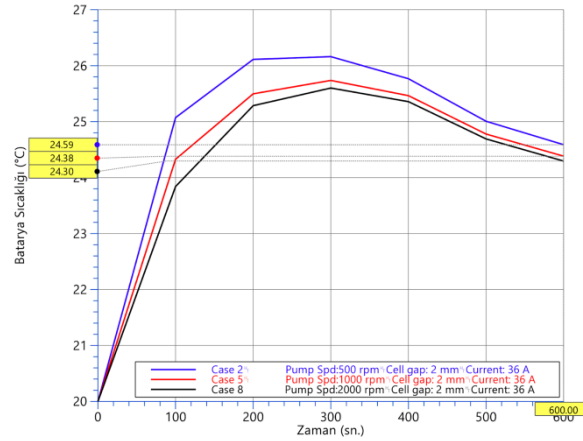
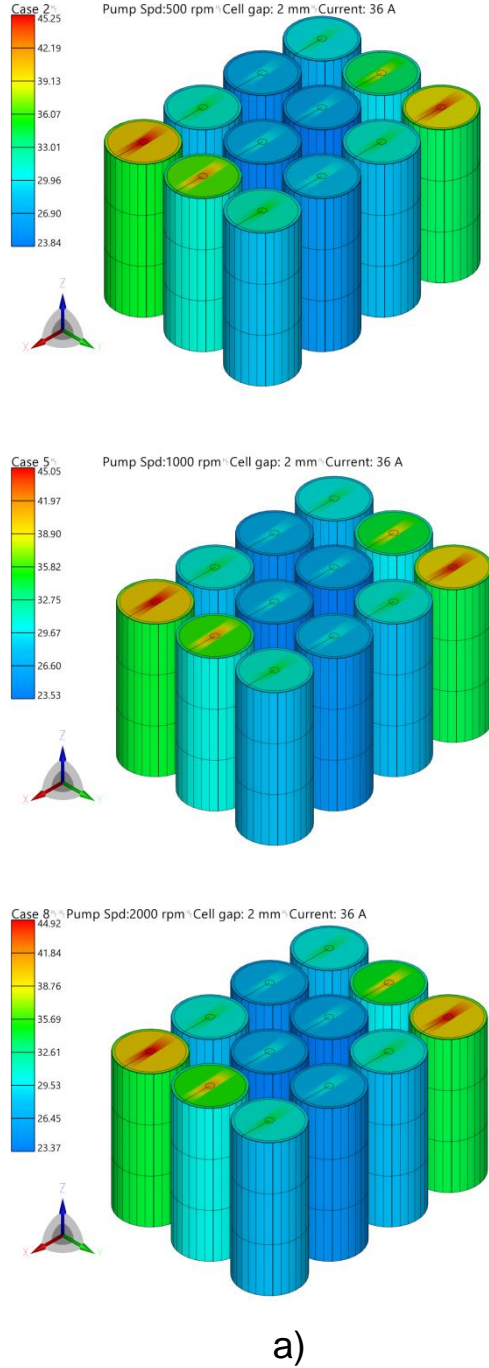
b)



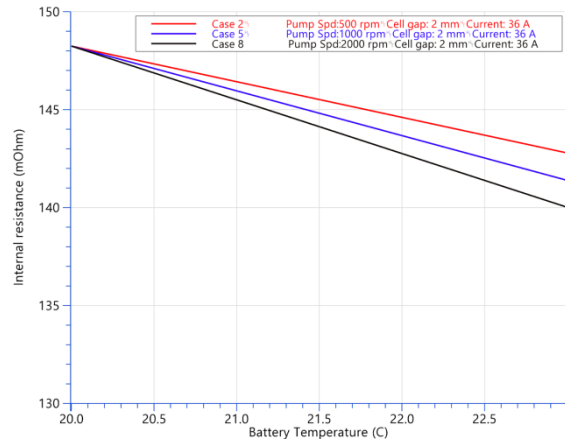
c)

**Şekil 3.1.** Farklı pompa devirlerinde 18 A akım ve 2 mm hücreler arası boşluk durumdaki a) batarya sıcaklık konturları, b) zaman bağlı batarya alt yüzey sıcaklığındaki değişim, c) sıcaklığa bağlı iç direnç değişimi

Şekil 3.2(a) incelendiğinde 36 A akım durumunda sıcaklıkların pompa devriyle ilişkisi kontur olarak gösterilmiştir. Bu durumda da suyun giriş yaptığı bölge civarlarında, batarya sıcaklıklarının kenardaki batarya sıcaklıklarına kıyasla nispeten düşük olduğu görülmektedir.



b)



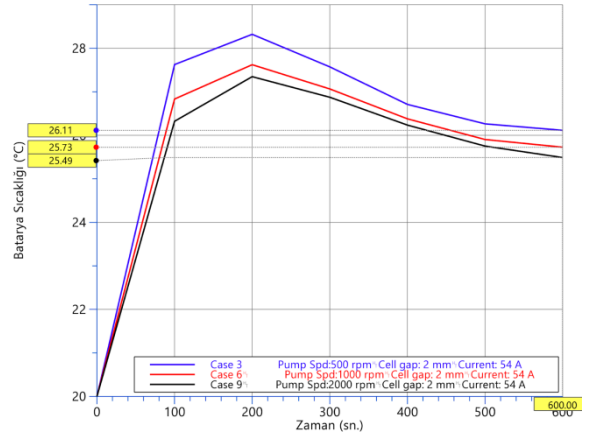
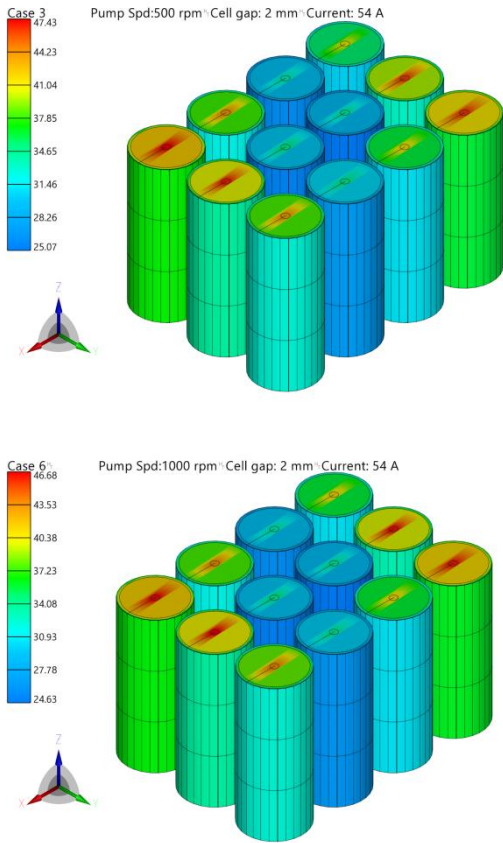
c)

Şekil 3.2. Farklı pompa devirlerinde 36 A akım ve 2 mm hücreler arası boşluk durumundaki a) batarya sıcaklık konturları, b) zaman bağlı batarya alt yüzey sıcaklığındaki değişim, c) sıcaklığa bağlı iç direnç değişimi

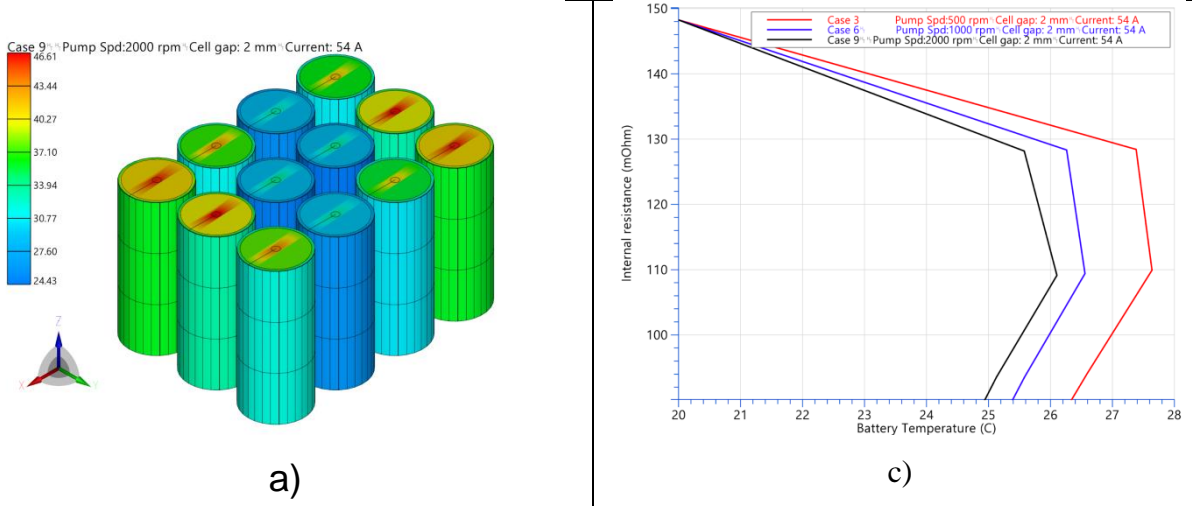
Şekil 3.2(b) incelendiğinde ilk 200 saniyelik periyotta zaman ilerledikçe sıcaklıkların arttığı, 300 saniyenin ardından ise artan sıcaklıkların tekrar soğuma eğilimine geçtiği görülmektedir.

500 rpm pompa devrinde 2000 rpm durumuna kıyasla sıcaklığın  $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  daha yüksek olduğu görülmüştür. Şekil 3.2(c)'de batarya sıcaklığı ile iç direnç arasındaki değişim gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere batarya sıcaklıkları arttıkça iç dirençlerin azaldığı ve 140-148 mOhm aralığında olduğu görülmüştür.

Şekil 3.3(a) incelendiğinde 54 A akım durumunda sıcaklıkların diğer akım durumlarına kıyasla arttığı görülmüştür. Bu kapsamda 18 A durumunda batarya sıcaklıkları en yüksek  $29.55\text{ }^{\circ}\text{C}$  seviyelerinde (500 rpm) iken 54 A durumunda batarya sıcaklıkları en yüksek  $47.43\text{ }^{\circ}\text{C}$  seviyelerine gelmiştir. Şekil 3.3(b) incelendiğinde ilk 200 saniyelik periyotta zaman ilerledikçe sıcaklıkların arttığı, 300 saniyenin ardından ise artan sıcaklıkların tekrar soğuma eğilimine geçtiği görülmektedir. Bu kapsamda 18 A durumunda batarya sıcaklığı en yüksek  $22.77\text{ }^{\circ}\text{C}$  seviyelerinde (500 rpm) iken 54 A durumunda batarya sıcaklığı en yüksek  $26.11\text{ }^{\circ}\text{C}$  seviyelerine gelmiştir.



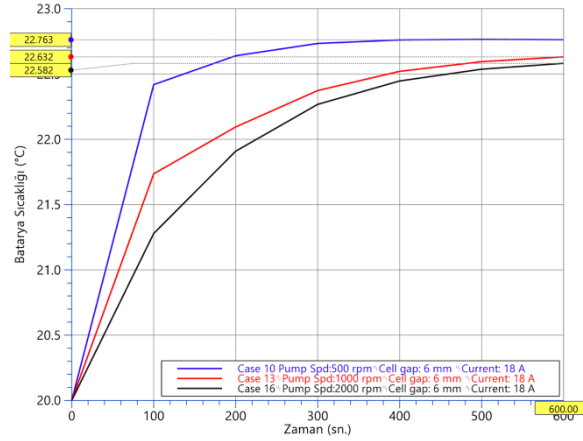
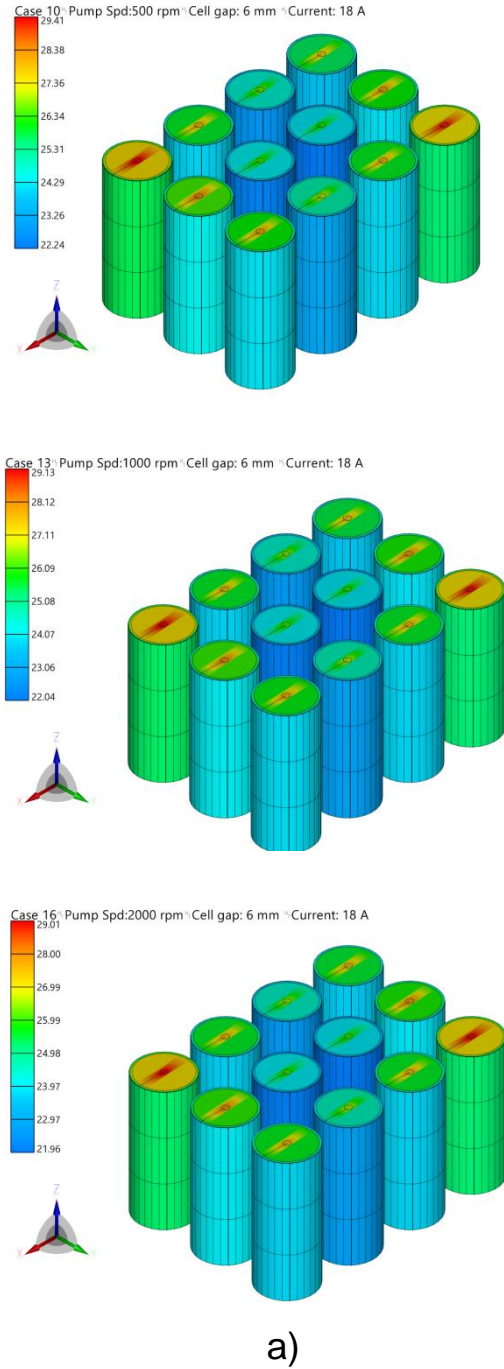
b)



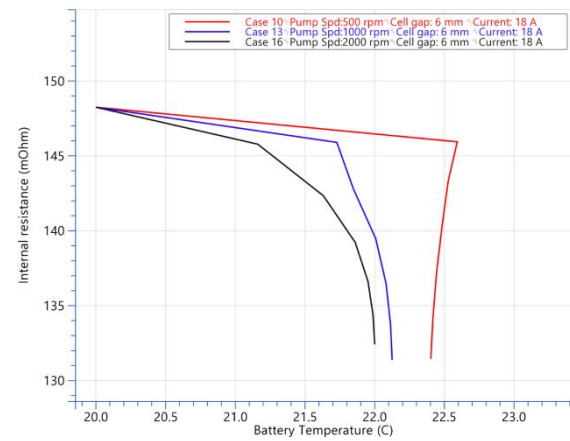
**Şekil 3.3.** Farklı pompa devirlerinde 54 A akım ve 2 mm hücreler arası boşluk durumundaki **a)** batarya sıcaklık konturları, **b)** zaman bağlı batarya alt yüzey sıcaklığındaki değişim, **c)** sıcaklığa bağlı iç direnç değişimi

Şekil 3.4, 3.5 ve 3.6 incelendiğinde pompa devri ve akım miktarlarının artması hücreler arası boşluk durumunun 2 mm olması durumundakine benzer özellikler göstermiştir. 6 mm hücreler arası boşluk olması durumunda yaklaşık olarak tüm durumlarda maksimum sıcaklıkların 1 °C daha düşük batarya sıcaklıklarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Batarya alt yüzey sıcaklıklarına bakıldığında ise hücreler arası boşluk miktarının artmasının sonuçlar üzerinde ihmal edilebilir seviyelerde olduğu görülmüştür.





b)

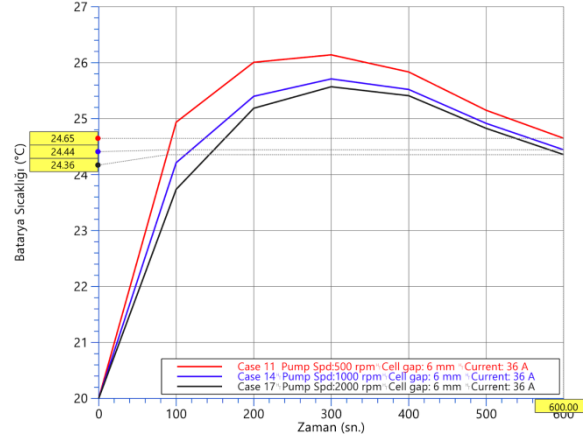
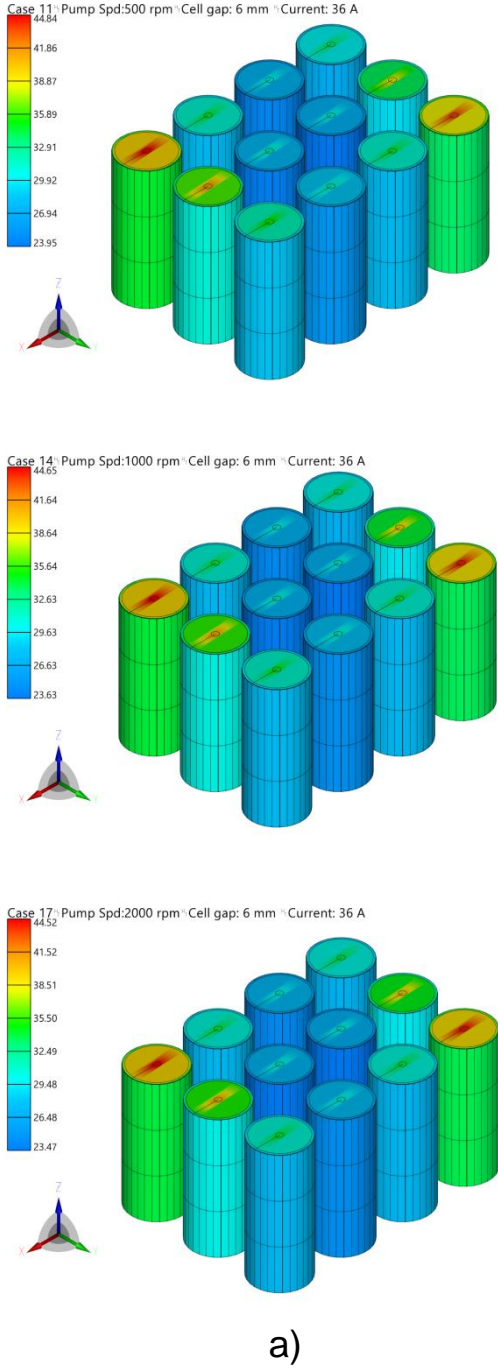


c)

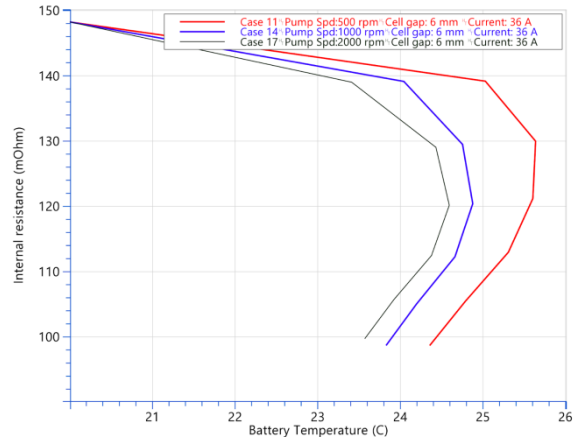
**Şekil 3.4.** Farklı pompa devirlerinde 18 A akım ve 6 mm hücreler arası boşluk durumdaki **a)** batarya sıcaklık konturları, **b)** zaman bağlı batarya alt yüzey sıcaklığındaki değişim, **c)** sıcaklığa bağlı iç direnç değişimi

Şekil 3.5(a) incelendiğinde maksimum sıcaklıkların 45 °C seviyelerinde olduğu görülmüştür. Şekil 3.5(b)'de ilk 300 saniyelik periyotta sıcaklıkların arttığı, ardından sıcaklıklarda bir düşüş meydana gelmiştir. Şekil 3.5(c)'de batarya sıcaklığı ile iç direnç arasındaki değişim gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere batarya sıcaklıkları arttıkça iç dirençlerin azaldığı, belirli bir noktadan sonra ise sıcaklık azaldıkça iç direncin de azaldığı görülmüştür.





b)

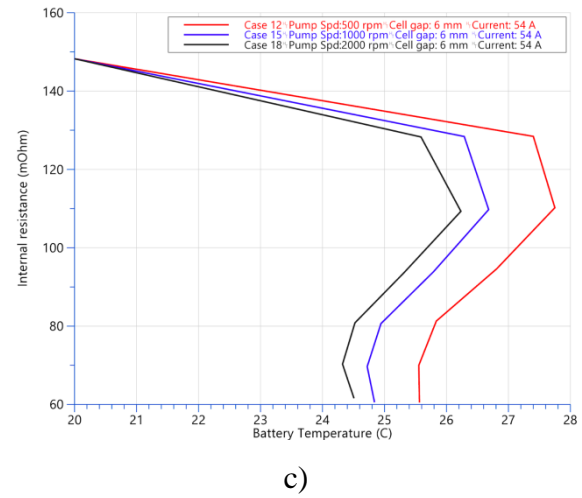
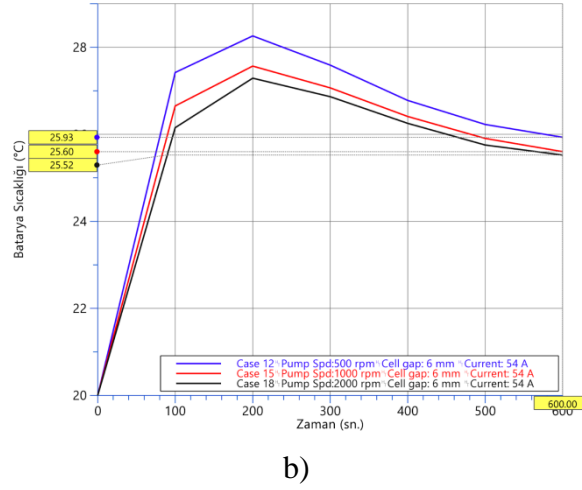
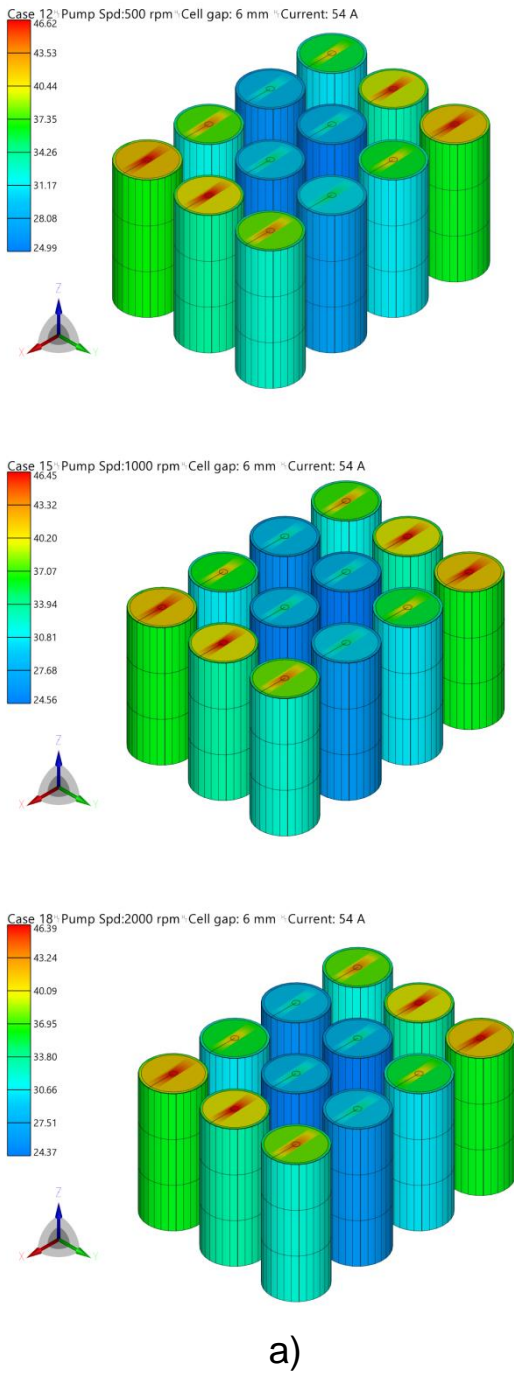


c)

**Şekil 3.5.** Farklı pompa devirlerinde 36 A akım ve 6 mm hücreler arası boşluk durumundaki **a)** batarya sıcaklık konturları, **b)** zaman bağlı batarya alt yüzey sıcaklığındaki değişim, **c)** sıcaklığa bağlı iç direnç değişimi

Şekil 3.6(a) incelendiğinde maksimum sıcaklıkların 47 °C seviyelerinde olduğu görülmüştür. Şekil 3.6(b)'de ilk 200 saniyelik periyotta sıcaklıkların arttığı ve en yüksek değerlere ulaştığı, ardından sıcaklıklarda bir düşüş meydana geldiği görülmüştür. Şekil 3.5(c)'de batarya sıcaklığı ile iç direnç arasındaki değişim gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere batarya

sıcaklıkları arttıkça iç dirençlerin azaldığı, belirli bir noktadan sonra ise sıcaklık azaldıkça iç direncin de azaldığı görülmüştür.



**Şekil 3.6.** Farklı pompa devirlerinde 54 A akım ve 6 mm hücreler arası boşluk durumdaki **a)** batarya sıcaklık konturları, **b)** zaman bağlı batarya alt yüzey sıcaklığındaki değişim, **c)** sıcaklığa bağlı iç direnç değişimi

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında 12 adet bataryadan oluşan (3s4p) modülde sıvı soğutmalı bir sistem modellenerek simülasyonlar yapılmıştır. Batarya paketinin termal performansını analiz etmek

için AVL Cruise™ M programı ile zamana bağlı olarak ve uygun modeller oluşturulmuştur. Bu modelde soğutma akışkanı için kullanılan pompanın devri (500 dev/dak., 1000 dev/dak. ve 2000 dev/dak), batarya paketi deşarj oranları (1.0 C, 2.0 C ve 3.0 C) ve hücreler arası genişlik (2 mm, 6 mm) parametreleri olmak üzere geniş bir değişken etki analizi yapılarak soğutma sistemin performansı incelenmiştir.

- 18 A akım durumunda zamanla birlikte sıcaklıkların sürekli arttığı görülmüştür. Diğer durumlarda ise 200-300 saniyelik artışın ardından tekrar sıcaklıklarda bir düşüş meydana geldiği görülmüştür.
- 54 A akım durumunda sıcaklıkların diğer akım durumlarına kıyasla arttığı görülmüştür. Bu kapsamda 2 mm hücreler arası boşluk durumunda, 18 A durumunda batarya sıcaklıkları en yüksek 29.55 °C seviyelerinde (500 rpm) iken 54 A durumunda batarya sıcaklıkları en yüksek 47.43 °C seviyelerine gelmiştir.
- Hücreler arası boşluklar kıyaslandığında, pompa devri ve akım miktarlarının artması yaklaşık olarak tüm durumlarda maksimum sıcaklıkların 1 °C daha düşük batarya sıcaklıklarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Batarya alt yüzey sıcaklıklarına bakıldığında ise hücreler arası boşluk miktarının artmasının sonuçlar üzerinde ihmal edilebilir seviyelerde olduğu görülmüştür.
- Genel olarak batarya sıcaklıkları arttıkça iç dirençler azalmış ancak bu ilişkiler oldukça karmaşıktır ve spesifik batarya türlerine, kimyasal bileşimlere ve tasarımlara bağlı olarak değişebilir. Ancak pompa devrinin artmasıyla birlikte sıcaklıkların da düşmesiyle birlikte iç dirençlerde azalma görülmüştür. Bu kapsamda değerlendirme yapmak önemlidir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, proje no 123M582) tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- AVL. 2023. Battery system analysis, AVL Cruise M, AVL Product description.
- Chen, S. C., Wan, C. C., Wang, Y. Y. 2005. "Thermal analysis of lithium-ion batteries". *Journal of Power Sources*, 140(1), 111–124.
- Deng, J., Bae, C., Denlinger, A., Miller, T. 2020. "Electric Vehicles Batteries: Requirements and Challenges". *Joule*, 4(3), 511–515.
- Deng, T., Zhang, G., Ran, Y., Liu, P. 2019. "Thermal performance of lithium ion battery pack by using cold plate". *Applied Thermal Engineering*, 160, 114088.
- Garud, K. S., Tai, L. D., Hwang, S.-G., Nguyen, N.-H., Lee, M.-Y. 2023. "A Review of Advanced Cooling Strategies for Battery Thermal Management Systems in Electric Vehicles". *Symmetry*.
- Guo, G., Long, B., Cheng, B., Zhou, S., Xu, P., Cao, B. 2010. "Three-dimensional thermal finite element modeling of lithium-ion battery in thermal abuse application". *Journal of Power Sources*, 195(8), 2393–2398.

- Hatchard, T. D., MacNeil, D. D., Basu, A., Dahn, J. R. 2001. "Thermal Model of Cylindrical and Prismatic Lithium-Ion Cells". *Journal of The Electrochemical Society*, 148(7), A755.
- Karimi, D., Behi, H., Van Mierlo, J., Bercibar, M. 2023. "Equivalent Circuit Model for High-Power Lithium-Ion Batteries under High Current Rates, Wide Temperature Range, and Various State of Charges". *Batteries*.
- Li, X., Wang, Z., Zhang, L. 2019. "Co-estimation of capacity and state-of-charge for lithium-ion batteries in electric vehicles". *Energy*, 174, 33–44.
- Pesaran, A. A. 2002. "Battery thermal models for hybrid vehicle simulations". *Journal of Power Sources*, 110(2), 377–382.
- Rao, Z., Qian, Z., Kuang, Y., Li, Y. 2017. "Thermal performance of liquid cooling based thermal management system for cylindrical lithium-ion battery module with variable contact surface". *Applied Thermal Engineering*, 123, 1514–1522.
- Sahoo, P. 2021. "A Review on Thermal Management in Electric Vehicle Battery System by Liquid Cooling". İçinde *Thermal Management Systems Conference 2021*. SAE International.
- Saw, L. H., Tay, A. A. O., Zhang, L. W. 2015. "Thermal management of lithium-ion battery pack with liquid cooling". İçinde *2015 31st Thermal Measurement, Modeling & Management Symposium (SEMI-THERM)* (ss. 298–302).
- Shahzad, M. W., Burhan, M., Ang, L., Ng, K. C. 2017. "Energy-water-environment nexus underpinning future desalination sustainability". *Desalination*, 413, 52–64.
- Tong, W., Somasundaram, K., Birgersson, E., Mujumdar, A. S., Yap, C. 2015. "Numerical investigation of water cooling for a lithium-ion bipolar battery pack". *International Journal of Thermal Sciences*, 94, 259–269.
- Ye, Y., Saw, L. H., Shi, Y., Tay, A. A. O. 2015. "Numerical analyses on optimizing a heat pipe thermal management system for lithium-ion batteries during fast charging". *Applied Thermal Engineering*, 86, 281–291.

## CARLESON EĞRİLERİ ÜZERİNDE TANIMLANAN MORREY UZAYLARINDAKİ GENELLEŞTİRİLMİŞ POTANSİYEL OPERATÖRLERİNİN SINIRLILIĞI HAKKINDA BAZI YENİ TAHMİNLER

Merve Esra TÜRKAY

Department of Mathematics, Faculty of Science, Sivas Cumhuriyet University, 58140, Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-4429-2685

### ÖZET

$L_{p,\lambda}(\mathbb{R}^n)$  Morrey uzayı 1938'de C.B. Morrey tarafından keşfedildi ve eliptik kısmi diferansiyel denklemlerin çözümlerinin yerel davranışının incelenmesinde yaygın olarak kullanıldı. Morrey uzaylarının varyasyon teorisinin analizindeki problemler için çok geniş uygulamaları vardır. Ayrıca Navier-Stokes ve Schrödinger denklemlerinin süreksiz katsayılı eliptik problemlerin potansiyel teorisinde birçok uygulaması vardır. Geçtiğimiz yıllarda birçok araştırmacı tarafından Morrey uzayı üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Bu makaledeki amacımız Carleson eğrileri üzerinde tanımlanan Morrey uzaylarında genelleştirilmiş Riezs potansiyel operatörünün sınırlarını incelemek olduğundan Carleson eğrileri hakkında kısa bir bilgi verelim.

$\Gamma$  lokal düzeltilebilir bir Jordan eğrisi olmak üzere her  $t \in \Gamma$  ve  $r > 0$  için

$$v\Gamma(t, r) = |\Gamma(t, r)| \leq c_0 r$$

oluyorsa bu durumda  $\Gamma$  eğrisine bir Carleson eğrisi (regüler eğri) denir, burada  $\Gamma(t, r)$

$$\Gamma(t, r) := \Gamma \cap B(t, r), t \in \Gamma, r > 0,$$

şeklinde tanımlanır.

$1 \leq p < \infty$ ,  $0 \leq \lambda \leq 1$  olmak üzere  $\Gamma$  Carleson eğrisi üzerinde sonlu normlarla lokal integrallenebilir fonksiyonlarının sınıfını  $L_{p,\lambda}(\Gamma)$  Morrey uzayı olarak göstereceğiz;

$$\|f\|_{L_{p,\lambda}(\Gamma)} = \sup_{r>0, t \in \Gamma} r^{-\frac{\lambda}{p}} \|f\|_{L_p(\Gamma(t,r))}.$$

Birçok matematikçi, Carleson eğrileri üzerinde tanımlanan Morrey uzayında harmonik analizin klasik operatörlerinin sınırlılığını incelemiş ve bazıları bu operatörlerin sınırlılığının gerekli ve yeterli koşullarını elde etmiştir.

Potansiyel operatöre bazı ek koşullar eklenerek,  $I^p$  genelleştirilmiş Potansiyel Operatörü elde edilmiştir ve elde edilen yeni operatörle eski çalışmalarında destekleyen daha genel sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı, Carleson eğrileri üzerinde tanımlanan  $L_{p,\lambda}(\Gamma)$  Morrey uzaylarında  $I^\rho$  genelleştirilmiş potansiyel operatörünün Spanne tipi sınırlılığını Guliyev yöntemini kullanarak elde etmektir.

**Anahtar Kelimeler:** Carleson eğrisi, Morrey uzayı, potansiyel operatör, Spanne tipi eşitsizlikler.

**SOME NEW PREDICTIONS ABOUT THE BOUNDEDNESS OF THE  
GENERALIZED POTENTIAL OPERATORS IN MORREY SPACES DEFINED ON  
CARLESON CURVES**

**ABSTRACT**

$L_{p,\lambda}(\mathbb{R}^n)$  Morrey space discovered by C.B. Morrey in 1938, and it widely used in the study of the local behavior of the solutions of elliptic partial differential equations. Morrey spaces have very broad applications for problems in the analysis of variation theory. In addition, the Navier-Stokes and Schrödinger equations have many applications in the potential theory of elliptic problems with discontinuous coefficients. Various studies have been carried out on Morrey space by many researchers in the past years.

Since our aim in this article is to examine the bounded of the generalized Riezs potential operator in Morrey spaces defined on Carleson curves, let's give a piece of brief information about Carleson curves.

For all  $t \in \Gamma$  ve  $r > 0$ , let  $\Gamma$  be a rectifiable Jordan curve. When  $\Gamma$  satisfies the following condition

$$v\Gamma(t, r) = |\Gamma(t, r)| \leq C_r \epsilon$$

it is defined as Carleson curves.

$L_{p,\lambda}(\Gamma)$  Morrey spaces defined on Carleson curves are as follows;

$$\|f\|_{L_{p,\lambda}(\Gamma)} = \sup_{r>0, t \in \Gamma} r^{-\frac{\lambda}{p}} \|f\|_{L_p(\Gamma(t,r))}$$

where  $1 \leq p < \infty$ ,  $0 \leq \lambda \leq 1$ ,  $f \in L_p^{loc}(\Gamma)$ ,  $\Gamma(t, r) = \Gamma \cap B(x,r)$ ,  $t \in \Gamma$  and as it is known,  $B(x,r)$  represents the ball with x center and radius r in  $\mathbb{R}^n$ .

Many mathematicians have examined the boundedness of classical operators of harmonic analysis in Morrey space defined on Carleson curves, and some of them obtained the necessary and sufficient conditions of the boundedness of these operators.

By adding some additional conditions to the potential operator,  $I^\rho$  generalized Potential Operator was obtained, and with the new operator, more general results were obtained that support previous studies.

The main aim of this study is to obtain the Spanne type boundedness of  $I^\rho$  generalized potential operator in  $L_{p,\lambda}(\Gamma)$  Morrey spaces defined on Carleson curves by using the Guliyev method.

**Keywords:** Carleson curve, Morrey space, potential operator, Spanne-type inequalities.

### 1. Introduction

$L_{p,\lambda}(\mathbb{R}^n)$  Morrey spaces were used the study of the local behavior of the solutions of elliptic partial differential equations. Found by C.B. Morrey in 1938. Morrey spaces are widely used for problems in the analysis of variation theory. In addition, the Navier-Stokes and Schrödinger equations have many applications in the potential theory of elliptic problems with discontinuous coefficients. Various studies have been carried out on this subject by many researchers in the past years. (see [8], [11-13]).

**Definition 1**  $L_{p,\lambda}(\Gamma)$  Morrey spaces defined on Carleson curves are as follows;

$$\|f\|_{L_{p,\lambda}(\Gamma)} = \sup_{r>0, t \in \Gamma} r^{-\frac{\lambda}{p}} \|f\|_{L_p(\Gamma(t,r))} < \infty$$

where,  $1 < p < \infty$ ,  $0 \leq \lambda \leq 1$ ,  $f \in L_p^{loc}(\Gamma)$ ,  $\Gamma(t,r) = \Gamma \cap B(x,r)$ ,  $t \in \Gamma$ .

if  $p=1$

$$\begin{aligned} \|f\|_{WL_{p,\lambda}(\Gamma)} &= \sup_{r>0, t \in \Gamma} r^{-\frac{\lambda}{p}} \|f\|_{WL_p(\Gamma(t,r))} \\ &= \sup_{r>0, t \in \Gamma} r^{-\frac{\lambda}{p}} (\nu\{t \in \Gamma: |f(t)| > r\}) \\ &< \infty \end{aligned}$$

$$\|f\|_{WL_{p,\lambda}(\Gamma)} = \sup_{r>0, t \in \Gamma} r^{-\frac{\lambda}{p}} \|f\|_{WL_p(\Gamma(t,r))} < \infty$$

In recent years, interest in Carleson curves such as Lebesgue spaces, Morrey spaces, Generalized Morrey spaces, and Local Generalized Morrey spaces has been increasing. You can reach some studies on these from the references below( [1-7], [9], [10]).



Our aim in this section is proved by Guliyev’s method by adding new conditions on the Spanne type bounded of  $I_\rho$  generalized fractional integral operators in Morrey spaces  $\rho$  functions. This was given in Morrey spaces defined on Carleson curves by the Guliyev method.

The generalized fractional integral operator  $I_\rho$  is defined as follows

**Definition 2** Function  $\rho: (0, \infty) \rightarrow (0, \infty)$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \rho(m) = 0, \lim_{m \rightarrow \infty} \rho(m) = \infty$$

being a positive measurable function satisfying the conditions

$$I_\rho f(t) = \int_\Gamma \frac{\rho(|t-\tau|)}{|t-\tau|} f(\tau) d\nu(\tau).$$

## 2. Spanne-Guliyev Type Bounded

In this section, the Spanne type bounded of  $I_\rho$  generalized fractional integral operators in  $L_{p,\lambda}(\Gamma)$  Morrey spaces will be proved by the Guliyev method.

This  $(\mathbb{R}^n)$  was given by Guliyev. We adapted it on defined Carleson curves.

### Theorem 1

$$\rho(k) \lesssim k^{\frac{1}{p} - \frac{1}{q}} \tag{3.1}$$

and

$$\sup_{k \in \Gamma(t, 2m) \cup c(\Gamma(t, m))} \frac{\rho(k)}{k} \lesssim \int_m^\infty \frac{\rho(k)}{k} \frac{d\nu(k)}{k} \tag{3.2}$$

for the  $\rho$  function  $1 < p < q < \infty$  conditions are hold.

Let  $p > 1$  with  $m > 0$ , for every  $f \in L_p^{loc}(\Gamma)$

$$\|I_\rho f\|_{L_q(\Gamma(t, k))} \leq \|f\|_{L_p(\Gamma(t, 2k))} + k^{\frac{1}{q}} \int_{2k}^\infty m^{-2} \rho(m) \|f\|_{L_p(\Gamma(t, m))} d\nu(m).$$

**Proof.** Let  $1 < p < \infty$ . If we take the function  $f$  as  $f = f_1 + f_2$ ,  $f_1(\tau) = f(\tau) \chi_{\Gamma(t, 2m)}(\tau)$ ,  $f_2(\tau) = f(\tau) \chi_{c(\Gamma(t, 2m))}(\tau)$ ,  $k > 0$ , we can write

$$\|I_\rho f(t)\| \leq \|I_\rho f_1(t)\| + \|I_\rho f_2(t)\|$$

from the norm inequality for

$$I_\rho f(t) = I_\rho f_1(t) + I_\rho f_2(t).$$

$1 < p < \infty, 0 < \alpha < \frac{1}{p}, \alpha = \frac{1}{p} - \frac{1}{q}$  from 3 for  $I_\rho f_1$

$$\begin{aligned} \|I_\rho f_1\|_{L_q(\Gamma(t,k))} &\leq \|I_\rho f_1\|_{L_q(\Gamma)} \\ &\approx \|f_1\|_{L_p(\Gamma)} \\ &= \|f\|_{L_p(\Gamma(t,k))} \end{aligned} \tag{3.4}$$

obtained. On the other hand

$$\begin{aligned} z \in \Gamma(t, k) &\Rightarrow |t - z| < k \\ \tau \in^c (\Gamma(t, k)) &\Rightarrow |t - \tau| > 2k \end{aligned}$$

happens and from here, we get the followings;

$$\frac{1}{2}|t - \tau| \leq |\tau - z| \leq \frac{3}{2}|t - \tau|$$

and

$$\frac{1}{2}k \leq m \leq \frac{3}{2}k.$$

Also for  $I_\rho f_2$

$$\begin{aligned} \|I_\rho f_2\|_{L_q(\Gamma(t,k))} &= \left\| \int_{C(\Gamma(t,2k))} \frac{\rho(|\tau-z|)}{|\tau-z|} f(\tau) d\nu(\tau) \right\|_{L_q(\Gamma(t,k))} \\ &= \left( \int_{(\Gamma(t,k))} \left| \int_{C(\Gamma(t,2k))} \frac{\rho(|\tau-z|)}{|\tau-z|} f(\tau) d\nu(\tau) \right|^q d\nu(z) \right)^{\frac{1}{q}} \\ &\leq \left( \int_{(\Gamma(t,k))} \left( \int_{C(\Gamma(t,2k))} \frac{\rho(|\tau-z|)}{|\tau-z|} f(\tau) d\nu(\tau) \right)^q d\nu(z) \right)^{\frac{1}{q}} \\ &\approx \left( \int_{(\Gamma(t,k))} \left( \int_{C(\Gamma(t,2k))} \frac{\rho(|\tau-z|)}{|\tau-z|} f(\tau) d\nu(\tau) \right)^q d\nu(z) \right)^{\frac{1}{q}} \end{aligned}$$

is found. By applying the generalized Minkowski inequality

$$\begin{aligned}
 & \left( \int_{\Gamma(t,k)} \left( \int_{c(\Gamma(t,2k))} \frac{\rho(|t-\tau|)}{|t-\tau|} f(\tau) dv(\tau) \right)^q dv(z) \right)^{\frac{1}{q}} \\
 & \leq \int_{c(\Gamma(t,2k))} \left( \left| \int_{\Gamma(t,k)} \frac{\rho(|t-\tau|)}{|t-\tau|} f(\tau) \right|^q dv(z) \right)^{\frac{1}{q}} dv(\tau) \\
 & = \int_{c(\Gamma(t,2k))} \frac{\rho(|t-\tau|)}{|t-\tau|} |f(\tau)| \left( \int_{\Gamma(t,k)} 1 dv(z) \right)^{\frac{1}{q}} dv(\tau) \\
 & = |\Gamma(t,k)|^{\frac{1}{q}} \int_{c(\Gamma(t,2k))} \frac{\rho(|t-\tau|)}{|t-\tau|} |f(\tau)| dv(\tau) \\
 & = k^{\frac{1}{q}} \int_{c(\Gamma(t,2k))} \frac{\rho(|t-\tau|)}{|t-\tau|} |f(\tau)| dv(\tau) \\
 & \lesssim k^{\frac{1}{q}} \int_{c(\Gamma(t,2k))} \left( \int_{|t-\tau|}^{\infty} \frac{\rho(m)}{m} \frac{dv(m)}{m} \right) dv(\tau)
 \end{aligned}$$

writable and from the Hölder inequality where  $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ ;

$$\begin{aligned}
 & k^{\frac{1}{q}} \int_{c(\Gamma(t,2k))} \left( \int_{|t-\tau|}^{\infty} \frac{\rho(m)}{m} \frac{dv(m)}{m} \right) dv(\tau) \\
 & = k^{\frac{1}{q}} \int_{2k}^{\infty} \frac{\rho(m)}{m^2} dv(m) \int_{c(\Gamma(t,k)) \setminus \Gamma(t,k)} |f(\tau)| dv(\tau) \\
 & \lesssim k^{\frac{1}{q}} \int_{2k}^{\infty} \frac{\rho(m)}{m^2} \|f\|_{L_1(\Gamma(t,k))} dv(m) \\
 & \lesssim k^{\frac{1}{q}} \int_{2k}^{\infty} \frac{\rho(m)}{m^2} \|f\|_{L_1(\Gamma(t,k))} dv(m) \\
 & \lesssim k \|1\|_{L_q(\Gamma(t,m))} dv(m) \tag{3.5} \\
 & = k^{\frac{1}{q}} \int_{2k}^{\infty} \frac{\rho(m)}{m^2} \|f\|_{L_p(\Gamma(t,k))} m^{\frac{1}{q}} dv(m) \\
 & = k^{\frac{1}{q}} \int_{2k}^{\infty} \frac{\rho(m)}{m^{2-\frac{1}{q}}} \|f\|_{L_p(\Gamma(t,k))} dv(m), \\
 & = k^{\frac{1}{q}} \int_{2k}^{\infty} k^{-\frac{1}{p}-1} \rho(m) \|f\|_{L_p(\Gamma(t,m))} dv(m)
 \end{aligned}$$

obtained.

Now, using Guliyev’s method in the following theorem also expresses the Spanne type bounded of generalized fractional integral operators  $I_\rho$  in  $L_{p,\lambda}(\Gamma)$  Morrey spaces defined on the Carleson curves.

**Theorem 2** Let  $1 < p < q < \infty$ ,  $\lambda \geq 0$ ,  $\mu = \frac{\lambda q}{p}$ . For the  $\rho$  function  $f \in L_p^{loc}(\Gamma)$

$$\rho(k) \lesssim k^{\frac{1-\lambda}{p} - \frac{1-\mu}{q}} \tag{3.7}$$

and

$$\sup_{k \in \Gamma(t, 2m) \cup c(\Gamma(t, m))} \frac{\rho(k)}{k} \lesssim \int_m^\infty \frac{\rho(k)}{k} \frac{dv(k)}{k} \tag{3.8}$$

condition are hold. In this case, every for  $m > 0$

$$\|I_\rho f\|_{L_{q,\mu}(\Gamma(t,k))} \lesssim \|f\|_{L_{p,\lambda}(\Gamma(t,k))} \tag{3.9}$$

inequality is acheived. In this case  $I_\rho$  operator bounded  $L_{p,\lambda}$  from  $L_{q,\mu}$ .

**Proof.** Let  $1 < p < \infty$ . In this case, from Theorem 1 with conditions (3.7)

$$\begin{aligned} \|I_\rho f\|_{L_{q,\mu}(\Gamma(t,k))} &= \sup_{\substack{t \in \Gamma \\ k > 0}} k^{-\frac{\mu}{q}} \|I_\rho f(t)\|_{L_q(\Gamma(t,k))} \\ &\lesssim \sup_{\substack{t \in \Gamma \\ k > 0}} k^{-\frac{\mu}{q}} \left( \|f\|_{L_p(\Gamma(t,2k))} + k^{\frac{1}{q}} \int_{2k}^\infty m^{-\frac{1}{p}-1} \rho(m) \|f\|_{L_p(\Gamma(t,m))} dv(m) \right) \\ &\lesssim \sup_{\substack{t \in \Gamma \\ k > 0}} k^{-\frac{\mu}{q}} \\ &\quad \times \left( \frac{k^{\frac{1}{p}}}{\rho(k)} \int_{2k}^\infty m^{-\frac{1}{p}-1} \rho(m) \|f\|_{L_p(\Gamma(t,m))} dv(m) + k^{\frac{1}{q}} \int_{2k}^\infty m^{-\frac{1}{p}-1} \rho(m) \|f\|_{L_p(\Gamma(t,m))} dv(m) \right) \\ &\lesssim \sup_{\substack{t \in \Gamma \\ k > 0}} k^{\frac{1-\mu}{q}} \int_{2k}^\infty m^{-\frac{1}{p}-1} \rho(m) \|f\|_{L_p(\Gamma(t,m))} dv(m) \end{aligned}$$

Thus, we get the following inequality;

$$\begin{aligned} \|I_\rho f\|_{L_{q,\mu}(\Gamma(t,k))} &\lesssim \sup_{\substack{t \in \Gamma \\ k > 0}} k^{\frac{1-\mu}{q}} \|f\|_{L_{p,\lambda}(\Gamma(t,k))} \int_{2k}^\infty m^{-\frac{1}{p}-1} \rho(m) dv(m) \\ &\lesssim \sup_{\substack{t \in \Gamma \\ k > 0}} k^{\frac{1-\mu}{q}} \|f\|_{L_{p,\lambda}(\Gamma(t,k))} k^{-\frac{1-\mu}{q}} \rho(k) \\ &= \|f\|_{L_{p,\lambda}(\Gamma(t,k))} \end{aligned}$$

is obtained. Thus, we have completed the proof of the theorem.

Note that If  $\rho(m) = m^\alpha$  selected for  $0 < \alpha < 1$ ,  $1 < p < \frac{1}{\alpha}$  in [6], Spanne’s theorem is obtained as a result.

## References

- [1] H. Armutcu, A. Eroglu and F. Isayev, Characterizations for the fractional maximal operators on Carleson curves in local generalized Morrey spaces. *Tbilisi Mathematical Journal*, 13(1) (2020), 23-38.
- [2] A. Böttcher and Yu.I. Karlovich, *Carleson Curves, Muckenhoupt Weights, and Toeplitz Operators*, Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser Verlag, 1997, 397 pages.
- [3] A. Böttcher and Yu.I. Karlovich, Toeplitz operators with PC symbols on general Carleson Jordan Curves with arbitrary Muckenhoupt Weights, *Trans. Amer. Math. Soc.* 351 (1999), 3143-3196.
- [4] A.Yu. Karlovich, Maximal operators on variable Lebesgue spaces with weights related to oscillations of Carleson curves, *Math. Nachr.* 283 (1) (2010), 85-93.
- [5] V. Kokilashvili and S. Samko, Boundedness of maximal operators and potential operators on Carleson curves in Lebesgue spaces with variable exponent, *Acta Math. Sin. (English Ser.)* 24 (11) (2008), 1775-1800.
- [6] V. Guliyev, H. Armutcu and T. Azeroglu, Characterizations for the potential operators on Carleson curves in local generalized Morrey spaces, *Open Mathematics*, 18(1) (2020), 1317-1331.
- [7] Yıldırım M.E. 2014. The Boundedness of Maximal Operator, Fractional Maximal Operator, Potential Operator and Cauchy Singüler Integral Operators on Morrey Spaces Defined On Carleson Curves in the Complex Plane, Master Thesis, Ankara University Graduate School of Natural And Applied Sciences Department of Mathematics
- [8] Chiarenza, F. and Frasca, M. 1987. Morrey spaces and Hardy–Littlewood maximal function, *Rend. Math.*, 7, 273-279.
- [9] J. I Mamedkhanov, I. B. Dadashova, *Some properties of the potential operators in Morrey spaces defined on Carleson curves. Complex Variables and Elliptic Equations*, 55 (8-10) (2010), 937-945.
- [10] I. B. Dadashova, C. Aykol, Z. Cakir, A. Serbetci, *Potential operators in modified Morrey spaces defined on Carleson curves. Transactions of A. Razmadze Mathematical Institute*, 172 (1) (2018), 15-29.
- [11] Morrey, C.B. 1938. On the solutions of quasi-linear elliptic partial differential equations, *Trans. Amer. Math. Soc.* 43 126-166.
- [12] N. Samko, *Weighted Hardy and singular operators in Morrey Spaces*, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 350 (1) 2009, 56-72.
- [13] Eridani, Gunawan, H., Nakai, E., and Sawano, Y. 2014. Characterizations for the generalized fractional integral operators on Morrey space, *Math. Inequal. Appl.*, 17, no. 2, 761- 777

## KESTİRİMCİ BAKIM UYGULAMALARININ MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE BAKIM YÖNETİM SİSTEMİNE UYGULANMASI

**Furkan SARISOY**

Mechanical Engineering Department (MSc), Institute of Graduate Studies, Yalova University, Yalova

**ORCID ID:** 0009-0004-4788-9430

**Dr. Mahmut BİNGÖL**

Yalova University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Yalova

**ORCID ID:** 0000-0002-1869-4878

### ÖZET

Üretim sistemlerinin verimliliği açısından bakım yaklaşımları son derece kritik bir rol oynar. Üretim hacmi ve kalitesi kadar, ekipmanların etkinliği sürdürülebilir üretim için hayati bir performans göstergesidir. Geleneksel bakım yaklaşımları belirli sınırlamalarla karşı karşıya kalmış olsa da günümüz endüstriyel teknolojileri, özellikle Endüstri 4.0'ın etkisi altında, makinelerden belirli standartlarla gerçek zamanlı veriler toplamamıza izin verir ve bu verileri kullanarak makine öğrenimi (Machine Learning) ile bakım sürelerini optimize etmemize imkân tanır. Bu sayede, kestirimci bakım anlayışıyla üretim sürecindeki muhtemel arızalar önceden tahmin edilir ve bu tür sorunlar yaşanmadan önce önlenir. Planlı bakım programlarının, makine öğrenmesi araçlarıyla tahminlemeye dayalı ihtiyaca göre tekrar planlanabiliyor olması bakım etkinliğini ve dolayısıyla üretim verimliliğini artıracaktır. Bu çalışmada, bir otomotiv fabrikasındaki ekipmanların etkinlik oranı incelenerek pareto analizi ile ilgili ekipman grupları ve hedef arızalar seçilmiştir. Çeşitli veri kaynakları toplanarak kategorize edilmiş, algoritma verisi olarak kullanılabilir hale getirilmiştir. Algoritmaların oluşturulması ve sebep sonuç ilişkisinin kurulmasında, tahminlemenin bakım yönetim sistemine iletmesinde yapay zeka ve makine öğrenmesi araçlarından faydalanılmıştır. Recurrent Neural Network (RNN) makine öğrenme yöntemleri kullanılarak kestirimci bakım tahminleri %81,7 başarı oranıyla gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Makine Öğrenimi, Kestirimci Bakım

### APPLICATION OF PREDICTIVE MAINTENANCE PRACTICES TO MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM WITH MACHINE LEARNING METHODS

### ABSTRACT

Maintenance approaches play a critical role in the efficiency of production systems. As well as production volume and quality, equipment efficiency is a vital performance indicator for sustainable production. While traditional maintenance approaches have faced certain

limitations, today's industrial technologies, especially under the influence of Industry 4.0, allow us to collect real-time data from machines with certain standards and use this data to optimize maintenance times with machine learning. In this way, with predictive maintenance, potential failures in the production process can be anticipated and prevented before they happen. The fact that planned maintenance programs can be re-planned according to the needs based on prediction with machine learning tools will increase maintenance effectiveness and thus production efficiency. In this study, the efficiency ratio of equipment in an automotive factory was analyzed and relevant equipment groups and target failures were selected by pareto analysis. Various data sources were collected and categorized and made available as algorithm data. Artificial intelligence and machine learning tools were utilized to create algorithms, establish cause and effect relationships, and communicate the prediction to the maintenance management system. Using Recurrent Neural Network (RNN) machine learning methods, predictive maintenance estimates were realized with a success rate of 81.7%.

**Keywords:** Industry 4.0, Machine Learning, Predictive Maintenance

## 1. GİRİŞ

Geçmişte yaşanan endüstriyel devrimler, iş süreçlerinin verimliliğini artırmıştır. "Endüstri Devrimi", insanın kapasitesini artıran gelişmeleri içerir ve büyük işgücü gerektiren görevleri daha verimli hale getirir (Martins ve diğerleri, 2020).

Yeni teknolojilere uyum sağlama ve kullanma gerekliliği, endüstriyi yeni bir çağa doğru evrilmiştir. Veri miktarı, yeni cihazlar, bağlantı teknolojileri, kişiselleştirme ve kontrollü üretim, "Endüstri 4.0" olarak adlandırılan bir süreci başlatmıştır. Almanya'da bu değişimi karşılamak için "dördüncü sanayi devrimi" terimi kullanılmıştır (Zonta ve diğerleri, 2020).

Endüstri 4.0 döneminde yapay zekâ, imalat endüstrisini kökten değiştirmektedir. Nesnelerin İnterneti (IoT) ve makine öğrenimi tekniklerinin gelişmesi, üretim sistemlerinin, insanların, makinelerin ve sensörlerin gerçek zamanlı iletişim ve iş birliği yapabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede fiziksel süreçler izlenebilmekte ve akıllı kararlar alınabilmektedir. Yapay zekâ, üreticilere ekipman arızalarını azaltma, üretim hatalarını tespit etme, minimum duruş süresi sağlama ve tedarik zincirini iyileştirme fırsatı sunuyor (Angelopoulos ve diğerleri, 2020). Bu teknolojilerin en son uygulanmalarından biri, tahmine dayalı bakım sistemleridir. Kestirimci bakım, endüstriyel IoT teknolojilerini makine öğrenimiyle birleştirerek üretim ekipmanlarının ne zaman bakıma ihtiyaç duyacağını tahmin etmeye yardımcı olur. Bu da sorunların çözülmesini ve uyarlanabilir kararların zamanında alınmasını sağlar (Carvalho ve diğerleri, 2019).



Makine öğrenmesi uygulamalarıyla ilgili çalışmalarını paylaşan M. Akgül ve arkadaşları, makine öğrenmesi tabanlı kestirimci bakım sistemleri için bir uygulama paylaşmıştır. Uygulamada, bir elektrik motorunun sağlık durumunu tahmin etmek için destek vektör makineleri (SVM) yöntemi kullanılmıştır. SVM, veri noktalarını sınıflandırmak veya regresyon analizi yapmak için kullanılan bir makine öğrenimi modelidir. Motorun çalışma koşullarından elde edilen veriler, SVM yöntemi kullanılarak motorun arızaya yakınlık derecesi tahmin edilmiştir.

Benzer bir çalışmada Öztürk ve arkadaşları, makine öğrenmesi uygulamalarını sadece arıza tahminlemede değil, arıza sonrası bakım operasyonunun karar mekanizması için de kullanmayı amaçlamıştır.

Günümüzde endüstriyel alanda, farklı marka ve modellere sahip tüm makinelerin, makine-makine, makine-insan sistemleri ile sürekli iletişim kurabilmesi gerekmektedir. Bu gereksinim, her marka ve model için özel çözümler geliştirmenin maliyetli ve sadece ilgili marka ve modele özgü olduğu anlamına gelmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, makine sağlığını kestirimci bakım benzeri bir model ve makine öğrenme metodolojisi kullanarak tespit etmektir. Bu sayede makine arızalarını önceden tahmin ederek bakım süreleri ve sıklığı optimize edilebilecektir.

## 2. KALAN FAYDALI ÖMÜR VE EKİPMAN ETKİNLİĞİ

Kestirimci bakım, bir makinenin veya ekipmanın belirli bir süre içindeki sağlık durumunu tahmin etme sürecini ifade eder. Bu tahminler, sensörler aracılığıyla alınan verilerin analizi yoluyla yapılır. Kestirimci bakım, "Kalan Faydalı Ömür"ü (Remaining Useful Life - RUL-KFÖ) tahmin etmeyi amaçlar. Bu sayede makinenin sağlık durumu belirlenebilir ve potansiyel arızalar önceden tahmin edilebilir. Sonuç olarak, bakım planlaması yapılabilir ve gereksiz bakımlar önlenir, bu da makine verimliliğine önemli katkılar sağlar.

KFÖ tahmini, makinelerin gelecekteki performansını öngörmek ve arızadan önce kalan süreyi tahmin etmek için kullanılan bir süreçtir (Lei ve diğerleri, 2016).

KFÖ tahmininde genellikle üç model kullanılır:

- Hayatta Kalma Modeli: Arızanın meydana geldiği andaki veriler bilindiğinde,
- Bozulma Modeli: Arızanın ne zaman meydana geldiğini belirleyen bir eşik değeri bilindiğinde,
- Benzer Modeli: Makinenin sağlıklı olduğu bilinen bir zaman noktasından itibaren arıza anına kadar olan tüm veriler bilindiğinde uygulanır (Özkat, 2021).

Fabrikalarda ekipman etkinlik oranı, üretim tesislerinde kullanılan ekipmanların ne kadar süreyle ve ne kadar verimli bir şekilde çalıştığını ölçen bir performans göstergesidir. Bu

gösterge, bir fabrikanın üretim verimliliğini ve ekipman kullanımını değerlendirmek için önemlidir. Ekipman etkinlik oranı, aşağıdaki faktörlere dayalı olarak hesaplanabilir:

**Çalışma Süresi (Working Time):** Ekipmanın belirli bir süre boyunca ne kadar süreyle çalıştığı önemlidir. Çalışma süresi, bir ekipmanın beklenen çalışma saatleri veya günleri ile karşılaştırılabilir.

**Verimlilik (Productivity):** Ekipmanın ne kadar üretim yaptığı veya işlem tamamladığı göz önüne alınır. Üretilen ürün miktarı veya hizmet sağlama kapasitesi, ekipmanın verimliliğini değerlendirmek için kullanışlı bir ölçüdür.

**Arıza Süresi (Downtime):** Ekipman arızaları ve onarımları nedeniyle kaybedilen süreler, ekipmanın etkinlik oranını olumsuz etkiler. Arıza süresinin minimize edilmesi, ekipmanın daha uzun süre çalışmasını sağlar.

**Bakım Süreleri (Maintenance Time):** Planlı bakım süreleri, ekipmanın uzun vadeli sağlamlığını ve performansını artırabilir, ancak bu sürelerin etkin bir şekilde yönetilmesi gereklidir.

Ekipman etkinlik oranı, işletmelerin üretkenliği artırmak ve maliyetleri düşürmek için önemlidir. İyi bir ekipman etkinlik oranı, üretim süreçlerinin daha düşük maliyetle daha fazla ürün üretmesine olanak tanır. Bu nedenle fabrikalarda ekipman etkinlik oranının sürekli olarak izlenmesi ve iyileştirilmesi, işletmelerin rekabetçiliğini artırmalarına yardımcı olabilir.

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, klasik bakım onarım metotlarının daha efektif yapılabilmesi, zaman bazlı yapılan bakım süreçlerinin plansız duruş ve arızalarda yeterli etkinliği göstermemesi sebebiyle, durum bazlı anlık değerlendirme ile bakım ihtiyacının otonom belirlenerek programın güncellenmesi amacıyla yapılmıştır.

Yapay zekâ ile algoritmaların oluşturulması, makine öğrenmesi ile veri etkinliğinin artırılarak bakım programı oluşturulması süreci için bir dizi adım takip edilmiştir.

Çalışma yapılan alan 10.000 adetten fazla senkronize çalışan ekipmanın takip edildiği bir alan olması sebebiyle ekipmanlar envanter üzerinden ve daha önce sistemden toplanan veriler istatistiksel olarak incelenerek kategorize edilmiştir. MES (Manufacturing Execution System), üretim anında anlık çıkan arızaların Lojik kontrol sağlayan devre elemanı (PLC) üzerinden veri olarak arızaları ve arızalı ekipmanları görüntüleyebileceğimiz bir sistem arayüzüdür. Çalışmada ilgili ekipmanlar, arıza kaynaklı plansız duruş anında, kontrol elemanı olan Siemens S 7 400 serisi PLC üzerinde uyarı verir. PLC üzerinde oluşan arıza uyarısı MES sistemine aktarılarak veri tabanı oluşmaya başlar. Bu veriler odak arıza ve ekipmanların

belirlenmesi için kullanılmaktadır. Ayrıca çalışmanın etkinliği, MES üzerinde görüntülenebilir olmalıdır.

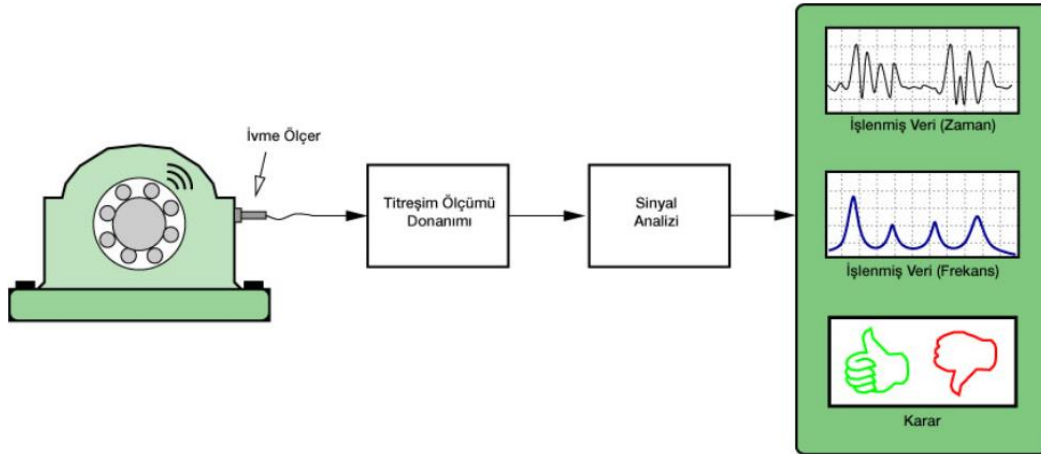
Arızların öngörülebilir olması için 3 veri tipi toplanmasına karar verilmiştir.

- Titreşim
- Sıcaklık
- Akım

Pano-sürücü sıcaklığı ve akım bilgisi motor kontrolünü sağlayan sürücü üzerinden sağlanmaktadır. Sürücü, kullanılan asenkron motorun çalışma şartlarını ve programını belirleyen, kontrol eden ve denetleyen ekipmandır. Bu çalışmada Siemens marka motorlar için Siemens G120 CU 240E-2PN-F model sürücü, SEW marka motorlar için MDX61B Profisafe model sürücü kullanılmıştır.

Titreşim bilgisi döner ekipmanların yataklamaları üzerinde uygun görülen noktalara titreşim sensörü yerleştirilerek toplanmıştır. Titreşim sensörü seçimi çalışma ortam koşulları ve optimum titreşim beklentisi göz önünde bulundurularak Banner QM42VT model seçilmiştir.

Şekil 1: Vibrasyon verisi oluşturma diyagramı



PLC (Programmable Logic Controller), endüstriyel otomasyon sistemlerinde kullanılan özel bir bilgisayar türüdür ve genellikle fabrika süreçlerini, makineleri veya sistemleri kontrol etmek ve otomatikleştirmek için programlanabilir. Asenkron motorlara bağlı sürücülerden elde edilen motor akım ve sıcaklık bilgisi ile , titreşim sensörüyle elde edilen titreşim verisi PLC üzerinde toplanır. PLC'de toplanan veriler, makine öğrenmesi adımımda girdi olarak kullanılmak üzere veritabanına gönderilmek için hazır hale getirilir.

Toplanan zaman, ürün (araç model, proses), vibrasyon, akım ve sıcaklık verileri girdi olarak değerlendirilirken, MES üzerinde oluşan arıza ve duruş süreleri çıktı olarak kabul edilmiştir. Yapay zeka yardımıyla algoritma oluşturmak için, girdilerin değişkenliğinin çıktılar üzerindeki etkisi, ilk verilerin üzerinde geri besleme verisi sağlamış ve sürekli öğrenen, gelişen bir ekosistem oluşturulmuştur.

Oluşan veritabanı SQL (Structured Query Language- Yapılandırılmış Sorgu Dili) üzerinde yapılandırılmıştır. SQL, veri tabanları ile işlem yapmak için kullanılan bir programlama dilidir. Verileri çıkarma, değiştirme ve depolama gibi çeşitli işlemleri gerçekleştirir. SQL, ilişkisel veri tabanları ile çalışmak için tasarlanmıştır. İlişkisel veri tabanları, farklı veri niteliklerini ve veri değerleri arasındaki çeşitli ilişkileri temsil eden satırlar ve sütunlar ile bilgileri tablo biçiminde depolar.

Oluşan verilerin birbiriyle ilişkilendirilmesi ve algoritma yaratılması için Phyton programlama aracı kullanılmıştır. Veri sınıflandırılması ve algoritma yaratılması için açık kaynak bir RNN Recurrent Neural Network (Yinelemeli Sinir Ağı), kütüphanesinden hazır algoritma şablonu alınarak verilere göre düzenleme yapılmıştır. RNN, zamansal diziler üzerinde çalışan yapay sinir ağıdır. Bu, RNN'lerin geçmiş girdileri hatırlamasına ve gelecekteki girdileri tahmin etmek için bu bilgileri kullanmasına olanak tanır. RNN'lerin temel çalışma prensibi, bir iç durum belleğidir. İç durum belleği, RNN'nin önceki girdileri hatırlamasına ve bu bilgileri gelecekteki girdileri tahmin etmek için kullanmasına olanak tanır.

Analitik olarak yorumlanabilme kapasitesi en yüksek olan veri vibrasyon olarak seçilmiş ve ilk algoritma oluşturulmasında RNN- sinir ağları oluşturmak için Phyton üzerinde kod yazılmıştır.

Kod, aşağıdaki adımları gerçekleştirir:

1. Verileri yükleme
2. Verileri eğitim ve test setlerine ayırma
3. RNN modelini oluşturma
4. Modeli eğitme
5. Modeli değerlendirme
6. Tahminleme

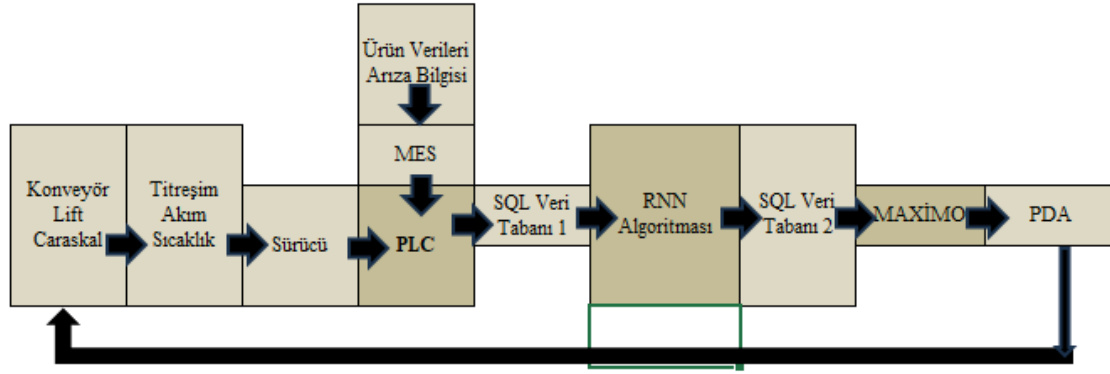
Veriler, "vibration\_data.csv" dosyasından yüklenir. Bu dosya, her bir vibrasyon ölçümünün zamanını ve değerini içeren bir sütun matrisidir. Veriler, eğitim ve test setlerine 80/20 oranında ayrılır. Eğitim seti, modelin eğitildiği verileri içerir. Test seti, modelin performansının değerlendirildiği verileri içerir.

RNN modeli, 128 nöronlu bir Embedding katmanı, 128 nöronlu bir LSTM(Long Short-Term Memory) katmanı ve 1 nöronlu bir çıktı katmanından oluşur. LSTM, derin öğrenme modellerinde özellikle zaman serisi verileri veya sıralı verilerle çalışırken kullanılan bir tür rekürrent sinir ağı (RNN) katmanıdır. Sıralı verilerdeki uzun vadeli bağımlılıkları daha iyi ele alabilen bir yapı sunar ve geleneksel RNN'lerdeki problemleri (gradient kaybı, kısa vadeli bellek sorunu gibi) çözmek amacıyla tasarlanmıştır. LSTM, geçmiş bilgileri unutma, mevcut bilgileri güncelleme ve gelecekteki bilgileri hatırlama yeteneğine sahiptir. Bu özellikleri sayesinde, LSTM, uzun vadeli bağımlılıkları öğrenebilir ve saklayabilir.

Embedding katmanı, doğal dil işleme ve metin madenciliği gibi uygulamalarda kullanılan bir sinir ağı katmanıdır. Bu katman, kelimeleri sayısal vektörlerle temsil ederek, kelime dağarcığını anlamlı bir uzayda gömme (embed) işlemini gerçekleştirir ve bu sayede benzer anlamdaki kelimeler arasında uzaklıkları korur. Embedding katmanı, her bir vibrasyon ölçümünü bir vektöre dönüştürür. Çıktı katmanı, arıza olasılığını tahmin eder.

Model, Adam optimizatörü kullanılarak 100 epoch boyunca eğitilir. Eğitim kaybı ve doğruluğu değerlendirilir. Aynı modelleme ve algoritma, akım değeri ve sıcaklık değeri için yazılmıştır.

SQL verileri kategorize ederek çalışmanın komut adımına aktarılmasını sağlamaktadır. Çalışma yapılan fabrikada, bakım yönetimi ve iş planları Maximo isimli uygulama üzerinden yapılmaktadır. Maximo, daha çok zamana bağlı ve manuel giriş yaparak iş planı oluşturan bakım planlama aracıdır. Maximo üzerinde oluşturulan iş emirleri bakım planını bakım operatörleri için tanımlanan PDA isimli ekipmanlara gönderir. PDA bir bakım iletişim aracı olup, bakım operatörlerinin yanında bulunarak, hangi işin ilgili personele tanımlandığını, iş adımlarını ve süresinin görüntülenmesini sağlarken, iş tamamlandıktan sonra sisteme geri bildiri vererek iş kapatıldı veya iş açık bilgisini aktarır. Bu sayede bakım ihtiyaca göre anlık olarak planlanırken, plansız duruş yaşanması muhtemel arızaların önüne geçilmiş olunur.



Şekil 2: Veri ve Komut Akış Diyagramı

Doğrulama için arıza çıkmadan önce yapılan müdahaleler söz konusu olduğu için geçmiş zamanlardaki arıza sürelerinin çalışma sonrası değişimi karşılaştırılmıştır. Arıza sürelerindeki % 35 civarındaki düşüşle çalışmanın etkinliği doğrulanmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

İlk adım olarak pareto analizi yapılarak ekipmanlar ve arızaların ilişkisi ve çalışma kapsamının sınırları belirlenmiştir.

Pareto analizi, iş süreçlerinde veya problemlerde en önemli ve etkili olan faktörlerin belirlenmesini sağlayan bir yönetim ve kalite kontrol tekniğidir. Bu analiz, genellikle "80/20 kuralı" olarak bilinen prensibe dayanarak, problemlerin veya başarıların büyük bir kısmının belirli bir azınlık tarafından oluşturulduğunu ifade eder, böylece kaynakların en etkili şekilde yönetilmesine yardımcı olur.

**Tablo 1:** Ekipmanların Arıza Süreleri ve Oranları

	<b>Ekipman Grubu</b>	<b>Süre</b>	<b>Oran</b>
1	Robotik Sistemler	9360	25%
2	Fikstürler	5096	13%
3	Konveyörler	7280	19%
4	Lift ve asansörler	5980	16%
5	Caraskal ve Raylı Sistemler	6240	16%
6	Diğerleri	3900	10%
	<b>TOPLAM</b>	<b>37856</b>	<b>100%</b>
	<b>Ekipman Grubu</b>		
1	Robotik Sistemler	9360	25%
2	Fikstürler	5096	13%
3	Konveyörler	7280	19%
4	Lift ve asansörler	5980	16%
5	Caraskal ve Raylı Sistemler	6240	16%
6	Diğerleri	3900	10%
	<b>TOPLAM</b>	<b>37856</b>	<b>100%</b>
	<b>Ekipman Grubu</b>		
1	Robotik Sistemler	9360	25%
2	Fikstürler	5096	13%
3	Konveyörler	7280	19%
4	Lift ve asansörler	5980	16%
5	Caraskal ve Raylı Sistemler	6240	16%
6	Diğerleri	3900	10%
	<b>TOPLAM</b>	<b>37856</b>	<b>100%</b>

Arızalar kategorize edilerek listelendiğinde aşağıdaki tablo elde edilmiştir.



**Tablo 2:** Arıza Türlerinin süreleri ve oranları

	Arıza Türü	Süre	Oran
1	Haberleşme Arızası	8650	23%
2	Motor Arızası	6400	17%
3	Mekanik Ömür, Zorlanma	6000	16%
4	Sürücü Arızası	4150	11%
5	Pnömatik Arızalar	3980	11%
6	Diğerleri	3302	9%
7	Safety	3060	8%
8	Fikstür Arızaları	2314	6%
	TOPLAM	37856	100%

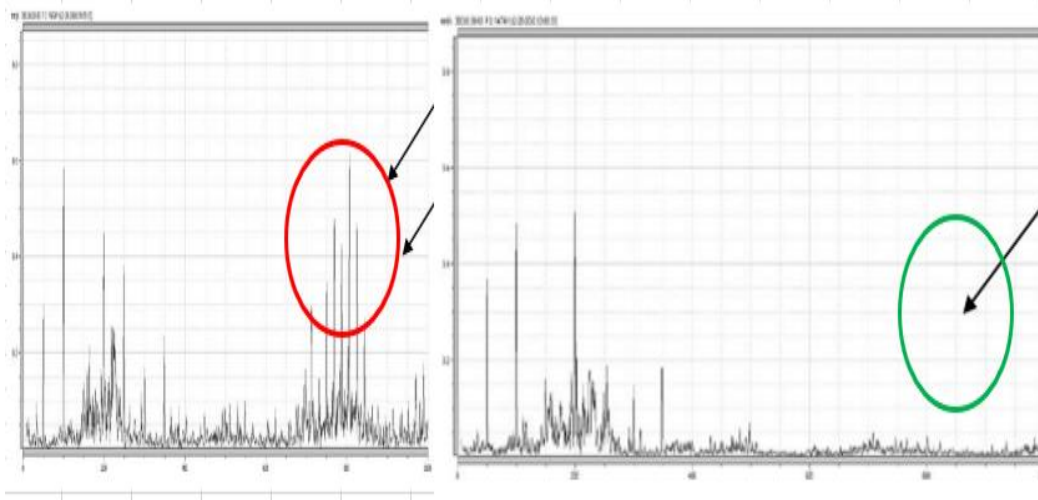
Ekipmanlar ve arızaların metoda uygulanabilirliği ve toplam üretim üzerindeki etkisi analiz edildiğinde kapsam aşağıdaki şekilde oluşmuştur. Arızaların %51 i üç ana transfer makine grubunda yaşanırken, tüm arıza türleri içerisinde titreşim, sıcaklık ve akım ile öngörülebilecek üç arızanın oranı %44 seviyesindedir.

**Tablo 3:** Çalışma Odağına Alınan Arıza ve Ekipmanlar

ÇALIŞMA ODAĞI			
51%	Konveyörler	Motor Arızası	44%
	Lift ve Asansörler	Mekanik Ömür ve Zorlanma	
	Caraskallar	Sürücü Arızası	

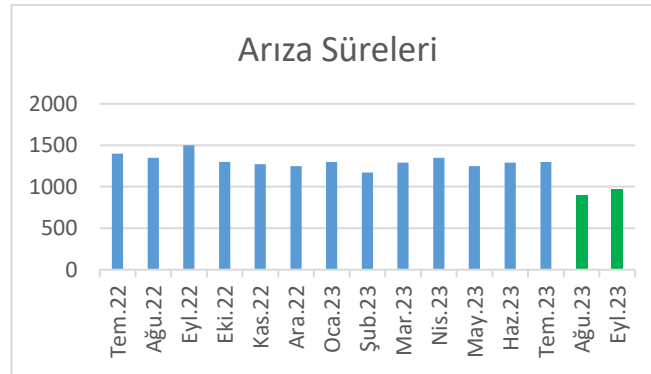
Vibrasyon, sıcaklık ve akım değerlerinin zamana bağlı değişkenliği ve bakım sonrası durumu Şekil 3' deki grafiklerde verilmiştir.

3KY.K-LFT501 Nolu makaslı liftin, vidalı mil yatağı üzerindeki vibrasyon sensörünü uyarı vermesiyle, haftasonu planlı bakım programına alınan lift, yağsızlık sebebiyle iç yatak rulman bilyalarında aşınma olduğu görülmüştür. Rulman değişimi ve diğer yatakların yağlanması ardından Şekil 3 te verilen iki paralel grafiğin sağ tarafında görüleceği gibi titreşim optimum değerine dönüş sağlamıştır.



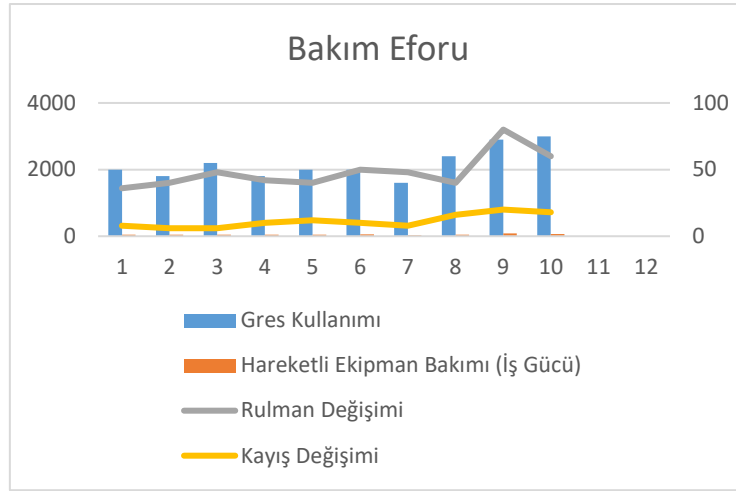
Şekil 3: Vibrasyon Analizi Yapılan Bir Ekipmanın Titreşim Grafiği

Makine öğrenmesi ile yapılan bakım programının arıza sürelerine etkisi şekil 4 te verilmiştir. Temmuz 2023 tarihine kadar veri toplanmış, programlara ve yazılım süreçleri tamamlanmıştır. Aylık raporlanan arıza süreleri çalışmanın uygulanması ile Ağustos ve Eylül aylarındaki etkisi ölçülerek sonuçlar gözlemlenmiştir.



Şekil 4: Arıza Sürelerinin Zamana Bağlı Değişimi

Aynı şekilde 12 aylık dönemde mekanik bakım ana iş kalemleri malzeme hareketleri izleme ve maximo sisteminden incelendiğinde çalışma sonrası belirgin artış tespit edilmiştir Şekil 5 te bakı için hacranan efor görülmektedir.



Şekil 5: Bakım Programının Devreye Alınması Sonrası Bakım Eforu

## 5. SONUÇ

Geleneksel rastgele, periyodik ve önceden planlanmış bakım yaklaşımları, üretim endüstrilerinde hala yaygın olarak kullanılan bakım yöntemleridir. Ancak, arıza gerçekleşikten sonra tespit sürecinin uzunluğu, yedek parça tedarikinde sorunlar, zincirleme arıza olasılığı gibi faktörler bakım maliyetlerini artırabilir. Ayrıca, periyodik bakım aralıkları uzun tutulduğunda, beklenmedik arızaların artma ihtimali bulunurken, kısa tutulduğunda ise gereksiz bakımların ve üretim verimliliğinin düşmesinin riski vardır. Ekipman etkinlik oranını artırmak için bakım programları düzenli uygulanmalıdır, ancak bakım ihtiyacı birçok parametreye bağlıdır ve bu nedenle ilgili alanda odaklanma gerektirir. Kestirimci bakım, makine verilerini sürekli takip ederek değişen koşullara rağmen makine bakımının en uygun zamanını belirler. Bu sayede arızalar önceden tahmin edilebilir ve gereksiz bakımların önüne geçilebilmektedir. Kestirimci bakım, çalışılacak alanın özelliklerine ve veri setlerine göre farklı yaklaşımlar gerektirebilir. Dolayısıyla her kestirimci bakım uygulaması için özel bir yaklaşım gerekebilir.

Bu çalışma kapsamında, bir otomotiv fabrikasında elektrik motorlu mekanik sistemlerin ve transfer ekipmanlarının etkinlik oranını artırmayı hedeflemiştir. Yapılan analizler, denetimli makine öğrenme modeli olan yapay sinir ağıyla daha başarılı sonuçlar elde edildiğini göstermiştir. Kestirimci bakım, motor ve mekanik sistemlerin ömürlerini, sıkışma zorlanma, yağ eksikliği gibi arızaları önceden belirlenen kriterlere göre tahmin etmede etkili bir yaklaşım olarak kabul edilebilir. Bu sayede arızalar önceden önlenerek üretim verimliliği artırılabilir.

Ayrıca bu çalışmada farklı ekipman gruplarında en sık karşılaşılan arızaların tahminlenmesine odaklanılmıştır. İlerleyen aşamalarda veri setleri zenginleştirilerek haberleşme ve otomasyon kaynaklı arızaların tahminlenmesi ve önlenmesi amaçlanmaktadır.

### KAYNAKÇA

- A. Öztürk, A. Çalık, M. E. Özmen "Makine Öğrenmesi ile Kestirimci Bakım", Mühendis ve Makine Dergisi, 2022, Cilt 61, Sayı 513, ss. 26-33.
- A. Arslan, İ. A. Çelik, İ. A. E. Özdemir, Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Kestirimci Bakım Uygulamalarına Etkisi", , Mühendis ve Makine Dergisi, 2021, Cilt 60, Sayı 507, ss. 21-28.
- A. Arslan, İ. A. Çelik, İ. A. E. Özdemir, Makine Öğrenmesi Tabanlı Kestirimci Bakım Sistemleri: Bir İnceleme", Makine ve Tesisler Dergisi, 2021, Cilt 62, Sayı 542, ss. 30-38.
- M. Akgül, N. K. Akın, E. K. Ergin, Makine Öğrenmesi ile Kestirimci Bakım Sistemlerinin Performans Değerlendirmesi", , Makine ve Tesisler Dergisi, 2020, Cilt 61, Sayı 531, ss. 20-28.
- M. Akgül, N. K. Akın, E. K. Ergin, Makine Öğrenmesi Tabanlı Kestirimci Bakım Sistemleri için Bir Uygulama", Mühendis ve Makine Dergisi, 2020, Cilt 59, Sayı 502, ss. 26-33.
- Angelopoulos, A., Michailidis, E. T., Nomikos, N., Trakadas, P., Hatziefremidis, A., Voliotis, S., & Zahariadis, T. (2020). Tackling faults in the industry 4.0 era—a survey of machinelearning solutions and key aspects. *Sensors*, 20(1), 109.
- Carvalho, T. P., Soares, F. A., Vita, R., Francisco, R. D. P., Basto, J. P., & Alcalá, S. G. (2019). A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106024
- Cavalieri, S., & Cutuli, G. (2010, September). Performance evaluation of OPC UA. In 2010 IEEE 15th conference on emerging technologies & factory automation (ETFA 2010)
- Martins, J. P. S., Rodrigues, F. M., & Henriques, N. (2020). Modeling system based on machine learning approaches for predictive maintenance applications. *KnE Engineering*, 2020, 857-871
- Zonta, T., da Costa, C. A., da Rosa Righi, R., de Lima, M. J., da Trindade, E. S., & Li, G. P. (2020). Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*
- Ceyhan H.& Kasapbasi M.,(2021), Üretim Sistemlerinde Makine Öğrenmesi ile Kestirimci Bakım Uygulaması ve Modellemesi
- Calayır G.& Kabak M.(2021) Bakım için makine öğrenme tekniklerinin analizi ve bir uygulama
- Cardoso D.& Ferreira L.(2021) Application of Predictive Maintenance Concepts Using Artificial Intelligence Tools
- Sarmiento J.& Monroj J& Moreno F.& Galindo C. & Bonelo J.& Jimenez J., A predictive model for the maintenance of industrial machinery in the context of industry 4.0
- Florien E.& Sgarbossa F.& Zennero I, Machine learning-based predictive maintenance: A cost-oriented model for implementation

## YAPISAL UYGULAMALARA YÖNELİK 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> KOMPOZİTLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

**Arife YURDAKUL**

Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgy and Materials Engineering, Evliya Çelebi Campus  
**ORCID ID:** 0000-0002-3126-7336

**Hilmi YURDAKUL**

Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Evliya Çelebi Campus  
**ORCID ID:** 0000-0002-5555-951X

### ÖZET

Zirkonya esaslı ileri teknoloji seramikleri sahip oldukları yüksek mekanik özellikleri sebebiyle genellikle biyoseramik ve dental uygulamalarda kullanılmaktadırlar. Oysaki, seramik çelik olarak adlandırılan zirkonya; uygun iç yapı tasarımı ve kompozit üretim yaklaşımı ile birçok yapısal uygulamanın da vazgeçilmez malzemesi olabilmektedir. Bu hedef ışığında, bilindiği kadarıyla literatürde ilk kez, 12 mol % seryum (IV) oksit ile kararlı kılınmış zirkonya polikristalin (12Ce-TZP) matris içerisine ağırlıkça %1, %2, %3, %4 ve %5 zirkonyum diborür (ZrB<sub>2</sub>) takviyesi ile 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> kompozitlerinin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu tip bir kompozitin elde edilmesinde, 12Ce-TZP matrisinin yüksek darbe direnci ve ZrB<sub>2</sub> takviyesinin ise yüksek sertliğinden faydalanarak hem tok hem de sert bir malzeme üretilmek istenmiştir. Buna göre, ticari olarak temin edilen 12Ce-TZP granül ve ZrB<sub>2</sub> tozları uygun reçete bileşimlerinde 24 saat bilyeli değirmen içerisinde kuru karıştırılmışlardır. Elde edilen karışımlar tek eksenli pres yardımıyla 70 MPa basınç altında ön şekillendirilme işlemine tabi tutulmuşlardır. Sonrasında ön şekillendirilen peletler soğuk izostatik pres (CIP) yardımıyla 250 MPa basınç altında preslenmişlerdir. Preslenmiş pelet bünyelerdeki bağlayıcılar 700°C’de ısıl işlem uygulanarak uzaklaştırılmıştır. Sonrasında numuneler sırasıyla 1550°C, 1600°C ve 1650°C sıcaklıklarda 1 ve 2 saat süreyle sinterlenmişlerdir. Sinterlenmiş 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> kompozitlerinin yığınsal yoğunlukları, Vickers sertliği (HV) ve indentasyon kırılma tokluğu (K<sub>1c</sub>) gibi fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, sinterlenmiş 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> kompozitlerinde faz değişimi, miktarı ve kristal boyutları X-ışınları difraktometre (XRD) analiziyle gerçekleştirilmiştir. Daha ötesinde, sinterleme sonrasındaki iç yapı değişiklikleri enerji saçınımlı X-ışınları spektrometresi (EDXS) ilaveli taramalı elektron mikroskobu (SEM) yardımıyla karakterize edilmiştir. Buna göre, tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde 1550°C’de 2 saat sinterlenen 12Ce-TZP/1 ağırlıkça % ZrB<sub>2</sub> kompozitinin en iyi numune olduğu değerlendirilmiştir. Bu çalışma Tübitak-Teydeb

1507-Kobi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı dahilindeki 7210559 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** 12Ce-TZP, ZrB<sub>2</sub>, Zirkonya, Kompozit, Yapısal Uygulamalar

## DEVELOPMENT OF 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> COMPOSITES FOR STRUCTURAL APPLICATIONS

### ABSTRACT

Zirconia-based advanced technology ceramics are generally used in bioceramic and dental applications due to their high mechanical properties. However, zirconia, which is called ceramic steel, can be an indispensable material for many structural applications with appropriate internal structure design and composite manufacturing approach. In the light of this goal, it is aimed to produce 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> composites with 1, 2, 3, 4, and 5 wt. % zirconium diboride (ZrB<sub>2</sub>) reinforcement into 12 mol. % cerium (IV) oxide stabilized zirconia polycrystalline (12Ce-TZP) matrix for the first time in the literature. Accordingly, commercially available 12Ce-TZP granules and ZrB<sub>2</sub> powders were dry mixed in a ball mill for 24 hours at appropriate recipe compositions. The obtained mixtures were subjected to pre-forming process under 70 MPa pressure with the help of uniaxial press. The pre-formed pellets were then pressed under 250 MPa pressure using a cold isostatic press (CIP). The binders in the pressed pellet bodies were removed by heat treatment at 700°C. The samples were then sintered at 1550°C, 1600°C and 1650°C for 1 and 2 hours respectively. The physical and mechanical properties of the sintered 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> composites such as bulk density, Vickers hardness (HV) and indentation fracture toughness (K<sub>IC</sub>) were determined. In addition, phase change, amount and crystal size of sintered 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> composites were analyzed by X-ray diffractometer (XRD) analysis. Further, the internal structure changes after sintering were characterized by scanning electron microscopy (SEM) with energy-dispersive X-ray spectrometry (EDXS). Accordingly, when all the results are evaluated together, 12Ce-TZP/1 wt. % ZrB<sub>2</sub> composite sintered at 1550°C for 2 hours is considered to be the best sample. This study was supported by the project numbered 7210559 within the scope of Tübitak-Teydeb 1507-SME R&D Projects Support Program.

**Keywords:** 12Ce-TZP, ZrB<sub>2</sub>, Zirconia, Composites, Structural Applications

### 1. GİRİŞ

“Seramik Çelik” olarak bilinen zirkonya (ZrO<sub>2</sub>) seramiklerinde dönüşüm toklaşması mekanizmasının keşfedilmesiyle birlikte, tetragonal zirkonyanın (t-ZrO<sub>2</sub>) mükemmel tokluk

özelliğine sahip olması, tok seramik kompozitlerin geliştirilmesi yönünde birçok çalışmayı da beraberinde getirmiştir. Bu amaç doğrultusunda, monolitik t-ZrO<sub>2</sub> malzemesinin mükemmel tokluğu korunurken, artan sertlik değerine sahip ZrO<sub>2</sub> esaslı kompozitlerin geliştirilmesi oldukça dikkat çekmektedir. Güçlü kovalent bağlanma karakterlerinden dolayı yüksek ergime noktası, yüksek sertlik, yüksek elastiklik modülü ile kimyasal kararlılığın yanı sıra, termal ve elektriksel iletkenliğinin oldukça iyi olması, geçiş metal borürlerini çekici bir malzeme grubuna dönüştürmüştür (Basu, Vleugels ve Biest, 2002). Bu bağlamda, bilindiği kadarıyla literatürde ilk kez, 12 mol % CeO<sub>2</sub> ile kararlaştırılmış tetragonal zirkonya polikristalin (12Ce-TZP) seramiklerinin yüksek tokluk değerleri ve zirkonyum diborür (ZrB<sub>2</sub>)'nin ise yüksek sertlik değerinden faydalanarak, mekanik özellikleri ayarlanabilen yeni bir kompozit malzemenin (12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub>) geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada, yapısal uygulamalara yönelik kompozitlerin üretimi amacıyla ticari olarak markette mevcut granül formunda preslemeye hazır (ready-to-press) şekilde 12 mol % CeO<sub>2</sub> ile kararlı kırılmış tetragonal zirkonya polikristalin (12Ce-TZP) tozu ve yüksek saflıkta ( $\geq 99,5$ ) partikül formunda zirkonyum diborür (ZrB<sub>2</sub>) takviyesi kullanılmıştır. Her iki tozun homojen bir şekilde karışmasını sağlamak amacıyla Tablo 2.1'de gösterilen reçete bileşimlerinin her biri plastik değirmen kaplara konularak 400 rpm dönme hızı ile 24 saat sürede zirkonya bilye ve öğütücü aksamdan oluşan gezegensel değirmen içerisinde karıştırılarak preslemeye hazır hale getirilmiştir. Sonrasında, preslenmeye hazır 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> toz karışımlarına 80-100 bar arasında değişen basınç aralıklarında tek eksenli pres ile pelet formunda ön şekillendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Ön şekillendirmesi tamamlanmış numuneler, bir lateks kalıp içerisinde vakumlanarak, her yerde eşit basıncın uygulandığı bir yağ hazne içerisinde 250 bar basınç ve 1 dk bekleme süresi ile soğuk izostatik pres (CIP) kullanılarak şekillendirilmişlerdir. CIP ile şekillendirilmiş numunelerdeki bağlayıcılar, bir atmosfer kontrollü kutu tipi fırın içerisinde argon (Ar) atmosferi altında 600°C-700°C sıcaklıkta yaklaşık 10 saat süren bir ön pişirme ile uzaklaştırılmışlardır. Böylece bağlayıcı uzaklaştırılmış 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> peletleri sinterlemeye hazır hale gelmişlerdir. Peletler Ar ortamındaki yüksek sıcaklık fırınında sırasıyla 1325°C, 1550°C, 1600°C ve 1650°C'de 1 ve 2 saat bekleme süresinde sinterlenerek yığınsal kompozit numuneleri başarıyla üretilmiştir.



**Tablo 2.1.** Çalışmada kullanılan hammaddelerin ağırlıkça % miktarları ve reçete bileşimleri

Reçete Adı	Ağırlıkça (wt.) % Ce-TZP	Ağırlıkça (wt.) % ZrB <sub>2</sub>	Toplam
R0	100	0	100
R1	98,995	1,005	100
R2	97,990	2,010	100
R3	96,986	3,014	100
R4	95,981	4,019	100
R5	94,976	5,024	100

Sinterlenmiş kompozit örnekleri, Vickers indentasyon sertlik ve tokluk ölçümleri, X-ışınları difraksiyon (XRD) analizi ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak mikroyapı inceleme işlemlerine hazırlamak amacıyla geleneksel seramografi yöntemleri (kesme, sıcak/soğuk kalıplama, aşındırma ve parlatma) kullanılarak numune hazırlama işlemleri yapılmıştır. Böylece, farklı süre ve sıcaklıklarda sinterlenmiş kompozitlerin yüzeyleri mekanik, kristallografik ve mikroyapısal analizler için hazır hale getirilmiştir.

Burada, kompozit bünyelerin Vickers sertlik değerleri ölçümü için Emco Test M1C 010 cihazı kullanılmıştır. Ölçüm yapılacak numuneler bakalit kalıba alınıp parlatıldıktan sonra yüzeyi pürüzsüz hale getirilerek 30 kg yük altında (HV 30) numunelerin sertlik değerleri ölçülmüştür. Sertlik ölçümü yapılırken uygulanan yükün numuneye dik olarak uygulanmasına ve numunede oluşturulacak izin kenarlara çok yakın olmamasına dikkat edilmiştir. Sertlik değerleri ölçümünde aşağıda sunulan denklem kullanılmıştır (Yurdakul ve Balci, 2021).

$$HV = 1,854 \times (F/d^2) \quad (1)$$

Burada;

*HV*: Vickers sertlik değeri (N/mm<sup>2</sup>)

*F*: Uygulanan test yükü (N)

*d*: İzin alanı (mm<sup>2</sup>)'ni ifade etmektedir.

Bununla birlikte, kompozit bünyelerin kırılma tokluğu değerlerinin belirlenmesinde “Vickers İndentasyonu” ile elde edilen izler kullanılmıştır. Elmas piramit ucu parlatılan numunelerin yüzeyine 30 kg yük ve 10 saniye süreyle uygulanmıştır. Numunenin yüzeyinde oluşan piramit şeklindeki izin köşelerinde meydana gelip ilerleyen çatlakların boyutu hesaplanmıştır. Numunenin tokluk değeri için malzemede oluşan mikro çatlakların boyları optik mikroskop/taramalı elektron mikroskobu yardımıyla ölçülerek, aşağıdaki denklemde verilen Niihara formülü kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır (Yurdakul ve Balci, 2021).

$$K_{IC} = 0.018 \times H \times a^{1/2} \times (E/H)^{0.4} \times ([a/c]-1)^{-1/2} \quad (2)$$

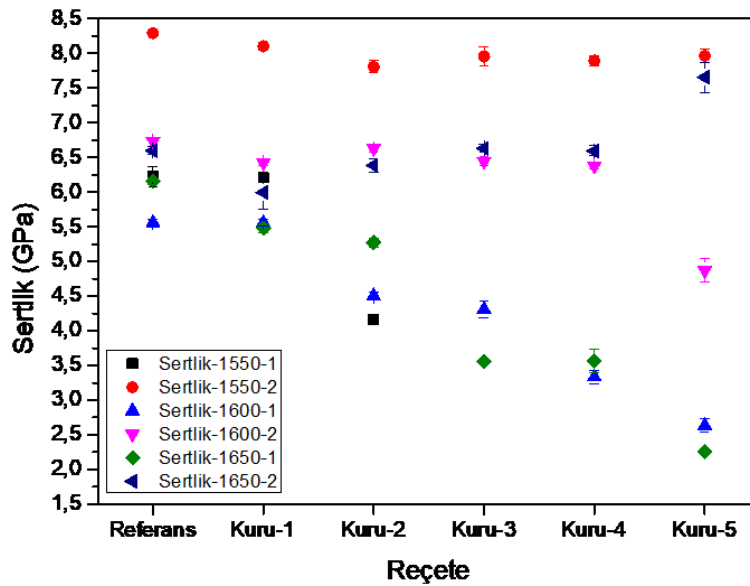
$K_{Ic}$ : Kırılma Tokluğu,  $H$ : Sertlik,  $E$ : Elastiklik Modülü,  $a$ : Yarım Köşegen Uzunluk ve  $c$ : a+çatlak uzunluğu şeklinde ifade edilir.

Sinterlenmiş ve yüzeyleri parlatılmış kompozit örneklerin mikroyapısında oluşan fazların tespiti ve hangi oranlarda dağıldığını belirlemek üzere XRD ve SEM incelemelerine tabi tutulmuşlardır. Bu amaç doğrultusunda, numuneler Rigaku MiniPlex600 marka X-ışını difraksiyonu (XRD) cihazı ile  $5^\circ \leq 2\theta \leq 80^\circ$  tarama aralığında  $2^\circ/\text{dakika}$  tarama hızı ve  $70^\circ \leq 2\theta \leq 80^\circ$  tarama aralığında  $0,5^\circ/\text{dakika}$  tarama hızı kullanılarak incelenmiş ve numunelerin içerdikleri fazlar belirlenmiştir. Analizlerde Cu- $K_\alpha$  radyasyon kaynağı 40 kV hızlandırma voltajı ve 10 mA akım değerinde kullanılmıştır.

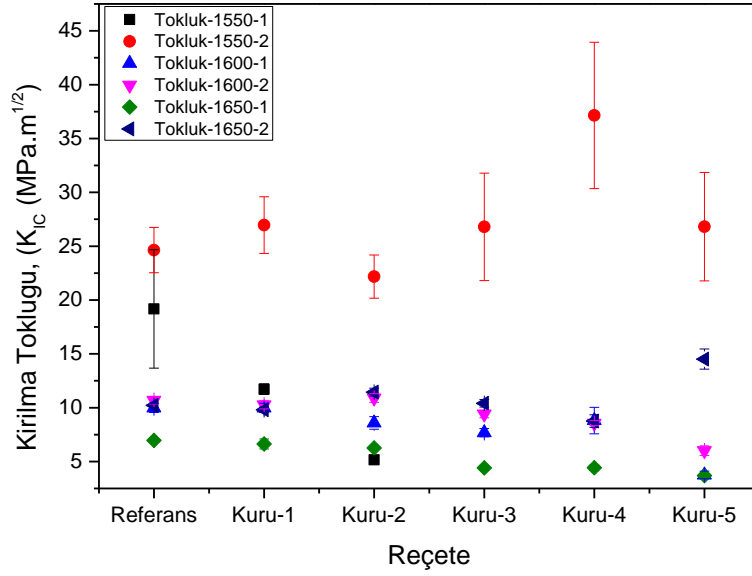
Bununla birlikte, mekanik testler sonucunda yapısal uygulamalara yönelik merkezleme pimi olarak kullanılma potansiyeli en yüksek olduğuna karar verilen sinterlenmiş kompozit örnekler FEI-NovaNanoSEM650 marka ve model EDAX Tridient sistemi ile mikroyapısal olarak karakterize edilmişlerdir.

## 2.2. Deneysel Sonuçlar

Referans ve sırasıyla ağırlıkça (wt) %1, %2, %3, %4 ve %5 ZrB<sub>2</sub> katkısıyla oluşturulan 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> kompozitlerinin sırasıyla 1550, 1600 ve 1650°C’lerde 1 ve 2 saat süreyle sinterlenmeleri sonucu elde edilen numunelerin Vickers sertlik testi ve İndentasyon kırılma tokluğu sonuçları Şekil 2.1 ve Şekil 2.2’de sunulmuştur.

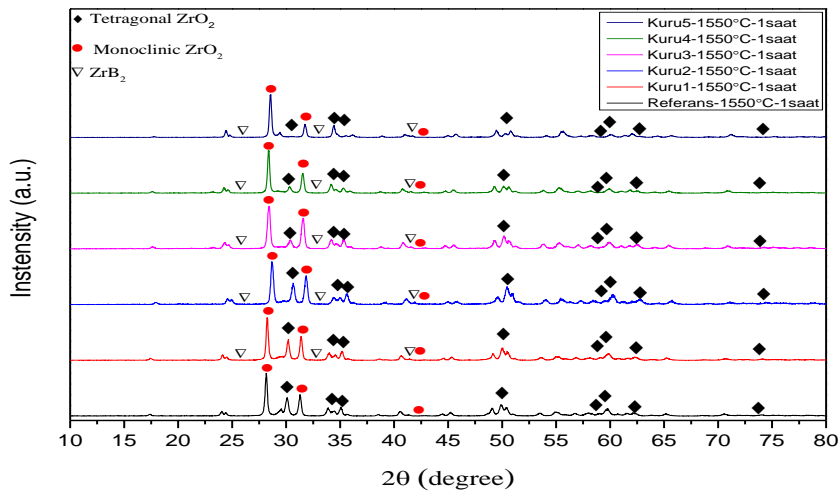


Şekil 2.1. Üretilen kompozitlerin Vickers sertlik test sonuçları

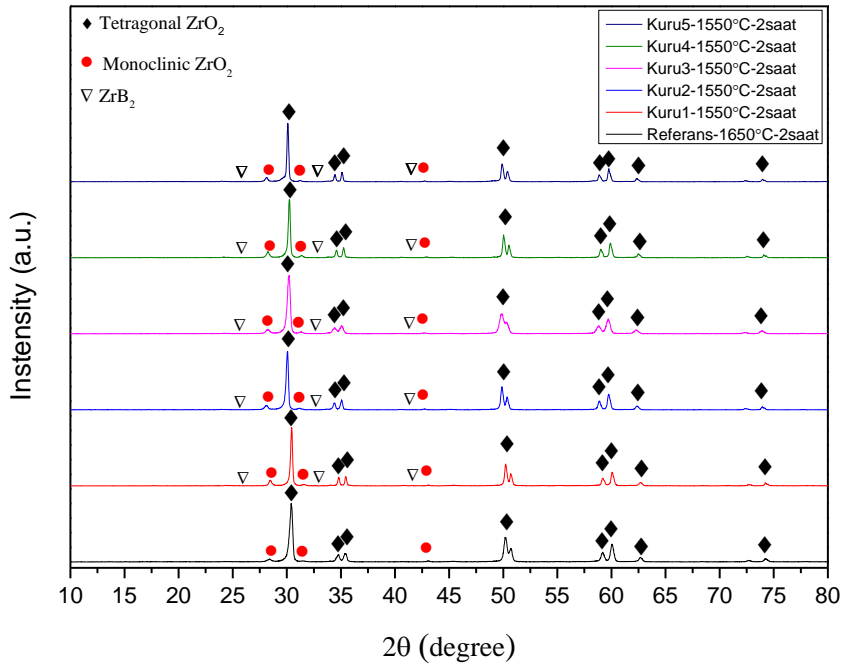


Şekil 2.2. Üretilen kompozitlerin indentasyon kırılma tokluğu test sonuçları

Şekil 2.1 ve Şekil 2.2’de sunulan veriler birlikte değerlendirildiğinde, ağırlıkça % 1 ZrB<sub>2</sub> takviyesi ile oluşturulan kompozitlerin, 1550°C’de 2 saat sinterlenmesi sonucu oluşturulan bünyelerde yapısal uygulamalar için optimum sertlik ve tokluk değerlerinde olduğu değerlendirilmiştir. Dolayısıyla, referans ve sırasıyla ağırlıkça (wt) %1, %2, %3, %4 ve %5 ZrB<sub>2</sub> katkısıyla oluşturulan 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> kompozitlerinin 1550°C’de sırasıyla 1 ve 2 saat süreyle sinterlenmeleri sonucu elde edilen numunelerin karşılaştırmalı XRD analizleri sonuçları Şekil 2.3 ve Şekil 2.4’de sunulmuştur.

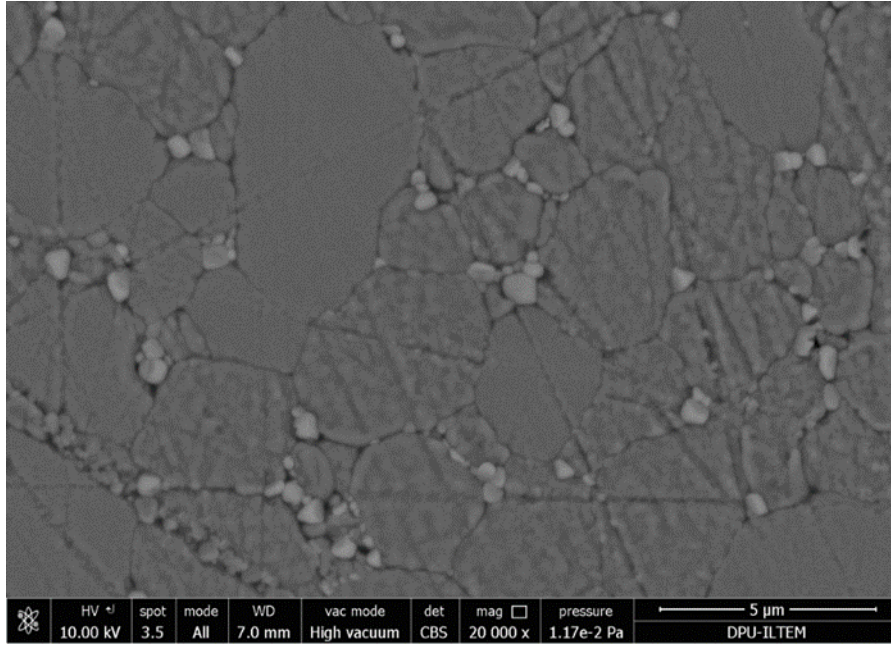


Şekil 2.3. 1550°C’de 1 saat sinterlemeyle üretilen kompozitlerin XRD analiz sonuçları



**Şekil 2.4.** 1550°C’de 2 saat sinterlemeyle üretilen kompozitlerin XRD analiz sonuçları

Şekil 2.3 ve Şekil 2.4’de sunulan veriler birlikte değerlendirildiğinde, kompozit bünyelerdeki ana fazların t-ZrO<sub>2</sub>, m-ZrO<sub>2</sub> ve ZrB<sub>2</sub> olduğu görülebilmektedir. Bununla birlikte, 1550°C’de 2 saat sinterlenen bünyelerdeki baskın fazın t-ZrO<sub>2</sub> olduğu görülebilmektedir. Ayrıca, referans 12Ce-TZP seramiklerinin 1550°C’de 2 saat süreyle sinterlenmeleri sonucu elde edilen taramalı elektron mikroskobu (SEM) geri yansıyan elektron görüntülemesi (BSEI) Şekil 2.5’de gösterilmiştir. Burada, yaklaşık 2-3 µm boyundaki Ce-TZP taneleri ve tane sınırlarına yerleşmiş m-ZrO<sub>2</sub> tanelerinden oluşan iç yapı dikkati çekmektedir.



Şekil 2.4. 1550°C’de 2 saat sinterlemeyle üretilen referans numunenin SEM-BSEI görüntüsü

### 3. SONUÇ

Bu çalışmada, birçok yapısal uygulamada kullanılabilecek 12Ce-TZP/ZrB<sub>2</sub> kompozitleri başarıyla üretilmiştir. Üretilen kompozitlerin mekanik ve kristalografik incelemeleri yapıldığında, kompozitlerin iç yapı bileşeni olarak belirlenen t-ZrO<sub>2</sub> ve ZrB<sub>2</sub> fazlarına bağlı olarak farklı sinterleme sıcaklığı ve sürelerinde Vickers sertliği ve indentasyon kırılma tokluğunun kolayca ayarlanabileceği belirlenmiştir.

### KAYNAKÇA

Basu B., Vleugels J., & Biest O.V.D. (2002). Development of ZrO<sub>2</sub>-ZrB<sub>2</sub> composites. *Journal of Alloys and Compounds*, 334, 200–204.

[https://doi.org/10.1016/S0925-8388\(01\)01742-X](https://doi.org/10.1016/S0925-8388(01)01742-X)

Yurdakul, A., & Balci, O. (2021). Effects of titanium diboride on the mechanical, tribological, and microstructural properties of alumina toughened co doped (Y Mg) stabilized zirconia composites. *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 4, 415–434.

<https://doi.org/10.1007/s42114-021-00245-w>

## A-TIG ve FB-TIG KAYNAK YÖNTEMLERİNDE AKTİF ÖRTÜ OLARAK KULLANILABİLECEK BİLEŞİKLER

**Yük. Müh. Rıfki BAYRAM**

Bomak Makine İmalatı Çelik Konst. Müh. Met. İnş. Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti. Adana/TÜRKİYE  
**ORCID ID: 0000-0002-2794-5704**

### ÖZET

Endüstride kullanılan kritik ekipmanlardan eşanjörler, kondenserler, proses tesisatlarında kullanılan alaşımlı boruların ve fittingslerinin ve havacılık, denizlik uzay çalışmaları ile ilgili ekipmanların imali ile gibi hassas işlerde özellikle geleneksel TIG kaynağı kullanılmaktadır. Geleneksel TIG kaynağı çok güvenilir olmakla beraber tek pasoda 2,0 / 2,5 mm penetrasyon sağlanabilmesi bu yöntemin en önemli zayıflığıdır. Günümüzde ki zorlu rekabet koşullarında müşteriye optimum fiyatla ürün sunabilmek için üretimde prodüktivite ve kalite yükseltilmesi gereken en önemli faktörlerdir. Geleneksel TIG kaynağının sağladığı yüksek kaynak kalitesi ile birlikte yüksek prodüktivitenin de sağlanabilmesi için A-TIG ve FB-TIG gibi yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Bu tekniklerde geleneksel TIG kaynağı prodüktivitesini iyileştirmek için kaynak bölgesine aktif örtü uygulanmıştır. Aktif örtünün uygulanış şekline bağlı olarak A-TIG ve FB-TIG kaynakları ile deneysel çalışmalar yapılmıştır.

A-TIG ve FB-TIG ile ilgili deneysel çalışmalar sırasında farklı aktif örtüler kullanılmıştır. Her uygulamada akım şiddeti, kaynak hızı ve gaz debisi ve kullanılan aktif örtü cinsleri kaynak değiştirilerek bu girdilerin kaynak morfolojisi (kaynak genişliği, kaynak penetrasyon genişliği vs.) üzerindeki etkileri tespit edilmiştir. Kaynak gerilme ve çarpılmalarını azaltıp, kaynak kalitesini ve kaynak penetrasyon derinliğini önemli ölçüde arttıracak en uygun aktif örtü olarak oksit ve tuz ( $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $NaCl$  ve  $SiO_2 + Cr_2O_3$  vs.) bileşikleri kullanılarak birçok deneysel çalışmalar yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Geleneksel TIG, FB-TIG, Aktif Örtü, 90/10 Cu-Ni alaşımı, Kaynak Nüfuziyeti, oksit, tuz bileşikleri.

### COMPOUNDS THAT CAN BE USED AS ACTIVE COVERS IN A-TIG and FB-TIG WELDING METHODS

### ABSTRACT

Traditional TIG welding is used especially in sensitive works such as heat exchangers, condensers, which are critical equipment used in the industry, alloy pipes and fittings used in process piping installations, and equipment related to aviation, maritime and space studies. Although traditional TIG welding is very reliable, the ability to achieve 2.0 / 2.5 mm

penetration in a single pass is the most important weakness of this method. In today's tough competitive conditions, productivity and quality in production are the most important factors that need to be increased in order to offer products to customers at optimum prices. New technologies such as A-TIG and FB-TIG have been developed to provide high productivity along with the high welding quality provided by traditional TIG welding. In these techniques, active cover is applied to the weld area to improve the productivity of traditional TIG welding. Experimental studies have been carried out with A-TIG and FB-TIG sources, depending on the application of the active cover.

Different active covers were used during experimental studies on A-TIG and FB-TIG. In each application, the effects of these inputs on the weld morphology (weld width, weld penetration width, etc.) were determined by changing the current intensity, welding speed and gas flow rate and the type of active cover used. Many experimental studies have been carried out using oxide and halide ( $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $NaCl$  and  $SiO_2 + Cr_2O_3$  etc.) compounds as the most suitable active cover that will reduce weld stress and distortions and significantly increase the weld quality and weld penetration depth.

**Keywords:** Conventional TIG, FB-TIG, Active Cover, 90/10 Cu-Ni alloy, Weld Penetration, oxide, salt compounds.

## 1. GİRİŞ

Metal ve alaşımların kaynakla birleştirilmesinde örtülü elektrod kaynağı (MMAW), Tozaltı kaynağı (SAW), Özlü Elektrot Kaynağı (FCAW), Elektron ışın kaynağı (EBW), Elektro-cüruf kaynağı (ESW), Lazer Işın Kaynağı (LBW), MIG (Metal Inert Gas), (GMAW), TIG (Tungsten Inert Gas) (GTAW) yöntemleri uygulanmaktadır.

Manuel kaynak elektrotlarında kullanılan örtü malzemeleri ile özlü elektrot ve tozaltı kaynaklarında örtü olarak kullanılan birçok bileşikler geliştirilmiştir. Bu örtü bileşiklerinin birçok yararları yanında, kaynak dikişinin mikroyapısını, nüfuziyetini ve mekanik özelliklerini iyileştirmek ve ark stabilitesini sağlamak gibi ilave katkıları da vardır. Aktif örtülerin söz konusu kaynak kaynak uygulamaları üzerindeki olumlu etkileri araştırmacılara aktif örtülerin TIG kaynağına da adaptasyonu konusunda ilham vermiş olabilir. Bu nedenle söz konusu tekniklerde kullanılan örtü bileşiklerini yakından incelemek A-TIG ve FB-TIG kaynağında kullanılabilecek aktif örtünün seçiminde yol gösterici olabilecektir.

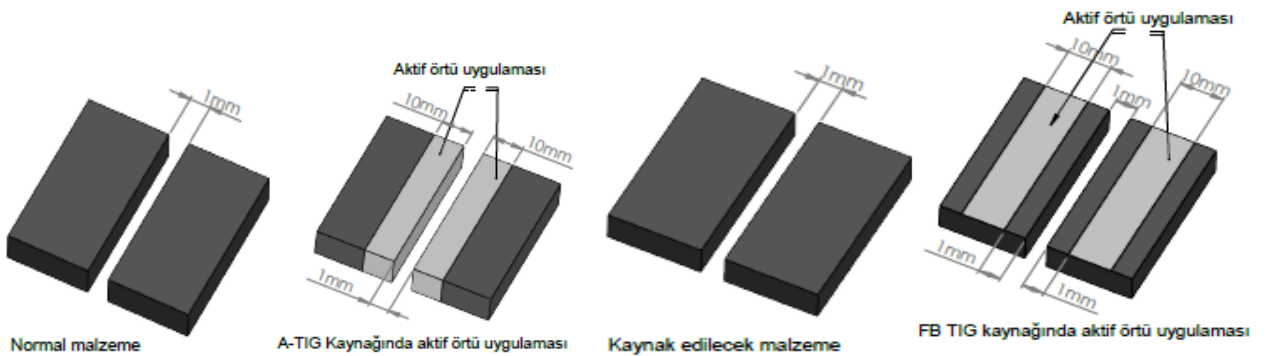


Özellikle yüksek kalitenin talep edildiği uygulamalar için TIG kaynağı en iyi çözümü sunmaktadır. Ancak; TIG kaynağında birim zamanda yığılabilen kaynak metali miktarı az olduğundan bu yöntem pahalıdır. TIG yönteminin bu dezavantajını giderebilmek için aktif örtü bileşiklerinin kullanıldığı A-TIG ve FB-TIG kaynağı geliştirilmiştir. Metod oldukça basittir. İnce toz haline getirilmiş olan aktif örtü uçucu bir solvent ile karıştırılarak oluşturulan pasta kaynak bölgesine ince bir katman olarak uygulanır. Bu katmanın uygulanış şekline göre yöntem, A-TIG veya FB-TIG olarak adlandırılır. FB-TIG kaynak yöntemi ile klasik TIG kaynağına göre, kaynak penetrasyon derinliği (yaklaşık %30 - %300 oranında), artış gösterebilmektedir.

Geleneksel TIG (GTAW) kaynak tekniğinde koruyuculuk görevini argon gazı yapar. Bazı uygulamalarda ısı girdisini ve dolayısıyla penetrasyonu arttırmak amacıyla argon gazına He ve H<sub>2</sub> gazları ilave edilir. 1960'lı yıllarda Paton Kaynak Enstitüsü (PWI) araştırmacıları ilk defa TIG kaynak prosesine aktif örtü malzemelerini ilave etmişlerdir [REF1-2-3]. Bu uygulama sonucunda kaynak nüfuziyetinin artması, kaynak genişliği (W) ile kaynak derinliği (H) arasındaki ilişkinin (W/H) kaynak derinliği lehinde geliştiği tespit edilmiştir. Özellikle bu yıllardan itibaren TIG kaynağında aktif örtü kullanımı birçok bilim insanının dikkatini çekmiş ve bu konuda sayısız araştırmalar yapılmıştır [REF1-2-3]

Başarılı sonuçlar elde edildikçe kullanılan aktif örtü malzemeleri patent ile güvence altına alınmış olup sanayinin kullanımı için servis edilmektedir.

Şematik çizimlerde gösterildiği üzere A-TIG ile FB-TIG arasında aktif örtü malzemesinin uygulanması dışında herhangi bir fark yoktur. A-TIG yöntemleri kaynağında aktif örtü yekpare bir alana uygulanırken, FB-TIG' te birbirinden 2-3 mm mesafede ve kaynak ağzının sağında/solunda olmak üzere iki farklı alana tatbik edilmektedir.



**Şekil 1.1:** A-TIG ve FB-TIG Kaynağının Şematik Gösterimi

Aktif örtü malzemeleri olarak  $TiO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $NiO$ ,  $Al_2O_3$  gibi oksit bileşikleri kullanılabilirdiği gibi bazı uygulamalarda  $AlF_2$ ,  $CaF_2$ ,  $NaF$ ,  $NaCl$  gibi klorürlerde ya tekli veya oksitlerle birlikte kullanılabilir.

## 2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1.Literatür Taraması

A-TIG ve FB-TIG kaynak yöntemlerinde özellikle kaynak nüfuziyetinin artışını gözlemlemek üzere birçok araştırmacı aynı malzemeler için birbirinden farklı aktif örtü denemışlerdir. Aşağıdaki tablodan da görüleceği gibi bugüne kadar yapılan deneylerde, her araştırmacı farklı aktif örtü ve/veya aktif örtüleri denemiştir. Dolayısıyla kaynak nüfuziyetini artırıcı etkisi olan herhangi bir aktif örtü üzerinde mutabakat mevcut değildir.

No	Araştırmacı / Çalışma Yılı	Deneylerde Kullanılan Malzeme Cinsi	Kalınlık (mm)	Aktif Örtü Cinsi	Derin Kaynak Penetrasyon oluşumuna neden olan mekanizma
1	Skariya P.D., Satheesh M., E.R. Dhas, Suneesh E. (2018)	15 CDV6	6,2mm	$TiO_2$ , $SiO_2$ , $Cr_2O_3$ , $ZnO$ , $NiO$	Ark kısılması
2	Abdeljalil et al. (2018)	AISI316L	Unspecified	$Cr_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$ , $ZnO$ , $Zr_2O$ , $SiO_2$ , $MnO$	Tersine Marangoni
3	Jay J. Vora, Vikesh, J. Badheka (2016)	RAFM Steel	6mm	$Al_2O_3$ , $Co_3O_4$ , $CuO$ , $HgO$ , $MoO_3$ , $NiO$	Tersine Marangoni ve Plazma ark kısılması etkisi
4	K. Perumal, N. Nivek, M.S. Venkataramanan, R. Grubalaj (2016)	AISI304L	6mm	$TiO_2$ , $SiO_2$ , $MnO_2$ , $CaF_2$ , $ZnO$ , $Fe_2O_3$	Belirtilmemiş
5	M. Gnanasekaran, A. Kumaravel, S. Jerome (2015)	AISI304	6mm	$SiO_2$ , $TiO_2$ , $MnO_2$ , $CaF_2$ and %25 $TiO_2$ + %75 $SiO_2$	Tersine Marangoni Etkisi
6	Akash B. Patel 1, Prof Satyam P.patel 2 (2014)	AISI321	6mm	$SiO_2$ and $TiO_2$	Belirtilmemiş
7	A. Berthier, P. Pillarol, M. Carin, F. Valensi, S. Pellerin (2012)	AISI304L	4mm	$TiO_2$ , $Cr_2O_3$ , $V_2O_5$ , $MgF_2$ , ( $TiO_2$ + $Cr_2O_3$ + $K_2Cr_2O_7$ ) and ( $TiO_2$ + $Cr_2O_3$ + $V_2O_5$ )	Tersine Marangoni Etkisi
8	A. Berthier, P. Pillarol, M. Carin, F. Valensi, S. Pellerin (2012)	AISI304L	4mm	$TiO_2$ , $Cr_2O_3$ , $V_2O_5$ , $MgF_2$ , ( $TiO_2$ + $Cr_2O_3$ + $K_2Cr_2O_7$ ) and ( $TiO_2$ + $Cr_2O_3$ + $V_2O_5$ )	Belirtilmemiş
9	Hsuan - Liang Lin and Tong - Min Wu (2012)	Inconel 718 Alloys	6,35mm	$SiO_2$ , $NiO_2$ , $MoO_3$ , $Cr_2O_3$ , $SiO_2$ - $MoO_3$ , $TiO_2$ , $MnO_2$ , $ZnO$ , $MoS_2$ , $MoS_2$ - $MoO_3$ , $SiO_2$ - $NiO$	Belirtilmemiş
10	Shanping Lu, et al. (2002)	Sus 304	10mm	$Cu_2O_3$ , $NiO$ , $Cr_2O_3$ , $SiO_2$ and $TiO_2$	Tersine Marangoni Etkisi
11	Gagandeep Singh Dhindsa et al. (2016)	SA516 Grade 70	8mm	$TiO_2$ , $SiO_2$	Belirtilmemiş
12	Vikesh, J. Randhawa, N.M. Suri (2014)	Mild Steel	8mm	$TiO_2$ , $SiO_2$	Tersine Marangoni Etkisi

13	Abd-Allah, M. Khalifa et al. (2008)	S235JR	10mm	(Mono & Formulated) as Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub> + K <sub>2</sub> O + MnO + SiO <sub>2</sub> and CaFO <sub>2</sub> , MgO, MnO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , NaCl, TiF	Belirtilmemiş
14	Tamas Sandor	304	2,3,4,5,6mm	SiO <sub>2</sub>	Belirtilmemiş
15	K.A. Yushchenko D.V. Kovelenco, V. Kovalenko (2006)	304L	3,2; 5,2 / 7,0mm	SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, MnO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Belirtilmemiş

**Tablo 2.1:** Muhtelif araştırmacıların kullandığı aktif örtüler

Memduh Kurtulmuş ve arkadaşları Demir dışı (Nonferrous) Metal ve alaşımları için kullanılabilecek aktif örtü cinslerini aşağıdaki tablodaki gibi sınıflandırmışlardır.

**Tablo 2.2:** Malzeme Cinslerine göre Aktif Örtü önerileri (Ref 16)

Malzeme	Aktif Örtü Bileşiği
Aluminyum Alaşımları	SiO <sub>2</sub> AlF <sub>3</sub> , CaF <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , MgF <sub>2</sub> , MgCl <sub>2</sub>
Magnesium Alaşımları	TiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Li Cl, CaCl <sub>2</sub> , CdCl <sub>2</sub> , SiO <sub>2</sub>
Magnesium Alaşımları	MgO, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MnO <sub>2</sub> , MnCl <sub>2</sub> , PbCl <sub>2</sub> , AlF <sub>3</sub>
Nickel Alaşımları	SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MoO <sub>3</sub> , NiO
Titanium Alaşımları	CaF <sub>2</sub> , MgF <sub>2</sub> , AlF <sub>3</sub> , NaF, CaCl <sub>2</sub> , NaCl, AlF <sub>3</sub> , Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>
Kobalt Alaşımları	SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , WO <sub>3</sub> , Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Bakır Alaşımları	SiO <sub>2</sub> , B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, MgF <sub>2</sub> , AlF <sub>3</sub> , CaO

Yine araştırmacıların derin kaynak nüfuziyeti oluşumuna neden olan mekanizma hakkında da görüş birliğine sahip olmadığı yukarıdaki tablodan görülebilir.

Aktif örtülerin A-TIG ve FB-TIG kaynak uygulamalarında derin nüfuziyet sağlamasıyla ilgili kabul gören teoriler özetle şöyledir.

**A- Simonik teorisine** göre (1976) aktif örtü malzemelerinin iğerdiği oksit ve florür moleküllerinin arkın oluşturduğu plazmanın dışındaki serbest elektronları bağlama özelliği vardır. Ark kolonunun ortasındaki serbest elektronların nispeten daha hızlı hareket etmeleri nedeniyle ark kolonunun ortasındaki akım yoğunluğu artar. Bunun sonucunda, ark elektrodun izdüşümündeki daha küçük çaplı daireye daha iyi odaklanır ve daha derin penetrasyon sağlanır.

**B- Savitskii ve Leskov** tarafından ileri sürülen teoriye göre (1980); aktif örtü malzemeleri kaynak banyosunun yüzey gerilimini düşürür. Bunun sonucunda arkın oluşturduğu itme

basıncının, banyo içerisinde daha derine kadar etkili olmasını sağlar. Başka bir deyişle kaynak banyosunun daha derinlere itilmesine imkân verir.

**C- Heiple ve Roper** tarafından geliştirilen teoriye göre (1982); aktif örtü malzemeleri kullanımı ile elde edilen daha derin kaynak penetrasyonu, Marangoni etkisinin tersine dönmesinin bir sonucudur. Bu teoriye göre aktif örtü malzemeleri kaynak banyosunun yüzey geriliminin eğimini negatiften pozitifte çevirir. Bunun sonucunda kaynak banyosunun akış yönü merkezden dışarıya doğru değil aksine dışardan merkeze doğru olacak şekilde değişir. Böylece daha derin nüfuziyet oluşur.

**D- Lowke, Tanaka ve Ushio'nun** önerilen teoriye göre ise (2005); Kaynak edilecek parçanın yüzeyine sürülen aktif örtü malzemeleri kaynak sırasındaki arkın akım şiddetiyle çok dar bir alanda parçalanmaktadır. Sonuçta arkın tüm akım şiddeti söz konusu dar alanda yoğunlaştığı için daha derin bir kaynak penetrasyonu sağlanmaktadır.

### **3.A-TIG ve FB-TIG KAYNAK UYGULAMALARINDA KULLANILAN AKTİF ÖRTÜLER**

Örtülü elektrotlarda, özlü elektrotlarda ve tozaltı kaynağında, kaynak banyosunu korumak için geliştirilen aktif örtüler (Fluxes) Oksit, Sülfid, Nitrit ve Klorür bileşiminde olabilir.

Söz konusu bileşikler kaynak esnasında kolaylıkla erir ve kaynak banyosu üzerinde yüzen cüruf oluşturur.

Oksit Tipi Aktif Örtü Bileşikleri: MnO-SiO<sub>2</sub>, Fe-MnO, SiO, CaO-TiO<sub>2</sub>- SiO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, CaO, SiO, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO

Tuz (Halide) Tipi Aktif Örtü Bileşikleri: CaF<sub>2</sub>-NaF- CaF<sub>2</sub>-BaCl<sub>2</sub>-NaF, KCl-NaCl-Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>

Tuz – Oksit Tipi Aktif Örtü Bileşikleri: CaF<sub>2</sub>-CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>-CaO-SiO<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub>-CaO-MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Her oksitin diğerlerine göre göreceli üstünlüğü vardır.

Örneğin CaO çok güçlü bir kükürt gidericidir. MnO kaynak penetrasyon derinliğini arttırabilir. SiO<sub>2</sub> aktif örtü karışımında az miktarda olduğundan kaynak dikişinin genişlik/derinlik oranını arttırır.

Aktif örtü karışımında çok çabuk iyonize olabilen partiküllerin olması istenir. Ne kadar çok partikül iyonize olursa o denli daha stabil (dengeli) ark oluşur. Dengeli (stabil) ark ise daha derin kaynak nüfuziyeti sağlar.

Herhangi bir malzeme için A-TIG ve FB-TIG uygulamasında kullanılacak Aktif örtü seçiminde günümüze kadar geliştirilmiş olan ve diğer kaynak tekniklerinde kullanılan aktif örtü özelliklerinden yararlanmak mümkündür.

### 3.1. Oksitler

Oksitler özellikleri nedeniyle çok geniş bir malzeme grubu olup hemen hemen tüm malzeme bilimi ve fizik konularının tamamını ile ilişkilidir.

Oksitler; Periyodik cetvelin 1A grubundaki Alkali Metallerin ve Dördüncü sıra metallerinin tamamının oksijen ile birleşmesi sonucunda meydana gelir.

Oksit seçiminde, oksitlerin Standart oluşum entalpisi, erime ve buharlaşma sıcaklıkları, oksidi oluşturan metalin iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi (elektron afinitesi) sıvı halde diğer sıvıyı (kaynak banyosunu) ısıtma yeteneği, baziklik indeksi çok büyük öneme sahiptir.

### 3.2. İyonlaşma Enerjisi /Entalpisi

Bir atomdan, bir elektronu uzaklaştırabilmek için atoma enerji vermek gerekir. Verilen bu enerji belli bir büyüklüğe ulaştığında elektron atomdan kopar. Kopan bu elektron, çekirdek tarafından en zayıf kuvvete çekilen, bir başka deyimle atom çekirdeğinden en uzakta bulunan elektrondur.

Bir atomdan bir elektron kopartmak için gerekli enerjiye “İyonlaşma Enerjisi” ( $E_i$ ) adı verilir.

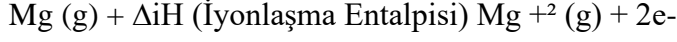
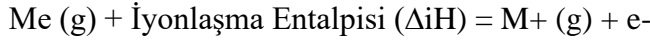
Başka bir anlatımla iyonlaşma Enerjisi, gaz halindeki nötr bir atomdan bir elektron uzaklaştırmak için uygulanan enerjinin büyüklüğüne verilen adıdır.

Metalik özelliğe sahip elementlerin iyonlaşma enerjisi düşüktür. Metallerden bir elektron kopartmak için harcanması gereken iyonlaşma enerjisi nispeten düşüktür.

Metalik özelliğe sahip olmayan Ametallerin iyonlaşma enerjisi yüksektir. Dolayısıyla ametal bir atomdan bir elektron koparmak için gerekli iyonlaşma enerjisi görece olarak daha fazladır.

A-TIG veya FB-TIG kaynağı sırasında ark kolunu içerisinde bulunan ve oksitlerin ayrışması sırasında gaz fazında olan metaller düşük bir enerji girdisiyle iyonize olurlar. Ark kolunu

içerisinde bulunabilen Ar ve Cl gibi a metallerin iyonizasyonu için çok daha fazla enerjiye ihtiyaç vardır.



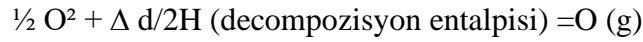
$$\Delta_i\text{H} = +2189 \text{ kJ/mol}$$

Metalin iyonizasyonu için ısı girdisine ihtiyaç vardır. Dolayısıyla endotermik bir reaksiyondur.

Bilim insanları tarafından Tüm elementlerin iyonizasyon enerjisi tespit edilmiş ve listelenmiştir.

### 3.3. Elektron ilgisi (Elektron Afinitesi) / Entalpisi

Gaz fazındaki 1 mol nötr atoma 1 mol elektron bağlandığı zaman açığa çıkan enerjinin miktarına elektron ilgisi veya Elektron Afinitesi veya Elektron Kazanım Entalpisi denir.



$$\Delta_d \frac{1}{2} = + 249 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta_{eg}\text{H} = -939 \text{ kJ/mol}$$

Oksijenin iyonlaşması için (elekt kazanımı) için ısı vermesi gerekiyor. Dolayısıyla gazların iyonizasyonu ekzotermik bir reaksiyondur.

Elektron ilgisi, periyodik cetvelin solundan sağına doğru olan elementlerde giderek artarken, periyodik cetvelin yukarisından aşağıya doğru gidildikçe azalır.

### 3.4. Baziklik İndeksi

Muhtelif oksitlerin karışımının sıvı haldeki kimyasal özelliğine bağlı olarak adlandırma yapılır. Kimyasal özelliği belirleyen katsayıya Baziklik İndeksi adı verilir.

$$\text{B.I.} = \frac{\text{CaO} + \text{CaF}_2 + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{LiO}_2}{2} (\text{MnO} + \text{FeO})$$

$$\text{SiO}_2 + \frac{1}{2} (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2)$$

$$\text{B.İ} < 1 \text{ Aktif Ötrü Asidik}$$

$$\text{I} < \text{B.İ} < 1,2 \text{ Aktif Örtü Nötr}$$

B.İ. > 1,2 Aktif Örtü Bazik karakterdedir.

a- Bazik Oksitler : K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, CaO, MgO

- Serbest oksit iyon vericileridir.
- Daha temiz kaynak dikişi verir.
- Düşük ametal (nonmetallic) inklüzyon oluşturur.
- Kaynak dikişinin tokluğu yüksektir.
- Ortamdaki rutubeti absorbe etmeye karşı aşırı eğilim (iyi değil)
- Cürufun kaynaktan ayrılması iyi değil

b- Asidik Oksitler : SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

- Serbest oksit iyonu alıcılarıdır.
- Mükemmel cüruf oluşturma yeteneği
- Kaynak banyosunun iç yapısını (morphology) iyileştirir.
- Yüksek cüruf oluşturma oranı
- Yeterli kaynak mukavemeti
- Yüksek hızda kaynak yapabilme imkanı sağlar
- Bu oksitler pas yapıcı değildir.

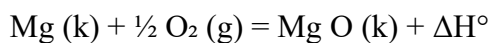
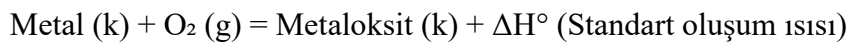
c- Nötr Oksitler : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Nötr oksitler tek tek kullanılabildiği gibi diğer oksitlerle birlikte de kullanılabilir.

### 3.5. Standart Oluşum Entalpi

Normal şartlar altında (25°C sıcaklık ve 1 atm. Basınçta) bir bileşiğin (1) mol' ünün elementlerinden oluşması sırasındaki ısı değişimine STANDART OLUŞUM ENTALPİSİ" adı verilir.

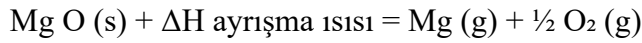
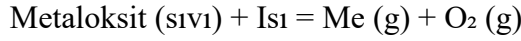
Oluşum entalpileri reaksiyonun oluşturduğu ortamın basıncı (P) sıcaklığı (T) ve maddenin fiziksel haline (katı, sıvı, gaz) bağlı olarak değişiklik gösterir.



$$\Delta H^\circ \text{ oluşum} = 602 \text{ kJ/mol}$$

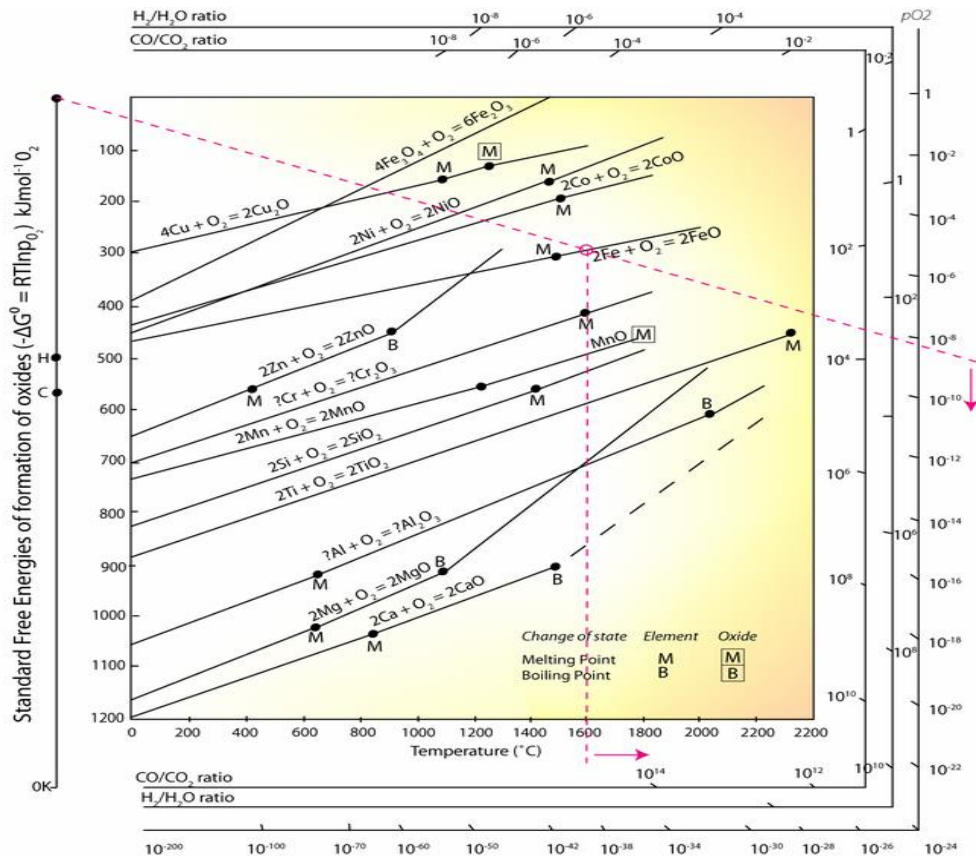


Bu reaksiyonda (1) mol Metaloksit elementlerinden oluştuğu için  $\Delta H^\circ$  KJ enerji açığa çıkmıştır. Bu arada Metaloksit oluşumu esnasında ısı açığa çıktığından bu reaksiyona Ekzotermik reaksiyon adı verilir ve standart oluşum enerjisi (-) olarak tanımlanır. Eğer reaksiyonun oluşabilmesi için ısı vermek zorunda kaldıysak bu durumda reaksiyona Endotermik adı verilecek ve standart oluşum entalpisi (+) olarak tanımlanacaktır. “Metaloksit” ayrışma için ısı vermek gerekmektedir.



### 3.6. Oksitli Bileşenler için Ellingham Diagramları

Ellingham, 1944 yılında oksitli bileşenlerin sıcaklığa karşı oluşum standart serbest enerji (Gibbs Serbest Enerjisi) değişimlerini gösteren grafiği çizen ilk kişidir. Daha sonra benzer diagramlar sülfürlü, klorürlü, florürlü ve benzeri bileşikler için de çizilmiştir.



Şekil 3.1. Oksitli bileşenler için Ellingham Diyagramı

Yukarıdaki grafikte her bir doğru farklı metallerin oksitlenmesi (oksit oluşturması) için gerekli Serbest Oluşum Enerjisi ( $\Delta G^\circ$ ) göstermektedir. Ellingham Diyagramında;

- a) Doğruların eğimleri yaklaşık olarak birbirlerine benzemektedir. Çünkü gaz fazındaki oksijenden katı oksit oluşumundaki entropi değişimi, birbirlerine benzer özellik göstermektedir.
- b) Bir metalin oksijenle katı oksit oluşturma reaksiyonu, entropide azalmaya neden olur. Çünkü katı oksit, bir metal ve gaz sisteminden daha düzenli bir yapıya sahiptir.
- c) Faz dönüşümü olduğu zaman eğrilerin eğimlerinde de değişiklik olmaktadır. Bu durum, kaynama noktalarında daha keskin gözükmektedir.
- d) Bir metal ergidiği zaman entropisi artar. Bunun sonucu olarak reaktanların entropisi ve eğim de artar. Oksitler ergidiği zaman ise toplam entropi değişimi azalır.

Bu grafikte hangi oksidin ayrışması için daha fazla veya daha düşük ısıya ihtiyacı olduğunu tespit edebiliriz. Kullanılacak aktif örtü bileşiklerinin yoğunluğunun, kaynak banyosu yoğunluğuna oranla daha düşük olması tercih nedenidir. Böylece söz konusu aktif örtü bileşiklerini kaynak esnasında banyonun yüzeyinde yüzebilir. Aynı zamanda aktif örtüde kullanılan bileşiklerin ayrışma (decomposition temperature) sıcaklığı da kaynak edilecek olan alaşımın ergime sıcaklığından yüksek olmaması istenir. Daha yüksek sıcaklıkta ayrılan kimyasallar, ancak kaynak banyosunun sıcaklığının ergime sıcaklığından daha yükseğe çıkması halinde parçalanır. Arkın çekirdeğindeki sıcaklık genellikle birçok bileşiğin ergime sıcaklığından yüksektir.

**Tablo 3.1** Bileşiklerin Formülü Erime Sıcaklığı Standart Entalpi [REF-17]

Bileşik Adı	Doğal / Sentetik	Yoğunluk gr/m <sup>3</sup>	Molekül Ağırlığı gr / mol	Erime Sıcaklığı °C	Kaynama Sıcaklığı °C	Standart Oluşum Entalpisi KJ / mol	Gibbs Serbest Enerjisi KJ / mol
CuO	Doğal	6,315	79,545	1326	2000	-156	
NiO	Doğal	6,67	74,6928	1955		-240	
Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sentetik	5,18	165,8646	895		-577	
ZnO	Sentetik	5,606	81,406		1974	-350	-320
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sentetik	5,22	151,99	2435	4000	-1128	
Li <sub>2</sub> O	Doğal	2,013	29,88	1438	2600	-595	-562,1
SiO <sub>2</sub>	Doğal	2,648	60,08	1713	2950	-911	
MgO	Doğal	3,6	40,304	2852	3600	-601,6	569,3
MnO <sub>2</sub>	Sentetik	5,026	86,9368	593		-520	-465

CaO	Doğal	3,34	56,0774	2613	2850	-635	-595
AlF <sub>3</sub>	Sentetik	3,01	83,977	1290		-1510,4	-1431
MoO	Sentetik	4,7	143,95	802	1,155	-745,1	-668
NaCl	Doğal	2,17	58,443	800,7	1,465	-411,12	
CaCl <sub>2</sub>	Sentetik	2,15	110,98	775	1935	-795,42	-748,81
CaF <sub>2</sub>	Sentetik	3,18	78,075	1418	2533	-1225,95	-1157,31
MnCl <sub>2</sub>	Sentetik	2,977	125,844	654	1225	-555,05	
MgF <sub>2</sub>	Sentetik	3,148	62,3018	1263	2260	-1224,2	-1070
Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>	Sentetik	2,9	209,941	1832		-3,312	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Doğal	5,242	159,69	1475-1565	Ayrışıyor	824,2	
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Doğal	2.460	69,6182	450	1860	-1254	-832
TiO <sub>2</sub>	Doğal	4,23	79,89	1843	2972	-945	-895

### 3.6. Tuzlar

Periyodik tablonun (17.) sütununda ki elementlere Halojenler adı verilmiştir. Halojenlerin metallere veya yarı metallere yaptığı bileşiklere Tuz (Halide) adı verilir. Florin en düşük atom numarasına sahip olup en yüksek reaktiviteye sahiptir. Bunu (Cl),(Br) ve (I) TAKİP EDER. Tuzlardan bahsedildiğinde genellikle ‘elektron kazanan’ bir halojenden bahsedilmiş olmaktadır.

NaCl, KCl, KBr, KI, AgBr vs. yaygın olarak kullanılan tuzlardır. Tuzlar kimya endüstrisinde, aydınlatma, gıda vs. gibi sektörde kullanılmaktadır.

Oksitler gibi bazı tuzlarda (MgCl<sub>2</sub>, PbCl<sub>2</sub>, AlF<sub>3</sub>, MgF<sub>2</sub>, NaF, Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>) A-TIG ve FB-TIG kaynağında tek başlarına ve/veya oksit bileşiklerle birlikte karışım halinde aktif örtü olarak kullanılabilir. Ark kolonu içerisinde iyonlaşan halojenler arkın dış bölgesindeki serbest elektronları yakalayarak ‘Ark Kısılmasına’ neden olur. Tuzlarla ilgili olarak çizilmiş Ellingham diagramları, uygun tuz bileşiminin aktif örtü olarak seçiminde yardımcı olabilecektir.

### 4. SONUÇLAR

- A-TIG ve FB-TIG kaynak teknikleri üzerine yapılan araştırmalarda aktif örtü malzemesi olarak genellikle oksit ve tuz bileşikleri kullanılmıştır.

- Oksit ve tuzlar tekli olarak veya belli oranlarda karıştırılarak (oksit+oksit, oksit+tuz, oksit+oksit+tuz vb.) ikili, üçlü ve dördümlü karışımlar halinde kullanılmıştır.
- En uygun oksit veya tuzun seçiminde, oksitler ve tuzlar için hazırlanmış olan Ellingham diagramları yol gösterici olabilir.
- Standart oluşum enerjisinin seviyesi ilgili oksit veya tuzu ayrıştırmak (decomposition) için gereken sıcaklık hakkında bilgi verebilir.
- Yüksek standart oluşum enerjisine sahip olan oksitler veya tuzlar daha düşük sıcaklıkta ayrışırlar.
- Çok düşük standart oluşum enerjisine sahip olan oksit veya tuz bileşikleri çok daha kararlı olduklarından daha yüksek sıcaklıkta ayrışabilirler.
- A-TIG veya FB-TIG kaynağında kullanılacak aktif örtünün buharlaşma sıcaklığının, ana metalin erime sıcaklığından düşük olması kesinlikle istenmez. Zira böyle bir durumda aktif örtüden beklenen “ Tersine Marangoni Etkisi ” gerçekleşemez.
- Çok yüksek ayrışma sıcaklığına sahip olan oksit ve tuz bileşikleri, sıcaklığın nispeten düşük olduğu ark kolonunun dışındaki dışarda ki bölgelerde erimeyebilir ve ayrışmayabilir. Bu durumda toz halindeki partiküller kaynak banyosunun katılması sırasında banyoya karışarak inklüzyon oluşturabilir. Bilindiği üzere inklüzyonlar kaynak dikişinin mekanik özelliklerini olumsuz etkileyecektir.
- Ayrışma sıcaklığı yüksek olan bir oksit veya tuz bileşiği daha düşük ayrışma sıcaklığına sahip başka bir bileşik ile karıştırıldığında, karışımın erime sıcaklığı düşer ve akışkanlığı artar. Akışkanlık artırıcı olarak;  $Li_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $B_2O_3$ ,  $BaO$ ,  $MgO$  bileşikleri kullanılabilir.
- Erimiş haldeki aktif örtünün yoğunluğu ile kaynak yapılan metal veya alaşımın yoğunluğu arasındaki ilişki önemlidir. Kaynak edilen metalin yoğunluğu erimiş aktif örtünün yoğunluğunun hafif olursa erimiş aktif örtü kaynak banyosunun üzerinde yüzemez ve banyoya karışır. Bu durumda Tersine Marangoni etkisi oluşmaz. Aynı zamanda kaynak dikişinde istenmeyen inklüzyonlar olur. Seçilecek aktif örtünün erimiş haldeki yoğunluğunun mutlaka erimiş haldeki kaynak banyosunun yoğunluğundan hafif olması tercih edilmelidir.
- Aktif örtü olarak seçilecek oksit bileşiklerin “Baziklik İndeksi” de önemlidir. Bazik, asidik veya nötr oksitler seçilebileceği gibi pozitif etkileri arttırmak için farklı tür oksitler karışım halinde de kullanılabilir.

- Aktif örtü bileşiklerinin elementlerine ayrıştığı haldeki bileşenlerinin “ Elektron Afinitesi “ ve “ İyonlaşma Enerjisi “ de önemlidir. Aktif örtü tercihinde bu kriterlerde göz önünde tutulmalıdır.
- Aktif örtü olarak tercih edilecek olan oksitlerin ve tuzların kaynak edilecek metal ve/veya alaşım ile aynı cins veya periyodik cetveldeki aynı gruptaki bir metalin oksiti/tuzu olması yararlı olabilir.

Örneğin Alüminyum kaynağı için  $Al_2O_3$ , paslanmaz çelik için  $Fe_2O_3$  ve/veya  $Cr_2O_3$  tercih edilmesi uyum açısından ve şayet aktif örtüden ayrılan oksitin metal bileşeni kaynak banyosuna karışabiliyorsa anlamlı olabilir.

### KAYNAKÇA

- 1- A Study of PF TIG and FB-TIG Welding Process and Bead Morphology Using Nanoparticles on 15CDV6 Steel / Skariya P.D., Satheesh M., Edwin Raja Dhas, Suneesh E - International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume9, Issue 6, June (2018)
- 2- Effect of Single Oxide Fluxes on Morphology and Mechanical Properties of ATIG on 316 L Austenitic Stainless Steel Welds / Abdeljlil Hdhibi, Kamel Touileb, Rachid Djoudjou, Abousoufiane Ouis, Mohamed Lamjed Bouazizi, Jamel Chakhari – Engineering, Technology & Applied Science Research Vol. 8, No. 3, (2018)
- 3- Experimental Investigation on Effects of Carrier Solvent and Oxide Fluxes in Activated TIG Welding of Reduced Activation Ferritic/Martensitic Steel / Jay J. Vora, and Vishvesh J. Badheka - Int'l Journal of Advances in Mechanical & Automobile Eng. (IJAMAE) Vol. 3, Issue 1 (2016)
- 4- Experimental Investigation on TIG Welded of Austenitic Stainless Steel L 304 / Perumal, N. Nivek, M.S. Venkataramanan, R. Grubalaj - international Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 7, Issue 2, February (2016)
- 5- Effect of Double Component Fluxes on Weld Bead Geometry and Corrosion Behavior of A-TIG Weldments on Austenitic Stainless Steel / Gnanasekaran, A. Kumaravel, S. Jerome - Journal of Applied Sciences Research December (2015)
- 6- The effect of activating fluxes in TIG welding by using Anova for SS321 / Akash B. Patel, Prof Satyam P.patel - Int. Journal of Engineering Research and Applications ISSN : 2248-9622, Vol 4, Issue 5, May (2014)
- 7- TIG and A-TIG Welding Experimental Investigations and Comparison to Simulation / Part 1 : Identification of Marangoni effect - A.Berthier, P. Pillarol, M. Carin, F. Valensi, S. Pellerin Science and Technology of Welding and Joining 17, November (2012)
- 8- TIG and A-TIG Welding Experimental Investigations and Comparison to Simulation / Part 2 : Arc Constriction and Arc Temperature - A.Berthier, P. Pillarol, M. Carin, F. Valensi, S. Pellerin - Science and Technology of Welding and Joining 17, November (2012)
- 9- Effects of Activating Flux on Weld Bead Geometry of Inconel 718 Alloy TIG Welds / Hsuan - Liang Lin and Tong - Min Wu - Materials and Manufacturing Processes, 27, (2012)
- 10- Weld Penetration and Marangoni Convection With Oxide Fluxes in GTA Welding, Shanping Lu, Hidetoshi Fujii, Hiroyuki Sugiyama, Manabu Tanaka, Kiyoshi Nogi - Materials Transactions, Vol. 43, No. 11 (2002) pp. 2926 to 2931
- 11- Effect of Activated TIG Welding Process on Depth of Penetration in Carbon Steel (SA 516 Grade70) / Gagandeep Singh Dhindsa, Vikas Kaushik, Gagandeep Singh Sandhu, Jasvir Singh, Parvin Kr. Saini - International Journal of Engineering Science Invention Research & Development, Volume II, Issue IX May (2016)

- 12-** Effect of A-TIG Welding Parameters on Penetration in Mild Steel Plates / Vikesh, Jagjit Randhawa, N.M. Suri - International Journal of Mechanical and Industrial Engineering Volume 4, Issue 2, October 2014
- 13-** Effect of Flux on the Quality of A-TIG Welds / Abd-Allah, M. Khalifa, W, Hafiz K, Sdek A., Abdel Raheem N, / Caioro University International Conference of Mechanical Design and Production (MDP-9) June (2008)
- 14-** Tamas Sandor – Comparison of Penetration profiles of different TIG- process variations 2009
- 15-** K.A. Yushchenko D.V. Kovelenco, V. Kovalenko (2006) Peculiarities of A-TIG welding of Stainless Steel – E.O Paton Electric Welding Institute 2006 ASM International.
- 16-** Memduh Kurtulmuş, Ahmet İrfan Yükler, Ezgi Doğan – Activated Flux TIG Welding of non-ferrous metals (2019).

## KÜLTÜREL MİRAS YÖNETİMİNDE DİJİTALLEŞME GİRİŞİMLERİ VE TÜRKİYE BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

**Arş. Gör. Büşra ÖZTÜRK**

Selçuk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0001-8177-0653

**Doç. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY**

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0003-1903-9119

### ÖZET

Kültürel miras, toplumların ortak geçmişlerini ve birikimlerini yansıtan anlam ve yaşanmışlık belirten değerlerdir. Bu değerlerin korunarak gelecek kuşaklara aktarılabilmesi ve kalıcılığının sağlanması önemlidir. Bu amaçla yıllardır süregelen kültürel mirası belgeleme ve koruma çalışmaları farklı süreçler ile yapılmıştır. İlk olarak seyyahların gravür ve yazılı metinleriyle başlayan bu süreç, günümüzde gelişen teknolojik koşullar sayesinde dijital ortamlarda yürütülmektedir. Hızlı kentleşme ve öngörülemez doğal felaketler gibi pek çok risk sebebiyle birçok kurum, kuruluş veya yerel yönetimler, kültürel miras yönetimine dijitalleşmenin entegre edildiği stratejiler geliştirmişlerdir. Dijital envanterler oluşturularak geleneksel yöntemlerden ayrılan bu girişimlerin içerikleri, kullandıkları teknolojiler, hedef ölçekleri gibi birbirinden farklı süreçler içermektedir. Bu çalışmada özellikle Türkiye kapsamında yapılmış kültürel miras yönetimde dijital envanter önerileri ve dijitalleşme girişimleri odak noktasına alınmıştır. Detaylı literatür taraması ile yerel ölçekte yapılmış, henüz açık erişime sunulmamış olsa da bir yöntem geliştirmiş çalışmaların kültürel miras yönetimine katkısı analiz edilmiştir. Çalışma alanının ölçeği, veri toplama sürecinde faydalanılan teknolojiler, elde edilen veri tipleri, çalışmanın amacı, hedefi ve sonuç şeklindeki başlıklar bağlamında tablolaştırılarak yapılan analizler üzerinden dijitalleşme girişimlerinde en etkin kriterleri belirlemeyi hedefleyen bu çalışma kültürel miras yönetim sürecine, dijital teknolojilerin sağlayacağı potansiyelleri ortaya çıkarmaktadır. Sonuç olarak, dijital dönüşüm çağında, koruma ve belgeleme çalışmalarında kültürel miras yönetimi ve dijitalleşme arasındaki etkileşimin önemi büyüktür. Ancak karşılaştırmalı analizler ile elde edilen değerlendirmeler sonucunda Türkiye’de kültürel miras yönetimindeki dijitalleşme girişimlerinin hala yeterli seviyeye ulaşmadığı görülmüştür. Bu araştırmanın kültürel mirasın belgelenmesi, arşivlenmesi, izleme ve yönetimi gibi birçok aşamaya katkı sağlaması, planlanan büyük ölçekli araştırmalara altlık oluşturması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Dijitalleşme, Dijital Teknolojiler, Kültürel Envanter, Kültürel Miras Yönetimi



## **DIGITALIZATION INITIATIVES IN CULTURAL HERITAGE MANAGEMENT AND EVALUATION IN THE CONTEXT OF TURKEY**

### **ABSTRACT**

Cultural heritage is the values that indicate meaning and experience that reflect societies' common histories and accumulations. It is important to protect these values to pass them on to future generations and ensure their permanence. For this purpose, the efforts to document and preserve the cultural heritage that have been going on for years have been carried out through different processes. This process, which started with engravings and written texts of voyagers, is now carried out in digital environments thanks to the developing technological conditions. Due to many risks, such as rapid urbanization and unpredictable natural disasters, many institutions, organizations or local governments have developed strategies that integrate digitalization into cultural heritage management. These initiatives, which differ from traditional methods by creating digital inventories, include different processes such as their content, the technologies they use, and their target scales. This study focused on digital inventory proposals and digitalization initiatives in cultural heritage management, especially made within the scope of Turkey. Through a detailed literature review, the contribution of studies conducted on a local scale, which have developed a method for cultural heritage management, even though they have not yet been made available to open access, has been analyzed. This study aims to determine the most effective criteria in digitalization initiatives through analyses made by tabulating the scale of the study area, the technologies used in the data collection process, the types of data obtained, the purpose, target and results of the study, reveals the potentials that digital technologies will provide to the cultural heritage management process. As a result, in the age of digital transformation, the interaction between cultural heritage management and digitalization is of great importance in conservation and documentation studies. However, as a result of the evaluations obtained through comparative analysis, it has been seen that digitalization initiatives in cultural heritage management in Turkey still need to reach a sufficient level. It is aimed that this research will contribute to many stages, such as documentation, archiving, monitoring and management of cultural heritage and provide a basis for planned large-scale research.

**Keywords:** Digitalization, Digital Technologies, Cultural Inventory, Cultural Heritage Management

## 1. GİRİŞ

Kültür kavram olarak bir toplumu ve onu oluşturan özgün birimlerini birbirinden ayıran ortaklaşa kurulmuş zeka olarak tanımlanmaktadır (Hofstede,1980). Kültürel miras ise bir toplumun üyelerinin ortak geçmişlerini, değerlerini yansıtan ve birikimlerini aktaran soyut veya somut olmak üzere anlam ve yaşanmışlık belirten önemli hazinelerdir. Ayrıca kültürel miras değerleri toplumların kimliğini, tarihini ve kültürünü oluşturan en önemli değerlerdir (İSMEP, 2014). Kültürel miras hem geleneksel bozulma hem de sosyo-ekonomik şartların değişmesi nedeniyle tahrip olgusuyla yüzleşmekte ve yok olma tehdidi yaşamaktadır. Kültürel mirasa ait değerlerin herhangi bir bölümünün yıpranması ya da yok olması tüm dünya mirasının yoksullaşması demektir (UNESCO, 1972). Bu tehlike nedeniyle yüz yıllardır süregelen bu değerlerin korunması ve aktarılmaya devam edilmesi toplumların ortak sorumluluklarıdır. Kültürel mirası koruyarak yaşatmak için kültürel miras yönetiminde hedeflerin belirlenmesi önem kazanmaktadır. Günümüzde gelişen teknoloji ile her alanda başlayan dijitalleşme kültürel miras yönetiminde de son zamanlarda artmaya başlamıştır. Ülkeler kültürel miras arşivlerini oluşturan planlar, çizimler görseller, modeller ve metinlerini dijital ortama aktararak sürdürülebilir ve erişilebilir envanterler oluşturmaktadır.

Dünyadaki tüm kültürel miraslar için etkin yönetim planlarının yapılması ve planlanması oldukça önemli bir konudur. Yönetim planlarının oluşturulması süreci; yöneticilerin alandaki kültürel varlıkları tanımlarına, muhtemel risk faktörlerini belirlemelerine ve sürdürülebilir bir koruma için planlama oluşturulmasına fayda sağlar (Ervin ve diğ., 2010). Birçok kurum, kuruluş ve yerel yönetimler kültürel mirası koruma ve belgelemek amacıyla bölgesel olarak veya küresel ölçekte projeler uygulamaktadırlar. Günümüzün gelişen teknolojisinden faydalanarak dijital envanter oluşturma girişimleri çoğu uygulamada yüzeysel ve küçük ölçekte kalabilmektedir. Bu girişimlerin daha planlı ve kapsamlı şekilde planlanması, kültürel varlıkların korunarak belgelenmesi ve belgelerin analiz edilerek değerlendirilmesi gerekmektedir. Manuel yöntemlerle başlanan bu belgeleme sürecinde teknolojik gelişmelerden maksimum düzeyde faydalanılması ve dijitalleşmeden faydalanılarak arşivlerin sürdürülebilir etkin kullanıma sunulması önemli bir konudur. Açık erişime sunularak bu bilgilerin pasif kalmamasına ve erişilebilirlik sağlanarak bilimsel çalışmaların daha hızlı ilerlemesine imkan sağlanmalıdır.

Bu çalışmada literatürde Türkiye kapsamında geliştirilen ve önerilen kültürel miras yönetiminde dijitalleşme girişimleri ele alınmıştır. Çalışmalar araştırma alanının kapsamı, faydalanılan teknolojik gelişmeler, verilerin sınıflandırma yöntemi, amaçlar, hedefler ve

ulaşılan sonuçlar bağlamında tablolaştırılarak ortak paydada nasıl bir tutum sergilendiği analiz edilmiştir. Çalışmada yerel ölçekte başlayan bu girişimlerin faydaları ve eksikleri ele alınarak bu süreçte önemli olan etkin kriterler belirlemek amaçlanmıştır. Uluslararası literatürdeki örneklerden yola çıkarak hangi yönde iyileştirmeler yapılması gerektiği tartışılmıştır.

## 2. KÜLTÜREL MİRAS ve DİJİTAL BELGELEME

Kültürel miras, bir topluluğu oluşturan üyelerin yaşanmışlığının, kimliklerinin ve paylaşımlarının gösterimidir. Kültürel miras, çeşitli yönlerden önem arz eden görsel ve işitsel, sembolik ve tarihsel, kutsal ve hatta resmi değerleri barındırmaktadır. Tekrar oluşturulamaz bir değer olan varlıkların insanoğlu için emanet kavramıyla benimsenmesiyle birlikte gelecek nesiller için korunması gerekli olan bir toplumsal sorumluluktur. Kültürel mirasın en önemli ögelerinden birisi de mimari mirastır. Mimari mirasın modernizmle paralel olması, insanoğlunun kültürel değerlerinin kalıcılığı yönünden büyük önem taşımaktadır (ICOMOS, 2013). Kültürel miras, Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) tarafından kullanılan açıklamasına göre; geçmiş kuşaklardan devralınan, şimdilerde korunan ve sonraki kuşaklara devredilmesi gereken; bir kesimin değerlerinin tamamıdır. Bu değerlere sadece somut değer değil ayrıca fiziksel ve soyut değerlerin mirasları da dahildir. Çünkü bu anlam içeren değerler narin bir zenginliktir. Bu yüzden zenginliğine, eşsizliğine zarar vermeyen ve sayđı duyan stratejiler yürütmek gerektirirler, bu miraslar yok olduklarında tekrar kazanılamazlar (UNESCO, 1972).

Dijitalleşme kelime anlamı olarak görsel veya duyuşal bileşenlerin, bilgisayar aracılığı ile işlenmesi, depolanması ve tanımlanması amacıyla sayısal sinyallere aktarılması şeklinde açıklanabilir (Deren, 2006). Dijitalleşme, birçok alanda önemli katkılar sağlayan teknolojik gelişmeler olarak da tanımlanabilir. Aynı zamanda sayısallaşma olarak da adlandırılan bu süreçler fiziksel bilgilerin işlenerek aktarılması, dijital ortama depolanabilmesi ve sinyallere dönüştürülmesi işlemleridir (Ormanlı, 2012). Kültürel miras yönetiminde de dijitalleşmenin entegre edilmesinin en önemli sebeplerinden birisi kültür varlıklarının güvenli sayısal ortama aktarılarak belgelerin ve verilerin kalıcılığının sağlanmasıdır. Verilerin evrensel hale getirilerek aramalarda mekândan bağımsız şekilde fazlaca bilginin erişilebilirliğini sağlamaktadır (Halaç ve diğ., 2020). Bu imkanlar yeni çalışma ve veri üretme sürecini etkinleştirerek verinin aktif kullanımını sunmaktadır. Bu yüzden geleneksel veri toplama ve depolama yöntemleri yerine teknolojik gelişmelerden faydalanılarak bu süreçlerin etkin bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir (Tablo 1).

**Tablo1.** Geleneksel ve güncel tekniklerin kültürel miras yönetiminde kıyaslanması

Belgeleme Teknikleri	
Geleneksel Teknikler	Güncel Teknikler
Yapılacak düzenlemelerde belgelerin yeniden düzenlenmesi gereklidir.	Gerekli düzenleme durumlarında veriler kolay ve hızlı bir şekilde güncellenebilmektedir.
Verilerin doğruluğunda ortam şartlarından dolayı yanılma payı vardır.	Veri üretiminde teknolojik aletlerden faydalanılır ve sonuçlar kıyaslanarak güvenilir veriler elde edilir.
Kültürel mirasın depolanması için gerekli fiziksel alan büyüktür.	Teknolojik gelişmelerden ve Cloud sistemlerinden faydalanılarak daha küçük alanda depolama imkânı.
Elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve analiz edilmesi daha zordur.	Veriler teknolojik sistemler aracılığıyla daha kolay değerlendirilebilir ve analiz edilebilir.
Koruma ve belgeleme çalışmaları sonucu elde edilen verilerin düzenli bakımı zordur. Afet vb. durumda fiziksel verilerin zarar görmesi riski vardır.	Elde edilen verilerin dijital ortama aktarılmasıyla ve yedeklenmesiyle bakıma ihtiyaç duyulmaması ve güvenilir ortamda saklanması fırsatı vardır.
Belgelere ulaşma da ve veri aktarımında gerekli izin ve mevzuat durumundan dolayı zaman olarak gecikme yaşanabilir.	Verilerin küresel ve yerel ölçekte açık erişime sunulmasıyla bilimsel çalışmalar hızlanmakta ve erişilebilirlik hızlanmaktadır.

UNESCO'nun Dijital Mirasın Korunması Sözleşmesi'ne göre, tüm toplumların mirasın kaybolması riskini göz önünde bulundurarak; UNESCO Anayasası 'nda belirtilen önemli yazılı bilgi, kitaplar, tarih ve anıtlarının korunması, kayıtlı bilginin dijital ortama eklenmesi ve evrensel mirasın tahribe uğramadan küresel ulaşılabilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu bilgi verilerinin işlenmesiyle dijital kültürel değerlere kolay bir şekilde ulaşabilmek, bu mirasa ulaşımında tüm kullanıcılar arasında etkin bir şekilde verilerin oluşturulmasına, aktarılmasına ve yönlendirilmesine olan faydalarını fark etmek noktasında önemlidir. Dijital mirasın yok olma riski söz konusudur. Bu mirasa sahip çıkılarak bakımının yapılması ve sonraki kuşaklarında tanık olabilmesi göz önünde tutularak çözümlenmesi gereken problem olduğunu anlamak ve bilinçli olmak ortak görevimiz olmalıdır. Tüm ulusların sahip olduğu kültürel mirası belgeleyerek dijital belgelemesi ve envanter oluşturması önemlidir. Envanter çalışmaları, teknolojik gelişmelerden faydalanılarak çeşitli coğrafi bilgi sistemi tabanlı haritalar aracılığıyla tarihi çevrelerin bütüncül şekilde ele alınmasını şeklinde yürütülmektedir. Ayrıca bütüncül bakış açısıyla bölgesel stratejik gelişmeler planlanabilmekte ve oluşturulan bölgesel risk haritaları ile gelecekte oluşabilecek tehlikeler öngörülebilmektedir. Sağlanan bu fırsatlar kültürel mirasın fiziksel korunmasına ek olarak belgeleme olarak da korunmasına ve yönetiminin geliştirilmesine imkan sağlamaktadır. Zaman içerisinde gelişen teknoloji ile bilgisayar ortamına aktarılan çizimler ve dijital yöntemler ile kültürel miras yönetiminde yeni gelişmeler yaşanmıştır. Belgeleme ve koruma anlamında fotogrametri ve lazer tarama gibi güncel teknikler saha çalışmalarına dahil edilmiş ve çalışmalar daha güvenilir ve sınanabilir şekilde aktarılmıştır.

### 3. LİTERATÜRDEN KÜLTÜREL MİRAS YÖNETİMİNDE DİJİTALLEŞME GİRİŞİMLERİ

Çalışma kapsamında literatür taramasına başlamadan önce anahtar kelimeler belirlenmiştir. Bu anahtar kelimeler; “kültürel miras”, “kültürel miras yönetimi”, “dijital envanter”, “dijital miras” ve “dijitalleşme” kavramlarından oluşmaktadır. Bu anahtar kelimeler kullanılarak veri tabanlarında kaynak araştırması yapılmıştır. Kaynak araştırmasında bölgesel veya ulusal ölçekte oluşturulan dijital dokümantasyonun bir veri tabanına entegre edilerek önerildiği çalışmalar ve uygulamaya geçilen girişimler incelemeye alınmıştır.

Literatürde değerlendirmeye alınan çalışmalar incelendiğinde bir grup çalışmanın saha çalışması yaparak ve çoklu program kullanımı ile arşivini çeşitlendirmiştir. Böylece 2D verilere ek olarak teknolojik yöntemlerden faydalanılarak 3D veriler de sunulduğu görülmektedir. Örneğin Arca ve diğ. (2018), çalışmalarında Safranbolu kültürel miras yapılarının belgelenmesinde, 3D model oluşturarak ve CBS tabanlı bir yönetim sistemine işlenerek veri tabanı önermiştir. Safranbolu Belediyesi’nden alınan CAD formatında coğrafi veriler Web-GIS uygulamalarından biri olan ArcGIS ortamına aktarılmıştır. Çalışmanın bir sonraki adımında seçilen tarihi yapıya ait tüm veriler (fotoğraf, video, mimari çizim vb.) ve modeller (3D ve VRLM) internet ortamında sunulması amaçlanmaktadır. Naycı ve diğ. (2003) çalışmalarında Antakya Zenginler ilçesi koruma alanı üzerinden CBS tabanlı bir ortama oluşturulan 3D modelleri ve yapıya ait 2D verileri işlemeyi önererek CBS kullanımının avantaj ve dezavantajlarına değinmişlerdir. Ayrıca Anaç (2022), tez çalışmasında Gaziantep Bey mahallesindeki tescilli yığma taş yapılar için CAD ortamından alınan verileri Tarihi Yapı Bilgi Modelleme (HBIM) yöntemiyle modelleyerek 3D bir arşiv oluşturmayı amaçlamıştır. Bu şekilde tüm verileri tek bir platformlarda toplayarak erişim kolaylığı sağlayan bir arşiv sistemi oluşturulmuştur. Bu arşiv sisteminde araştırmacılar, kurum ve kuruluşlarda çalışanlar ve restorasyon çalışmalarını yapacak ekip için disiplinler arası dosya alışverişinde yaşanabilecek sorunlar, HBIM ile entegre sistem sayesinde çözülmüştür. Çalışmasında 3D model arşivi sunan bir diğer çalışmada Dölek ve Çevik (2023)’in Muş Malazgirt Savaş alanının yüksek çözünürlüklü kamera ve drone kullanarak oluşturduğu nokta bulut görüntülerinden elde edilen 3D model arşiv çalışmasıdır. Özellikle eğimli ve ulaşımı zor alanlarda drone kullanımının katkısına değinerek oluşturulan arşiv çalışmasının bölgenin tanıtımına ve turizmine olan katkısına dikkat çekilmiştir. Koçyiğit (2020) tez çalışmasında da drone kullanarak fotogrametri yöntemiyle Mersin Anemurium Antik Kent alanının modelini çıkarmıştır. Çalışmada envanter oluşturulurken alandaki tüm taş yapılara odaklanılmıştır. Arkeolojik alanlardaki zor erişim koşullarında belgeleme ve koruma çalışmalarında drone

kullanımına değinilmiştir. Oluşturulan arşiv CBS tabanlı harita sistemleri üzerinden işlenerek dijital veri tabanı önerilmiştir (Tablo 2).

Literatürdeki diğer incelenen yapılarda 2D verilerin sisteme işlenerek bir veri tabanı önerildiği görülmektedir. Bu çalışmalar belirlediği alandaki yapıları hangi yönden sınıflandırdığına göre birbirlerinden farklılaşmaktadır. Örneğin Özcan ve diğ. (2020) çalışmalarında Eskişehir Odunpazarı bölgesinde belirlediği sokaklardaki yapıları tescilsiz yapılar, anıt eserler ve sivil mimarlık yapıları olarak üç grupta incelenmiştir. Çalışma kapsamında saha çalışması yapılmayıp gerekli kurumlardan elde edilen fotoğraf ve harita gibi veriler CBS tabanlı veri tabanına işlenmiştir. Çalışmada güvenlik risklerinden dolayı fiziksel arşive ek olarak dijital arşivinde gerekliliği üzerinde durulmuştur. Benzer şekilde Reis ve diğ. (2003) Trabzon alanı üzerinden çalışmalarında da elde edilen 2D verileri CBS tabanlı veri tabanına işleyerek (IHA-Immovable Historical Asset) yerel ölçekte dijital envanter tasarımı önerilmiştir. Ayrıca bu yerel ölçekteki girişimlerin ulusal tabanlı bir sisteme entegre edilmesinin önemine ve ulusal ölçekte bir arşiv oluşturulmasına dikkat çekilmiştir. Arşiv oluşturulurken yapıların tipolojik özelliklerine göre envanter numarası verilerek sınıflandırma yapılmıştır. Sürül ve diğ. (2003) de çalışmalarında Trabzon alanı üzerinden çalışmış ve kültürel miras varlıklarının dijital arşivini gerektiren bir web tabanlı sistemi ve sistem işleyiş sürecini önermişlerdir. Yücedağ ve Oğuz (2022)'in ise çalışmalarında sadece tescilli yapıları ele aldıkları ve fonksiyonlarına göre gruplandırma yapıldığı görülmektedir. Diyarbakır Sur İçi bölgesinde tarihi kentte bulunan yaklaşık 600 tescilli yapıdan oluşan plan, fotoğraf ve yazılı metinleri içeren bir web tabanlı bir bilgi sistemi önerilmiştir. Savran ve diğ. (2017) çalışmalarında ise Kırklareli kültür mirası yapılarını tescilli yapılar, tescilsiz yapılar ve sit alanları şeklinde grupladığı görülmektedir. Mevcut haritalar ve yersel ölçümler ile elde edilen yeni haritaların ArcGIS sistemine işlenerek planlar, fotoğraflar ve tescil fişlerinden oluşan bir envanter sistemi önerilmiştir. Okuyucu ve Somuncu (2012) çalışmalarında ise Osmaneli Kentsel Sit Alanı üzerinden tescilli yapıları ele alarak fonksiyonlarına göre bir envanter sistemi önermiştir. Alandaki hedef yapıların elde edilen verilerinin ArcGIS'e işlenmesiyle alanın korunması ve belgelenmesi adına dijital bir sistem çalışması önerilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Literatürde bulunan kültürel miras yönetiminde veri tabanı önerileri

	Çalışma Alanı	Kullanılan Dijital yöntem veya teknoloji	Elde Edilen Veri Tipleri	Arşiv Gruplaması	Amaç	Hedef	Sonuç
<b>Makale;</b> Arca ve diğ. (2018)	Safranbolu tarihi kenti	-Yakın mesafeli fotogrametrik yöntemi  -ArcGIS uygulaması	Fotoğraflar  Yapılara ait 3D Model  Arşivi	Fonksiyonlarına göre arşivlendirilmiştir  (Anıtlar, Yapılar ve Sit alanları)	Safranbolu kültürel mirasının 2D veriler ve üç boyutlu modellerinden oluşan bir bilgi sistemi oluşturulması amaçlanmıştır.	Tarihi yapılara ait tüm veriler (fotoğraf, video, mimari çizim vb.) ve modeller (3D ve VRLM) internet ortamında sunmak hedeflenmiştir.	Tarihi mekanların sürdürülebilir bir şekilde korunması, kayıt altına alınması ve gelecek nesillere aktarılmasında bir altlık oluşturulmuştur
<b>Makale;</b> Özcan ve diğ. (2020)	Eskişehir Odunpazarı (Çalışma alanı Beyler Sokak, Mücellit Sokak ve Kurşunlu Cami Sokaktan oluşmaktadır)	-ArcMap  -Google Earth  -CBS Tabanlı Erişim	Yapılara ait harita ve parsel bilgileri ve web ortamından elde edilen fotoğraflar	Alandaki yapılar;  Tescilsiz yapılar,  Anıt eserler,  Sivil mimarlık yapıları olarak analiz edilmiştir	Kültürel miras belgelerinin toplu bir şekilde tek bir yerde depolanması için uygun bir veri tabanı modeli geliştirilmiştir.	Yapılara ait kapsamlı bilgiler, mimari planlar ve üç boyutlu taramalarında sisteme işlendiği ve açık erişime sunulabilecek bir veri tabanı hedeflenmiştir.	Çalışma alanında kararlar ve yönelimler belirlenebilmek-te, alanın özelliğine göre fonksiyon kazandırma gibi önemli kararlar alınabilme fırsatı sağlanmaktadır.
<b>Bildiri;</b> Naycı ve diğ. (2003)	Antakya Zenginler İlçesi Koruma Alanı	-CBS Tabanlı Erişim (ArcView)  -CAD ortamında çizim	-Planlar  -Anket Sonuçları  -Fotoğraf  -Tarihi Bilgiler  -3D modeller	Çalışma alanındaki yapılar yapı tiplerine göre sınıflandırılmıştır.	Çalışma, Antakya örneğinde, geleneksel metodolojide yapılan değişiklikleri CBS'ye uyarlamak amacıyla belirtmeyi, ardından CBS'yi tartışmayı amaçlanmıştır	Çalışmada CBS sisteminin dezavantajlarına da değinilerek, sistem kullanıcılarına deneyim kazanmaları ve sisteme göre tekniklerini güncellemeleri ve yönünde hedef oluşturulmuştur.	Kültür mirasıyla ilgili doğru kararlar alabilmek için kentle ilgili bilgi yönetim sisteminin önemi büyüktür. Bu amaçla yönetimde CBS desteğinde kapsamlı bilgi veri tabanı oluşturulmalıdır.
<b>Bildiri;</b> Reis ve diğ. (2003)	Trabzon	-CBS Tabanlı Erişim	-Fotoğraf,  -Video,  -Grafik  -Yazılı metinler	Yapılar tipolojik özelliklerine göre envanter numarası verilerek sıralanmıştır.	Trabzon'da bulunan tarihi yapılar sayısallaştırılarak bir dijital envanter oluşturmayı amaçlanmıştır.	Tarihi Varlıklar Bilgi Sistemi adı verilecek bir yönetim planlaması tasarlanmak hedeflenmiştir.	Çalışmada yerel ölçekte üretilen bu veri tabanlarının ulusal tabanlı bir sisteme entegre edilerek ulusal bir veri tabanı elde etmek gereğine değinilmiştir.



<b>Makale;</b> Yücedağ ve Oğuz (2022)	Diyarbakır	-ArcGIS uygulaması - NetCad	-Planlar Fotoğraflar -Tarihsel Bilgiler	Sadece tescilli yapılar fonksiyonuna göre inceleme-ye alınmıştır.	Sur İçi tarihi kentindeki yaklaşık 600 tescilli tarihi yapıların web üzerinden sunulacak bir envanterini oluşturmak amaçlanmıştır.	Bölgede bulunan tarihi yapıların halk tarafından tanınabilmesi arttırmak ve turizmi olumlu etkilemesi beklenmektedir.	Çalışma kapsamında Sur İçi bölgesinde bulunan Tescilli Tarihi Yapılar için veri tabanı oluşturulmuş ve erişimi sağlanmıştır.
<b>Makale;</b> Dölek ve Çevik (2023)	Muş Malazgirt Savaş Alanı	-İHA (drone) -Yüksek çözünürlüklü kameralar -Sensörler ve 3B yazıcı	-Fotoğraf -3D Modeller - Nokta bulut görüntüleri	Malazgirt savaş alanındaki tüm yapıların ve alanın 3B modeli oluşturulmuştur.	Malazgirt gibi zorlu arazilerde yer alan kültürel miras eserlerinin İHA aracılığıyla belgelenmesi ve dijital ortama aktarılması, tanıtım ve turizme katkısı amaçlanmıştır.	Arşiv çalışması tarihi yapıların korunması ve restorasyonu, arkeolojik alanların belgelenmesi, turizm endüstrisi için pazarlama faaliyetleri ve daha pek çok alanda faydalar sağlayabilir.	Üç boyutlu taramalar sayesinde, kültürel miras alanlarının daha iyi tanıtılmasına ve farkındalığın artmasına yardımcı olunmuştur.
<b>Makale;</b> Sürül ve diğ. (2003)	Trabzon	-Web Tabanlı CBS -Windows XP - Sayfa Düzeni için kullanılan uygulamalar (Microsoft Front Page)	Fotoğraflar -Planlar -Yazılı Metinler -Video -Tescil Fişleri	Çalışma alanındaki kültür mirası yapılarına ID numarası verilerek envanter fişleri hazırlanmıştır.	Trabzon kenti için bir Dijital Kültürel Miras Veri Tabanı geliştirmek ve ağ olanakları yardımıyla diğer kullanıcılarla paylaşmaya yönelik bir araç sağlamaktır.	İleride verilerin güvenilirliği açısından düzenli aralıklarla kendini güncellemesi ve uygulanan çalışmanın farklı diller de çevrilmesi hedeflenmiştir.	Bu çalışmanın sonuçları, geliştirilen güvenilir veri tabanının yerel ve ulusal dijital kültür envanterinin oluşturulmasına katkı sağlayabilir.
<b>Tez;</b> Koyüğit (2020)	Mersin Anamur Anemuri-um Antik Kent alanı	-Uzaktan Algılama Teknikleri (İHA)  Fotogrametri  CBS Tabanlı Erişim	Fotoğraflar Haritalar 3B modeller Yazılı Metinler	Çalışma, Antik kent alanındaki tüm taş yapı türlerine odaklanarak envanter çalışması yapılmıştır.	Çalışma, özellikle arkeolojik alanların kalıcı kayıtlarının oluşturulması, kültürel mirasın yönetilmesi ve korunmasına için dijital veri tabanı oluşturmayı amaçlamaktadır.	Arkeolojik alanlarda belgeleme ve koruma çalışmalarında İHA kullanımına örnek olmak ve diğer arkeolojik alanlar içinde altlık oluşturmak hedeflenmektedir.	Arkeolojik alanlarda gelişen teknolojik gelişmelerden faydalanılarak verilerin dijitalde derlenmesinin kültürel miras varlıklarına katkısını ortaya koymaktadır.

<b>Bildiri; Okuyucu ve Somuncu (2012)</b>	Bilecik Osmaneli Kentsel Sit Alanı	-ArcGIS 9.3 yazılımı (CBS) -CAD ortamında çizim -Fotoğraflar hyperlink eklenmiştir.	Fotoğraflar Planlar Yazılı metinler Tescil Fişleri	Çalışma alanındaki tescilli yapılara odaklanılarak yapı türlerine göre envanter hazırlanmış-tır.	Kültürel miras yönetiminde CBS kullanımının önemine değinmek ve alan çalışması üzerinden veri tabanı oluşturmak amaçlanmıştır.	Osmaneli Kentsel Sit Alanı miras varlıklarının envanterinin oluşturulmasıyla bu değerlerin korunması ve dokümantasyonunda sağlayacağı katkılar belirlemek hedeflenmektedir.	Sonuç olarak tarihi yapılar ile ilgili önemli yapısal ve tarihi bilgilerin araştırmaları hızlıca yapılması imkanı olmuştur.
<b>Makale; Savran ve diğ. (2017)</b>	Kırklareli	-ArcGIS 10 -Microsoft Access -Yersel ölçümler ile yeni haritalar üretilmiştir.	Planlar Haritalar Fotoğraflar Tescil Fişleri	Çalışma alanındaki yapılar; Tescilli yapı Tescilsiz yapı Sit alanları şeklinde kategorize edilmiştir.	Koruma ve belgeleme amacıyla Kırklareli kültür varlıklarını tek bir veri tabanında bütüncül şekilde ele almak ve kalıcı belge oluşturmak amaçlanmıştır.	Çalışma kapsamında hazırlanan yapılara ait kategori ve sınıf bilgilerinin başka alanlardaki, benzer çalışmalara altlık oluşturması hedeflenmektedir.	Çalışmada kültürel mirasın tek bir platformda derlenmesi, düzenli bir şekilde güncellenen bir altyapıya dönüştürülme-si avantajı olmuştur.
<b>Tez; Anaç (2022)</b>	Gaziantep	-HBIM -CAD ortamında çizim	Planlar Fotoğraf 3D Modeller Tescil fişi	Gaziantep Bey Mahallesindeki tescilli yığma taş sivil yapılar	Tüm bilgilerin tek bir platformda depolanabileceği, bir bilgi kütüphane sisteminin tasarlanması amaçlanmaktadır.	Tarihi yapılara ait verilerin 3 boyutlu sistemlerde yer alması yapının daha kolay anlaşılmasına da olanak verecektir.	Verilerin depolanmasında kullanılacak 3D HBIM ile entegre bir dijital arşiv modeli geliştirilmiştir.

Ayrıca literatür araştırmalarında ele alınan ve Türkiye kapsamında gerçekleştirilen dijital kültürel miras envanter projelerinden İstanbul Kültür Envanteri (Kudde, 2019) ve TEBİS (Cevat ve diğ., 2012) çalışmaları da incelenmiştir. İstanbul Kültür Envanter Projesinde İstanbul'da bulunan tescilli ve tescili önerilecek yapılarından oluşan, 2D arşiv sunan, sorgulanabilen ve güncel durumunu gösteren sayısal bir veri tabanı oluşturulmuştur. Kayseri ili için geliştirilen TEBİS kent bilgi sisteminde ise 2D veriler (harita, fotoğraf, plan) ve 3D modellerden (ortofoto) oluşan bir arşiv oluşturularak ve alan çalışmaları ile desteklenerek elde edilen verilerin tüm veriler sayısal ortama aktarımı sağlanmıştır.

#### 4.DEĞERLENDİRME

Literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları olduğu görülmektedir. Çalışmalarda veri tabanı oluşturma işlemi elde edilen yapı bilgileri ve tescil özellikleri sisteme işlenmesi şeklinde uygulanmıştır. Fakat genel olarak çalışmaların bölgesel ölçekte olduğu ve saha çalışmasının yetersiz kaldığı görülmektedir. Çalışmaların birçoğunda sahada teknolojik yöntemlerden faydalanılarak güncel 3D modellerin geliştirilmediği yalnızca elde edilen 2D verilerin sisteme işlendiği görülmüştür. İstanbul ve Kayseri kültür envanteri projeleri haricinde literatürdeki birçok uygulamanın açık erişime sunulmadığı veya sunulsa bile günümüzde erişimi olmadığı görülmektedir. İstanbul ve kültür envanteri projesinde de arşivin 3D modellerle zenginleştirilmesi yönünde öneri sunulmaktadır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Literatürden ve uluslararası kaynaklardan incelenen çalışmaların değerlendirilmesi

Referans	Çalışmanın yapıları Gruplama Ölçeği			Dijital Elde Edilen veriler				Envanter oluşturma Süreci				Çalışılan meslek grupları		Web Sayfasının Erişim Şekli	
	Sit Alanı Sınıflaması	Tescilli yapı sınıflaması	Sivil Mimarlık yapıları	2D ve CAD Verileri	Fotogrametri Yöntemi	Drone (İHA)	BIM veya HBIM	Veri Toplama	Anket yöntemi	Verileri Sınıflandırma	Verileri Sisteme İşleme	Tek Disiplinli çalışma	Disiplinler arası entegre sistem tasarımı	Açık Erişim	Kısıtlı Erişim
Arca ve diğ. (2018)	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓			✓
Özcan ve diğ. (2020)	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓			✓
Naycı ve diğ. (2003)	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓			✓
Reis ve diğ. (2003)	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓			✓
Yücedağ ve Oğuz (2022)		✓		✓				✓		✓	✓	✓			✓
Dölek ve Çevik (2023)	✓			✓		✓		✓		✓	✓	✓			✓
Sürül ve diğ. (2003)	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓			✓
Koçyiğit (2020)	✓			✓		✓		✓		✓	✓	✓			✓
Okuyucu ve Somuncu (2012)	✓			✓				✓		✓	✓	✓			✓
Savran ve diğ. (2017)	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓			✓
Anaç (2022)		✓		✓			✓	✓		✓	✓		✓		✓
İstanbul Kültür Envanteri	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓		✓	✓	
TEBİS	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓		✓	✓	

Agustin ve Quintella (2019)	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Angel ve diğ. (2017)	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓		✓	✓	
Kondo ve diğ. (2015)	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓		✓	✓	

Literatürde uluslararası veri tabanlarında incelenen bazı çalışmaların daha kapsamlı ele alındığı görülmektedir. Çalışmanın ulusal ölçüğe yayılması gerektiği konusunda bilinç uyandırıldığı, teknolojik gelişmelerden son derece faydalandığı, ekip çalışmasından oluştuğu ve önerilen sisteminde disiplinler arası kullanıma uygun hazırlandığı görülmektedir. Örneğin Agustin ve Quintella çalışmalarında (2019), Aragon'un kültür mirası envanterinin çıkarılması amacıyla bir protokol ve metodoloji oluşturmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla sürecin disiplinler arası olması ve heterojen bilgi akışı içermesinden dolayı mimar, mühendisi tarihçi, arkeolog vb. arasındaki iletişimi kolaylaştırmasına da dikkat eden bir metodoloji sunulmuştur. Bu metodoloji, binanın eksiksiz bir görünümünün kataloglanmasına olanak tanıyan, korunması, belgelenmesi ve erişimi için katmanlı bir destek üzerine entegre edilebilen bir HBIM modelidir. Aynı amaçların Angel ve diğ. (2017) çalışmalarında da Hamilton'ın mevcut mirasının envanteri (DBHI) için veri tabanı önerisinde de görülmektedir. Ayrıca Kondo ve diğ. (2015)'de Bat için önerdikleri Bat Dijital Miras Envanteri (BatDHI), açık kaynaklı coğrafi sistemi ile web tabanlı harita motorunun kombinasyonu ile tasarlanmıştır. Sistem karar alma ve planlama dahil hem saha çalışmalarına hem de yönetime yardımcı olmaktadır. Tüm bu çalışmalarda veri tabanlarındaki nesnelere yaşam döngüsü boyunca araçlar ve diğer sistemlerle birlikte çalışılabilirlik imkânı sağlamak ve bu şekilde bilgilerin yönetimi ve sorgulanması yapılabilen güncel bir sanal platform önerilmektedir.

Dijital kültürel miras envanter veri tabanı tasarımında, ulusal ölçekte olması, 2D ve 3D veri sunan zengin arşive sahip olması ve açık erişimde olması en etkin ve önemli kriterlerdir. Fakat değerlendirmeye alınan çalışmalar incelendiğinde bu kriterlerin hepsine sahip olan çok az çalışma olduğu görülmektedir. Günümüzün gelişen teknolojik koşullarında yerel ölçekte oluşturulan bu girişimlerin tek bir ulusal veri tabanında ele alınması ve uluslararası hale getirilmesi için de çalışmaların arttırılması gerekmektedir. Ayrıca oluşturulan arşivler ve saha çalışmasında veri elde etme yöntemleri incelendiğinde teknolojik gelişmelerden yeterince faydalanılmadığı görülmektedir. Özellikle Endüstri 4.0 teknolojilerinden faydalanılarak kültür mirası alanlarına entegre edilen sistemler ile alandan veri alınmaya devam edilebilmesi, takibinin yapılabilmesi ve doğal felaket gibi beklenmedik olaylarda iletişimin devam ettirilebilmesi önemlidir. Ayrıca bir diğer önemli konu da tarihi yapılarla yönelik yapılacak bu

tarz çalışmalarda farklı disiplinlerdeki uzmanların iyi bir iş birliği içinde çalışabilmesi, verilere ortak paylaşımli ulaşabilmesi ve süreçlerin birlikte yürütülmesi önemlidir (ICOMOS, 2003). Bu nedenle ortak erişimli ve etkileşimli dijital bir envanter sistemine ihtiyaç duyulmaktadır.

#### 4. SONUÇ

Toplumların geçmişlerini yansıtan ve önemli izler bırakan kültürel miras varlıklarının korunması ve geleceğe güvenle aktarılabilmesi insanlığımızın ortak sorumluluğudur. Bu sorumluluğu yerine getirirken günümüzün artan teknolojisinden faydalanmak önemlidir. Bu sayede veri elde etme sürecinden verilerin kayıt altına alınmasına kadar ki tüm işleyişte hem zamandan hem de işgücünden tasarruf sağlanabilmektedir. Böylece daha güvenilir ve kesin sonuçlar elde edilebilmekte, bulut tabanlı sistemler sayesinde çok daha küçük alanlarda verilerin saklanabilmesi sağlanmakta ve olası risklerden fiziksel verilerin dijitaldeki yedekleri sayesinde korunması sağlanmaktadır. Bilgi işlem tekniklerinin gelişmesi ve bilgisayar teknolojilerinin artmasıyla ağ sistemleri yaygınlaşmakta ve birçok kullanıcıya aynı anda erişim fırsatları sağlanabilmektedir. Kullanıcıların her zaman erişimine açık ve sık sık kendini güncelleyen arşiv oluşturmak kültürel miras yönetimi sürecinde önemli rol oynamaktadır.

Bu çalışma kapsamında kültürel miras yönetiminde dijitalleşme girişimleri Türkiye kapsamında incelenerek bu gelişmelerden ne derece faydalanabildiği ve ne durumda olduğuna dair bilinç oluşturularak etkin kriterler belirlenmiştir. Bu amaçla literatürde bulunan dijital veri tabanı önerileri ile uygulamaya geçilmiş projeler ele alınmıştır. Bu çalışmalar incelenerek mevcut durum analizleri yapılmıştır. Çalışmaların durumu ile olması gereken kriterler kapsamında kıyaslamalar yapılmıştır. Dijital kültürel miras yönetimine uygun bir veri tabanı tasarımında; ulusal ölçekte ele alınması, zengin bir arşive sahip olması (2D ve 3D verileri içeren), disiplinler arası çalışmaya uygun tasarımda olması ve açık erişim olanağı ile kullanıcılara açılması en önemli ve acil kriterlerdir. Çalışma bu konuya dikkat çekerek ulusal ölçekte etkin bir veri tabanı tasarımına olan ihtiyaca değinmektedir. Bölgesel ölçekte yapılan bu çalışmaların ulusal bir web tabanlı veri tabanına entegre edilebilmesi ve verilerin aktif hale gelmesi önemlidir. Böyle bir web tabanlı veri tabanı sayesinde yerel ve ulusal miras alanları dünya çapında küreselleşerek kalıcılığı sağlanabilir ve yayınlanma fırsatına sahip olabilir.

## KAYNAKÇA

- Agustín, L., & Quintilla, M. (2019). Virtual reconstruction in BIM technology and digital inventories of heritage. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 25-31.
- Anaç, M. (2022). HBIM destekli dijital arşiv modeli, Doktora Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gaziantep, Türkiye.
- Angel, V., Garvey, A. ve Sydor, M. (2017). Durand mahalle mirası envanteri: Hamilton'da miras planlamasına yönelik şehir çapında dijital bir araştırma yaklaşımına doğru. *ISPRS Fotogrametri, Uzaktan Algılama ve Uzamsal Bilgi Bilimleri Yıllıkları*, 4, 265-270.
- Arca, D., Seker, D. Z., Alkan, M., Karakıs, S., Bayık, C., & Acar, H., (2018). Development of web-based GIS for the cultural heritage of safranbolu, Turkey. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 5(3), 368-377.
- Cevat, F., Özokutan Alp, H., Daysal, E., Küçük, B., Toprak, M. F., Taşyürek, M. (2012). Kent Bilgi Sistemi Kapsamında Oluşturulan Tarihi Eser Bilgi Sistemi (TEBİS), V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), 16-19 Ekim 2012, Zonguldak.
- D. Savran, G. Tuna, F. Macit ve R. Daş. (2007). "Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak taşınmaz kültür envanterinin hazırlanması: Kırklareli ili örneği", *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, c. 8, sayı. 1, ss. 147-158, Mar.
- Deren, A. S. (2006). Sanal Ortamda Kültürel Miras Enformasyon Sistemlerinin Kurulması ve Türkiye İçin Durum Analizi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dölek, İ., & Çevik, A. (2010). Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi Ve Arkeolojik Yüzey Araştırması Projesi Kapsamında Malazgirt İlçesi Sınırlarında Bulunan Kültürel Miras Eserlerin 3B Modellemesi: Bir Kültür Envanteri Çalışması. *Kültürel Miras Araştırmaları*, 4(1), 43-48.
- Ervin, J., Sekhran, A., Dinu, A., Gidda, S., Vergeichik, M., & Mee, J. *Protected areas for the 21st century: Lessons from UNDP/GEF's Portfolio*. UNDP.
- Halaç, H. H., & Ögülmüş, V. (2021). Kültürel Miras Verilerinin Dijital Olarak Depolanması: Openheritage3d Örneği. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 11(2), 521-540.
- Hofstede, G. (1980). *Culture's Consequences: International Differences In Work Related Values*, Beverly Hills, Calif, Sage.
- ICOMOS. (2003). *Mimari Mirasın Analizi, Korunması Ve Strüktürel Restorasyonu İçin İlkeler*
- İSMEP Kitap Rehberi, (2014). Kültürel mirasın korunması. *İstanbul Valiliği, İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB). Akademik Danışman: Zeynep Gül Ünal. İstanbul.*
- Koçyiğit, F. U. (2020). *Arkeolojik Alanlarda İnsansız Hava Aracı (İha) Kullanarak Coğrafi Bilgi Sistemi (Cbs) İçin Veri Tabanı Oluşturma: Anemurium Antik Kent Örneği* (Doctoral dissertation, Necmettin Erbakan University)
- Kudde, E. (2019). İstanbul Kültür Varlıkları Envanteri Projesi 2015-2019. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 1(22), 80-86.
- Kondo, Y., Miki, T., Kuronuma, T., & Oguchi, T. (2015). On-site digital heritage inventory development at Bat, Oman. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2, 145-152.
- Naycı, N., Bilgin-Altınöz, AG ve Şahin-Güçhan, N. (2003). Antakya'da Bir Kentsel Koruma Projesinde CBS Kullanımının Değerlendirilmesi. XIX CIPA Sempozyumu Bildiri Kitapları. Antalya: CIPA.

- Okuyucu, A., & Somuncu, M. (2012). Osmaneli kentsel sit alanındaki kültürel mirasın korunmasında CBS'nin önemi. *VII. Coğrafya Sempozyumu*, 134-145.
- Ormanlı, O. (2012). Dijitalleşme ve Türk Sineması. *Türk Çevrimiçi Tasarım Sanatı ve İletişim Dergisi*, 2 (2), 32-38.
- Özcan, C., Sözbilen, S., & Demir, Ö. (2020). Kültürel Miras Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Desteği: Odunpazarı Örneği. *GSI Journals Serie B: Advancements in Business and Economics*, 3(1), 47-74.
- Reis, S., Nişancı, R., Yıldırım, V., İnan, H. İ. ve Yomralıoğlu, T. (2003). Bir Taşınmaz Tarihi Varlık Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması: Trabzon Örneği. XIX CIPA Sempozyumu Bildiri Kitapları. Antalya: CIPA.
- Sürül, A., Özen, H., & Tutkun, M. (2003). ICOMOS Digital Database of the Cultural Heritage of Trabzon. XIX CIPA Symposium Proceedings. Antalya: CIPA.
- UNESCO. (1972). Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage
- Yücedağ, E., & Hakan, O. Ğ. U. Z. (2022). Tarihi Yapılar İçin Web-Tabanlı Bilgi Sisteminin Oluşturulması: Diyarbakır Örneği. *Turkish Journal Of Forest Science*, 6(2), 566-587.



## METaverse EVRENİNDEKİ MİMARİ TASARIM ÜRÜNLERİ ÜZERİNDEN BİR DEĞERLENDİRME

**Asuman BOSTAN**

Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı

**ORCID ID:** 0009-0001-2107-4688

**Doç. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY**

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0003-1903-9119

### ÖZET

Metaverse, fiziksel ve dijital yaşamları birleştiren, avatarlar ile temsil edilen sanal gerçeklikte sosyalleşebilen çevrimiçi bir alandır. Metaverse kavramına duyulan ilgi, dünya genelinde her geçen yıl artmakta ve teknoloji liderleri bu evren için yatırımlar yapmaktadır. Bu yatırımlar AR, VR, yapay zeka, simülasyon yöntemleri, sistem entegrasyonu vb. dördüncü sanayi devrimi bileşenlerinin entegrasyonu ile zenginleşmekte ve farklı disiplinlerin metaverse evrenine katılım sağlamasına imkan sunmaktadır. Bu çalışma, fiziksel dünyanın oluşumunda önemli bir disiplin olan mimarlık alanının yeni dijital dünya üzerindeki etkisini odak noktası olarak almaktadır. Günümüzde metaverse evrenindeki sanal yaşam alanların planlanması ve değişimi tasarımcı olan mimarların ürünleri üzerinden tartışılacaktır. Bu noktada metaverse evreninde mimarların rolü, mimari tasarım süreciyle ortaya konan ürünlerin gerçek ile ilişkisi, sergilenen tasarım tutumları incelenerek fiziksel dünya ile bağları ve mimari kaygıları tespit edilecektir. Nitel araştırma yöntemlerinden iz sürme tekniği ile metaverse evrenine iş yapan uluslararası ünlü mimarlık ofislerinin tasarımları elde edilecektir. Tespit edilen kent, bölgesel, sosyal alanlar ve yapı ölçeğindeki örneklem grupları tablolar aracılığı ile analiz edilecektir. Bu çerçevede mimarlık ofislerinin yeni dijital dünya içerisindeki tasarımlarının fiziksel dünya ile bağlamı, sanal evren içindeki kullanıcı olanakları öngörülerek karşılaştırılacaktır. Sonuç olarak ortaya konan araştırmanın mimarlık disiplini ile metaverse etkileşiminin tartışmasına katkı sağlayacağı, özellikle bu yeni kavramın mimari tasarım sürecindeki durum tespiti ile literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Metaverse, Sanal evren, Mimarlık, Tasarım Ölçeği

## AN EVALUATION THROUGH ARCHITECTURAL DESIGN PRODUCTS IN THE METAVERSE UNIVERSE

### ABSTRACT

Metaverse is an online space that combines physical and digital lives and can be socialized in virtual reality, represented by avatars. Interest in the concept of metaverse is increasing year by year around the world, and technology leaders are making investments in this universe. These investments are enriched by integrating the components of the fourth industrial revolution, such as AR, VR, artificial intelligence, simulation methods, system integration and so on, and allow participation in the metaverse universe of different disciplines. This study focuses on the impact of architecture, an important discipline in forming the physical world, on the new digital world. Today, the planning and change of virtual living spaces in the metaverse universe will be discussed through the products of the architects who are designers. At this point, the role of architects in the metaverse universe, the relationship of the products laid out in the architectural design process with the truth, the design attitudes exhibited will be examined and their ties with the physical world and architectural concerns will be determined. With tracking qualitative research methods, the designs of the internationally famous architectural offices that do business in the metaverse universe will be obtained. The identified city, regional, social areas and sample groups on the scale of the structure will be analyzed through the tables. In this context, the context of the designs of the architectural offices in the new digital world with the physical world will be compared with the user opportunities in the virtual universe. As a result, the research presented will contribute to the discussion of the interaction between the architectural discipline and the metaverse; significantly, this new concept will contribute to the literature with due diligence in the architectural design process.

**Keywords:** Metaverse, Virtual Universe, Architecture, Design Scale

### 1.GİRİŞ

Metaverse, Neal Stephenson'un 1992 yılında yazdığı Snowcrash isimli bilim burgu romanında ilk kez bir terim olarak ortaya çıkmıştır. İnsanların gerçek dünyayı yansıtan üç boyutlu bir alanda birbirleriyle ve yazılım ajanslarıyla avatarlar aracılığı ile etkileşime girdikleri bir dünyadır metaverse (Stephenson, 1992). Metaverse evreni kullanıcıların kendi yarattıkları avatarlar ile sanal dünyalar içerisinde sosyalleşebildikleri günümüz teknolojisinde henüz tam varlığı bilinmeyen yeni bir dünyadır. Mevcut teknolojik gelişmeler ile aslında içinde var olduğumuz bu evren geleceğin sosyal mekanları, belki de tek bir çatıda birleştirilen

sosyal medya ortamı olacaktır. Metaverse, Facebook'un kurucusu Mark Zuckerberg tarafından 28 Ekim 2021 tarihinde Facebook'un içindeki tüm şirketleri 'Meta' Çatısı başlığı altında birleştirmesiyle merak uyandıran bir kavram olmuştur. Bu meta çağrısı üzerine birçok araştırmacı literatürde metaverse kavramı için çalışmalara başlamış ve birçok firma, büyük teknoloji şirketleri metaverse evreni için yatırımlar yapmaya başlamıştır. Büyük firmaların bu metaverse evreni içinde var olma istekleri, bu evrene tasarımlar üreten tasarımcı ve mimarlar ihtiyacı doğurmuştur. Metaverse evreni tanımı henüz değişkenlik gösterdiğinden dolayı günümüz teknolojileri ile bağlantısı incelenmelidir. Bu çalışmada, ilk olarak metaverse evrenini anlamak için onun bileşenlerine değinilecektir. Sonrasında Metaverse evreninde, ünlü mimarlık ofislerinin tasarladıkları mimari ürünleri hangi alanlarda bu platformu kullanabileceği, mimarların rolü, mimari tasarım süreciyle ortaya konan ürünlerin gerçek ile ilişkisi, sergilenen tasarım tutumları incelenerek fiziksel dünya ile bağları ve mimari kaygıları tespit edilecektir. Çalışmanın amacı, dijital dönüşüm sürecinde metaverse teknolojisinin kullanılabileceği alanların belirlenmesi, mimarlık ofislerinin yeni dijital dünya içerisindeki tasarımlarının fiziksel dünya ile bağlamı, sanal evren içindeki kullanıcı olanakları öngörülerek karşılaştırılmasıdır. Araştırmada güncel kaynaklarda ve mimarlık ofislerinin kendi web sitelerinde metaverse evreni için tasarladıkları kent, bölgesel, sosyal alanlar ve yapı ölçeğindeki örneklem grupları şeklindeki örnekler kategorize edilmiştir. Taranan kaynaklar sonucunda dijitalleşme çağında, mimarların metaverse evreni tasarımlarının oluşumunda etkin bir role sahip olduğu, tasarım dilinin farklılaşması ile mimarlık ve metaverse etkileşiminin tartışılması gerektiği tespit edilmiştir. Araştırmada dijitalleşme sürecinde, metaverse evrenine iş yapan ünlü mimarlık ofislerinin tasarımlarından örnekler seçilmiştir. Elde edilen bulgular kapsamında metaverse ile mimarlık etkileşiminin, tasarım dili ve niteliğinin günümüzde nasıl şekillendiğinin görülmesi önemlidir ve araştırma metaverse evreninde mimari tasarım yaklaşımlarının gelişmesi olarak literatüre katkı sağlaması düşünülmektedir.

## 2.METAVERSE EVRENİNE KAVRAMSAL YAKLAŞIM

Metaverse, fiziksel gerçeklik ve sanallığın birleşimi olan içerisinde birden çok kullanıcının olduğu sürekli ve kalıcı bir gerçeklik ötesi evrendir. İçerisinde birçok ileri teknolojiyi barındıran kullanıcıların dünyalar arasında seyahat edebileceği sanal dünyalar ağıdır. Antik Yunancada "meta" ön eki sonrası, ötesi anlamına, "verse" ise evren anlamına gelmektedir. Metaverse terimi, fiziksel gerçekliği dijital sanallıkla birleştiren, sürekli ve kalıcı, çok kullanıcı bir ortam olan, mevcut evrenimizin ötesine geçen teknolojik bir post-gerçeklik evrenidir (Mystakidis, 2022). Stephenson'un kitabı "Snow Crash" basılması ile sanal

dünyaların oluşabileceğini kanıtlanmıştır. Sanal dünyalar, fiziksel konumlardaki kullanıcıların eşzamanlı olarak etkileşim kurarak çeşitli amaçlar için buluşabildikleri, bilgisayarlar tarafından oluşturulmuş çevrim içi ortamlardır. (Yıldız & Bozkurt, 2023). Metaverse evrenini anlamak için öncelikle sanal dünya ağları ve bileşenlerini anlamak gerekmektedir. Metaverse evreninin bileşenlerini ve teknolojilerini, artırılmış gerçeklik (AR), genişletilmiş gerçeklik (XR), karma gerçeklik (MR), sanal gerçeklik (VR), yapay zeka (AI), dijital ikiz, Blockchain-NFT ve Web3 olarak ortaya konulmaktadır. Bu bileşenler metaverse evreninin henüz tam anlamda oluşturmuş olmasalar da hangi bağlamda gelişebileceğini ve metaverse 'ün erken dönemini anlaşılır kılacaklardır.

### **2.1.Web Teknolojileri: Web1/Web2/Web3**

WEB 1.0 1989 yılından 2005 yılına kadar olan süreçte kullanıcıların etkileşimden yoksun olan tamamen bilgi okuma ve bulma özelliği olan bir teknolojidir. WEB 2.0, 2005 yılından günümüze kadar olan süreçte sosyal medya ile etkileşim kazanmıştır. WEB 2.0, aynı zamanda sosyal web olarak da bilinmektedir. WEB 3.0, internetteki verilerin mülkiyetinin ve kontrolünün tek merkezde olmadığı bir yapıdır. Blockchain teknolojisi ile internetteki güven gerekliliği ortadan kalkmaktadır. WEB 3.0, farklı teknolojik bileşenler birleşerek daha sürükleyici bir yapıya kavuşacaktır. Metaverse evreninde bağlantının internet üzerinden olduğu düşünüldüğünde Web gelişimleri en önemli teknolojilerden biri haline gelmektedir.

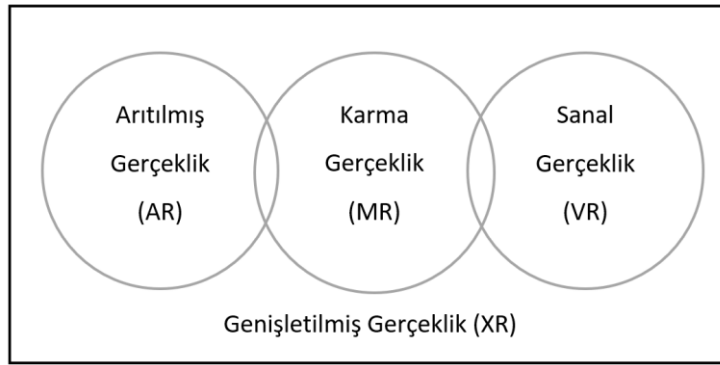
### **2.2.AR, VR, MR, XR Teknolojileri**

Artırılmış Gerçeklik (AR) sanal nesnelere, fiziksel alanlara eşzamanlı olarak birleştiren bir teknolojidir (Efendioğlu, 2022a). AR, gerçek dünyayı dijital teknolojiler kullanarak zenginleştirir ve tamamlar. AR da gerçeklik ve sanallığın birleştirilmesi, gerçek zamanlı etkileşimlerin oluşturulması ve ürünlerin üç boyutlu olarak görüntülenmesi mümkündür (Azuma, 1997). Akıllı telefonlar ile deneyimlemek mümkün olduğundan en iyi algılanan gerçeklik dünyasıdır.

Sanal Gerçeklik (VR), kullanıcının üç boyutlu ortamlarda görsel ve işitsel olarak var olabildiği bir teknolojidir. VR, üç boyutlu nesnelere etkileşim kurmak için farklı bir ortama girme deneyimidir. Sanal gerçekliği deneyimlemek için VR başlığı giyilmelidir (Li ve ark., 2021). VR, insanlara farklı bir dünyada olma hissini fiziksel olarak duyumsatmaktadır. VR teknolojisi özellikle oyunlarda, müze gezilerinde, filmlerde, gezegenlere ve yıldızlara yolculukta, cerrahi eğitimlerde kullanılmaktadır (Efendioğlu, 2022a).

Karma Gerçeklik (MR) tanımlanması karışık bir kavramdır ve tanımı zaman içinde çeşitlenerek çağdaş teknolojik eğilimleri ve anlatıları yansıtmıştır (Mystakidis, 2022). MR, artırılmış ve sanal gerçekliği bir araya getirir. Bu yüzden daha kapsamlı ve işletmeler tarafından daha çok tercih edilen gerçekliktir.

Genişletilmiş Gerçeklik (XR) tüm sanal gerçeklik teknolojilerini kapsamaktadır. X herhangi bir teknoloji bağlantısını temsil eden bir değişkendir. Kapsadığı kavramlar arasında Sanal Gerçeklik (VR), Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Karma Gerçeklik (MR) olup, bu gerçeklikleri mümkün kılan teknolojileri de içermektedir (Efendioğlu, 2022a)(Şekil 1).



Şekil 1. Gerçeklik Teknolojileri İlişkisi

### 2.3.Blockchain (Blok zinciri)- NFT (Non-Fungible Token)

Barındırdığı ağ yapısı ile herhangi bir verinin genel blok zincirine katılmasına, ayrılmasına, okumasına olanak tanıyan, farklı sistemler arasında birlikte çalışabilirlik prensibinde ve merkezi olmayan bir yapıya sahip teknolojidir (Tang & Hou, 2022). Blockchain kullanıcıların verilerini garanti alan bir teknolojidir. Dijital ekonomiyi sürdürmek için ayrıca blok zincir teknolojisi ile çalışan NFT ile de dijital ürünler alınıp satılabilmektedir. NFT sadece dijital eserleri içeren, benzeri olmayan bilgisayar kodlarının ya da fiziksel eserlerin sanal temsilcisi ile doğrudan yahut açık artırmayla yapılan satışı olarak tanımlanır (Visconti ve Aydın, 2022). NFT basit tabiriyle sahiplik belgesidir. Blockchain teknolojisi sanal arazi sahipliğini koruyabilir.

### 2.4.Yapay Zeka

Bilgisayarlar veya ona bağlı çalışan araçların, anlamlandırma, akıl yürütme, genelleme yapabilme, deneyimleme ve öğrenme gibi zihin faaliyetlerini yapabilme yeteneğidir (Nabiyev, 2005). Yapay zeka insan zekasını taklit edebilen ve kendisini geliştiren sistem ya da makinelerdir.

## 2.5. Dijital İkiz

Dijital İkiz teknolojisi, yapay zeka yardımı ile istenilen özelliklere sahip nesnelerin dijital modellerini oluşturmaktadır (Fernandes, 2023). Fiziksel objelerin sanal modellerinin sensörler ile tasarlanmasıdır. Bu sensörler ile simülasyonlar ve performans analizleri yapılabilmektedir. Böylece mevcut durumun optimizasyonu sağlanabilmektedir. Metaverse'ü etkin bir biçimde kullanabilmek için bu bileşenlerin entegrasyonuna ihtiyaç vardır. Birbirleriyle bağlantılı olan bu teknolojiler çevrimiçi sanal dünyalar arasındaki avatar iletişimlerini sağlama, gerçekliğe yakın bir deneyim yaşatma, farklı alanlarda kullanım yararı sağlama gibi faaliyetlere imkân tanımaktadır.

## 3. METAVERSE'ÜN YAPISI (METAVERSE MİMARİSİ)

Metaverse, gerçek zamanlı bilgi işleme yöntemine sahip bir sanal dünyadır. Metaverse; dijital kimliklerin, deneyimlerin ve mülklerin bir yerden, olaydan veya etkinlikten diğerine hareketliliğini sağlamak için yüksek derecede birlikte çalışabilirlik sunan merkezi olmayan bir platformdur (Efendioğlu, 2022b). Metaverse evreninde kullanıcılar sanal kimlikler oluşturabilmektedir. Bu da gerçek ya da sosyal sosyalleşmeyi artırmaktadır. Kullanıcılar metaverse evreninin eş zamanlılık özelliği ile yer ve zaman kısıtlaması olmadan oturum açabilmektedir. Van Rijmenam'a göre metaverse 'ün oluşmasında dikkate alınması gereken temel altı yapı vardır. Teknolojilerle birlikte çalışma, tek merkezi olmama, kalıcılık, mekansallık, topluluk odaklı olma ve egemenliktir. Metaverse teknolojileri kendi içinde birlikte çalışabilir. Bu sayede bir platform için üretilen dijital ürün diğer platformlara da aktarılabilir. Tek bir merkeze sahip değildir. Bu da her kullanıcı kendi sanal varlığını kontrol edebilir. Metaverse tasarımında geçerli olan kalıcılık kavramı, gerçek dünyadaki binaların kalıcı olmasına benzer şekilde oluşturulan içeriğin yalnızca tasarımcısı tarafından mülkiyet hakkına sahip olabilmesidir (Van Rijmenam, 2022). Mekansallık avatarların bulunduğu ortamı oluşturur. Mekan üretimi kaygısı mimarlar için önemli bir noktadır. Topluluk odaklılık, metaverse de isterse belirli oluşumlar için yaratılmış gruplara dahil olunabilmektedir. Kullanıcıların kendi belirlediği sınırlar dahilinde bu evrene egemen olabileme ihtimali bulunmaktadır.

### 3.1. Metaverse Platformları

Metaverse platformları tasarımcıların ve firmaların oluşturduğu proje tabanlı evrenlerdir. Platformlar en yaygın şekilde oyun tabanlı ortamlarda meydana çıkmaktadır. Büyük markalar ve teknoloji kurumları kendi Metaverse evrenlerini oluşturmayı hedeflemektedirler. Firmalar bu sanal dünyadan faydalanmak için kendi markaları altında Metaverse kurma ve satışlarını

artırma eğilimindedir (Efendioğlu, 2022b). Her kullanıcının içerik üretmesine ve sanal dünyalar oluşturmaya olanak veren bir dünya oluşmaktadır.

Roblox, 2006 yılında David Baszucki ve Erik Cassel tarafından oyun piyasasına sürülen Roblox, Lua programlama diliyle kodlanmıştır (Levy, 2022). Gençler tarafından tercih edilen bu platform oyunu, sosyal medyayı ve ticareti birleştirmektedir. Kullanıcılar oyun içinde; eklentiler satın almak için yine Rubux kripto para birimini kullanmaktadır (Efendioğlu, 2022b).

Fornite, 2017 yılında ortaya çıkmış, çevrimiçi oyun tabanlı bir uygulama olarak dünya çapında popüler olmuştur. Günümüzde yaklaşık kullanıcı kapasitesi 350 milyona ulaşmıştır. Oyuncular birlikte konserlere gidebilmekte, film izleyebilmekte ve arkadaşları ile sohbet edebilmektedir (Efendioğlu, 2022b). Fornite uzun zamandır kullanılan bir savaş oyunu alt yapısına sahip günümüzde tüm dünyada yaygın olarak kullanılan bir platformdur.

Sandbox, 2012 ortaya çıkan bu platform mobil bir oyun olarak piyasaya sürülmüştür. Pixowl şirketi bu oyunu, 2018 yılında Blockchain teknolojisi ile birleştirmiştir. Bu platform da kullanıcılar SAND isimli tokenler ile etkileşime girmektedirler. Sandbox, oyuncuların başkalarıyla etkileşime girebileceği, dünya içi yapılar inşa edebileceği ve yaratıcılıklarından para kazanabileceği Ethereum blok zincirinde barındırılan zengin bir 3D tabanlı Metaverse platformudur (Efendioğlu, 2022b).

Decentraland, 2015 yılında Arjantinli Esteban Ordano ve Ari Meilich tarafından Ethereum blok zincir tabanlı bir platform olarak kurulmuştur. Kullanıcılar bu platformda yapı inşa edebilir, yeni yerler keşfedebilir ve bunlardan gelir elde edebilirler (Goanta, 2020). Bu platform da kullanıcılar MANA isimli bu platforma özgü olan jetonlar ile LAND olarak adlandırılan Decentraland mülkiyetleri satın alabilmektedirler.

#### **4.METAVERSE EVRENİNE MİMARİ YAKLAŞIM**

Mimari tasarım ve planlamaların görselleştirilmesi aşamasında T cetveli ile iki boyutlu çizimler, perspektif çizimleri ve üç boyutlu maket yapımı ile mimari projeler oluşturulmaktaydı. Dijital dönüşüm sürecinin başlaması ile geleneksel yöntemler yerine bilgisayar destekli tasarım programlarının (CAD) kullanımını artmıştır. Dijital ortamda yapılan iki boyutlu çizimler, üç boyutlu modelleme çalışmaları mimari projelerin görselleştirilmesi adına daha zengin ve gerçekçi etki oluşturmuştur. Fiziksel dünyada mimarlık mesleği genel olarak yaşam mekanlarının tasarımı için uygulanmaktadır. Bu durum mimarların tasarımlarının hitap ettiği kullanıcı sayısını azaltmaktadır. Ancak metaverse evreni




için tasarım yapmak, mimarların zamanlarının çoğunu render almaları gibi gerçekçi tasarım yapmaları sayesinde yeni bir durum değildir. Metaverse evrenin mimarlar için en büyük avantajı, dünya genelinde dijital projeler ve ürünler oluşturabilmeleri aynı zamanda kullanıcı kapasitelerini de daha kolay artırabilmeleri olacaktır. Tasarım ve gerçekliğin bir arada olduğu interaktif bir ortam olan sanal gerçeklik içerisinde istenilen her öğenin kurallara bağlı olmadan sergilenebilme seçeneği yaratması mimarlıkta dikkat çekici bir unsur olmuştur. Aslında Metaverse’te her şey bir tasarımla başlamıştır diyebiliriz. İlk başta oyunlar kurgulanmış ve tasarlanmıştır. Sonrasında sosyal amaçlar, konserler, defile, sergi ve sanal alışveriş için kullanılmaya başlanmıştır. Bunun sonucu olarak da tasarımsal öğeler ile dikkat çekici mekanlar tasarlanmaya başlanması insanların Metaverse’te daha çok zaman geçirmesi için gerekli olmuştur. Mekansal algı ve aidiyet duygusunun mimari öğeler ile ön plana çıktığını düşünürsek sanal evrende mimara ihtiyaç olacağı görüşü elde edilebilir. Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden, veri toplama tekniklerinden başlıcası olan doküman (mimarlık ofislerinin web siteleri) analizi kullanılmıştır. Metaverse evreninde tasarımların oluşmasında mimarlığa ne kadar ihtiyaç var? Metaverse de gerçekleştirilmiş mimari tasarımlar ve kapsamaları nelerdir? Dijital oyun tasarlamaktan başlayıp yeni evrenler oluşturmak ile devam eden bu süreçte mimarların rolü ne olacak? Metaverse evrenindeki yapıların mimari kaygıları olacak mı? Metaverse evrenine tasarım yapmış mimarlık ve tasarım ofislerinin kent, sosyal, bölgesel ve yapısal ölçekte bilindik örnekleri seçilip kategorize edilecek, bu soruların cevaplarının izi sürülecektir.

#### **4.1.Kent Ölçeğinden Örnekler**

Metaverse, kentlerde gelişmiş teknoloji ve çözüm üstünlüklerine sahip olduğu için dijital veriye dayalı akıllı şehirciliğin sanal biçimi olarak adlandırılmaktadır. Metaverse teknolojisi geleceğin akıllı kentleri için; dijital ikizler, kaynak yönetimi, yönetişim, yaşam kalitesi, turizm, gayrimenkul, iklim değişikliğini azaltma ve uyum, mekânsal biçimlenme gibi birçok alanda çeşitli fırsatlar sunmaktadır (Allam ve ark., 2022). Günümüzde birçok mimarlık ofisi metaverse kullanımında kent oluşumları için büyük adımlar atmaktadır. Metaverse kent tasarımları ya gerçek mekanların dijital ikizi olarak ya da oyun tabanlı evrenlerin var olmaya başlamıştır. Metaverse evreninde seçilmiş 4 kent örneğinin en erken 2015 yılında proje bağlamında başladığını ve ZHA mimarlık ofisinin Liberland projesi gerçek bir yerin dijital taslağı olarak oluşmaya başladığı görülmektedir. Büyük mimarlık ofislerinin bu tasarımlarında, mimarların fiziksel dünyadaki projelerinin görselleştirmesine alışkın oldukları için grafik-kalite düzeyi oldukça gelişmiş durumdadır. Kent tasarımı yapılan bu projeler

gerçek kentler ile karşılaştırıldığında boyut olarak küçük kalsa da metaverse platformları içinde kullanıcı kapasitesi ve avatarların kullanım olanakları düşünüldüğünde aslında oldukça büyük boyutlardadır. Kent tasarımları daha çok parametrik modelleme ile yapılarak, mevcut durum ile karşılaştırıldığında fütüristik bir yaklaşımın benimsenmeye çalışıldığı görülmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Kent Ölçeğindeki Metaverse Tasarım Örnekleri

	<b>Liberland</b>	<b>Wilder World</b>	<b>Baidu</b>	<b>Block'hood</b>
				
<b>Proje Yılı</b>	2015	2021	2021	2017
<b>Proje Boyutu</b>	7 km <sup>2</sup>	10 km <sup>2</sup>	6 km <sup>2</sup>	200 blok ve daha fazlası
<b>Mimarı</b>	ZHA Patrik Schumacher	ZHA Mariana Cabugueira	Ma Yansong	Plethora Project
<b>Proje Fonksiyonu</b>	Siber-kentsel kripto ağı	Protipik kent	Möbius bant şeklindeki alanda kent	Kare yapı blokları ile dikey kule kent
<b>Proje Yeri</b>	Hırvatistan ile Sırbistan arasında, Jedlička arazisi	DAO (merkeziyetsiz otonom organizasyon)	Çin	Unity3D oyun motoru
<b>Platform</b>	Mytaverse platformu	Zero platformu	XiRang (Land of Hope)	Roblox
<b>Grafik-Kalite</b>	İleri Düzey	İleri Düzey	Orta Düzey	Orta Düzey
<b>Tasarım</b>	Parametrik Tasarım	Parametrik Tasarım	Parametrik ve Tarihi Çin Doku	Kübik Tasarım

#### 4.2.Bölgesel Ölçekte Örnekler

Metaverse evreninde yapılan tasarımları bölgesel ölçekte olarak nitelendirmemizin sebebi, firmaların kendi platform ağlarını oluşturarak meta evrene giriş yapmaları ve kurumların mevcut durumlarının dijital dünyada var olmasını istemelerinden kaynaklanmaktadır. İki örnek kendi platform ağını oluşturmuş tasarımlar, diğer iki örnek de metaverse evreninde eğitim amaçlı kullanıma sunulmuş üniversite kampüsü tasarımı olmuştur. Metaverse evreninde eğitim, sosyal paylaşım prensibine göre katılımcıların sanal ortamda sosyalleşme, iletişim kurma gibi etkileşimlerine olanak tanıyan bilgi aktarımının eğlenceli yoludur (Güler & Savaş, 2022). Seçilen kampüs örneklerinden biri CUHK mevcut bir üniversitesin alt yapısı ile oluşmuş, ondan bir yıl sonra projesi yapılmış Virbela Campus ise metaverse evreninin içinde bir platform üzerinde oluşturulup açık erişimine izin verilmiştir. Her ikisi de grafik-kalite düzeyi olarak basit bir yaklaşım ile oluşmuştur. Babel4.0 projesi Dewan Architects

2022 yılında tasarladığı NFT mülkler ile sahip olunabilen bir projedir. Dubai bölgesi tasarlanmış bu projede sarmal mimari tasarımı tercih edilmiş ve grafik-kalite düzeyi gelişmiş bir durumdadır. Dior World projesi ise Fransa merkezli Dior bayisinin BIG mimarlık ofisine tasarlattığı parametrik nitelikte bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanal evren Baidu'nun içinde yer alan bu proje ileri düzey grafik-kalitesine sahiptir. Bölgesel çapta metaverse örneklerini incelediğimizde fütüristik yaklaşımların büyük mimarlık ofislerinin projelerinde görmekteyiz, kampüs örnekleri ise mevcut düzeni benimseyen bir altlıkta kaldığı tespit edilmiştir. Bölgesel ölçekte metaverse örneklerinde mimari kaygı düzeyleri, büyük ofislerin tasarımları hariç yeterli seviyede değildir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Bölgesel Ölçekteki Metaverse Tasarım Örnekleri

	<b>Babel 4.0</b>	<b>Dior World</b>	<b>Virbela Campus</b>	<b>CUHK</b>
				
<b>Proje Yılı</b>	2022	2022	2022	2021
<b>Proje Boyutu</b>	100 NFT	620 m <sup>2</sup>	1290 m <sup>2</sup>	1370 m <sup>2</sup>
<b>Mimarı</b>	Dewan Architects	BIG Pico Velásquez	Alex Howland	Honghao Chen
<b>Proje Fonksiyonu</b>	Babil Kulesi yorumlaması	Fransız lüks moda evi	VR kullanıma da sahip erişilebilir kampüs	The Chinese University of Hong Kong Campus
<b>Proje Yeri</b>	Dubai merkezli bir uygulama	Sanal evren Baidu içinde	Virbela platformu içinde	Hong Kong, Çin
<b>Platform</b>	OpenSea	XiRang (Land of Hope)	Virbela	Unity
<b>Grafik-Kalite</b>	İleri Düzey	İleri Düzey	Basit Düzey	Basit Düzey
<b>Tasarım</b>	Sarmal Mimari	Parametrik Tasarım	Mevcut Kampüs, sirkülasyon tasarım	Mevcut Kampüs

### 4.3.Sosyal Alanda Örnekler

Metaverse, çevrimiçi oyun ve sosyal ağ platformlarından spor etkinliklerine, konserlere ve televizyon programlarına kadar her şeyi içerir. Sosyal faaliyetler odaklı bakıldığında sosyal medya platformları özellikle pandemi sürecinden sonra iki boyutlu bir ekolojiden dijital bir metaverse evrenine dönüşmüştür. Bu noktada sosyal alan tasarımları mimarlar için önem kazanmaktadır. Konser alanlarından, sergi alanlarına birçok projenin tasarımını gerçekleştiren mimarlar için metaverse evreninin sunduğu olanakları değerlendirmek, daha esnek mekanlar yaratabilmek önem arz etmektedir. Voxel Architects'in 2021 yılında tasarladığı Auroboros projesi parametrik bir yaklaşım ile tasarlanmıştır. Moda haftası için tasarlanan bu alan konserlere, sergilere de ev sahipliği yapmıştır. Sandbox Alpha projesi 2022 yılında piyasaya

çıkmiştir. Sosyalleşme alanı olarak kullanılan bu projede konserler de yapılmaktadır. Grafik-kalite düzeyi olarak basit bir düzeyde olan proje uzamsal tasarım yaklaşımı ile oluşturulmuştur. Otherside ve Royale Island projeleri 2022 yılında ünlü sanatçıların konserler vermesi ile gündeme gelmiştir. Bu projeler görselleştirme etkileri yüksek olan konserler için tasarlandığından grafik-kalite düzeyleri ileri düzeyde kalmaktadır. Otherside ve Royale Island projeleri uzamsal tasarım yaklaşımı ile oluşturularak kullanıcıların olanakları ve sosyaleşebilme imkanları açısından daha çok tercih edilen metaverse örnekleri olmuştur. Sosyal alanlarda tasarlanmış metaverse örnekleri genel anlamda en çok tercih edilen mekanlardır ve mimarlarında bu alanlarda tasarımlarını geliştirmesi gereken bir durumdadır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Sosyal Alanlarda Metaverse Tasarım Örnekleri




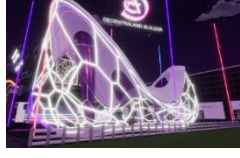




	<b>Otherside</b>	<b>Royale Island</b>	<b>SandBox Alpha</b>	<b>Auroboros</b>
				
<b>Proje Yılı</b>	2022	2022	2022	2021
<b>Proje Boyutu</b>	1700 m <sup>2</sup>	1230 m <sup>2</sup>	890 m <sup>2</sup>	560 m <sup>2</sup>
<b>Mimarı</b>	Yuga Labs	The Soundwave Series	Sebastian Borget	Voxel Architects
<b>Proje Fonksiyonu</b>	Konser Alanı	Konser Alanı	Konser Alanı	Sergi Alanı
<b>Proje Yeri</b>	Epic Games	Epic Games	SandBox	Moda Haftası için
<b>Platform</b>	OpenSea	Fortnite	OpenSea	Decentraland
<b>Grafik-Kalite</b>	İleri Düzey	İleri Düzey	Basit Düzey	Orta Düzey
<b>Tasarım</b>	Uzamsal Tasarım	Uzamsal Tasarım	Uzamsal Tasarım	Parametrik Tasarım

#### 4.4.Yapı Ölçeğinde Örnekler

Tasarım sürecinde yeni yaklaşımlar ile mevcut fiziki durumdan ayrılan fikirler Metaverse evreni için daha çok tercih edilen ve etkileşim gören yapılar olmuştur. Bu noktada firmalar mimarlar ile etkileşime geçip metaverse evreni için tasarım yapmalarını istemektedir. Bina tasarımları şu anda firmaların isteklerine göre şekillense de tasarım niteliği mimarın yaklaşımına bağlıdır. Vice Medya Grubu 2022 yılında, BIG mimarlık ofisinden organik mimari yaklaşım ile ofis binalarının tasarımını istemiştir. Decentraland platformu içinde tasarlanan bu projenin grafik-kalite düzeyi ileri bir seviyededir. MaxStealth Gallery 2022 yılında Voxel Architects'in mevcut fiziki dünyada yer alan Haydar Aliyev yapısından esinle tasarlanmış orta düzey gelişmişliğe sahip bir yapıdır. L'Atelier yapısı Metaverse Architects

ofisinin organik mimari tasarım yaklaşımı ile orta düzey gelişmişlik düzeyinde tasarlanmıştır (Tablo 4).

**Tablo-4:** Yapı Ölçeğinde Metaverse Tasarım Örnekleri

	Viceverse 	MaxStealth Gallery 	L'atelier 	Metaverse CAC Ofisi 
<b>Proje Yılı</b>	2022	2022	2022	2021
<b>Proje Boyutu</b>	350 m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>	280 m <sup>2</sup>
<b>Mimarı</b>	BIG	Voxel Architects	Metaverse Architects	Metaverse CAC
<b>Proje Fonksiyonu</b>	Medya Ofis Binası	Galeri	Moda ve Sergi Evi	Ofis Binası
<b>Proje Yeri</b>	Vice Media Group	Max Stealth Koleksiyonu	Miami Moda Haftası	MetaverseCAC sanal ofisi
<b>Platform</b>	Decentraland	Decentraland	Decentraland	Decentraland
<b>Grafik-Kalite</b>	İleri Düzey	Orta Düzey	Orta Düzey	Orta Düzey
<b>Tasarım</b>	Organik Tasarım	Günümüz Mimarisi	Organik Mimari	Parametrik Tasarım
	Jose Cuervo Metadistillery 	Colony III 	Metaserai 	Paxton 
<b>Proje Yılı</b>	2022	2022	2022	2021
<b>Proje Boyutu</b>	510 m <sup>2</sup>	470 m <sup>2</sup>	320 m <sup>2</sup>	270 m <sup>2</sup>
<b>Mimarı</b>	Rojkind Arquitectos, Bompas & Parr design	CUUB Studio	Grimshaw	HWKN
<b>Proje Fonksiyonu</b>	Tekila Fabrikası	Mağara Giriş Lobisi	Kültürel Etkinlik	Amfityatro, Galeri
<b>Proje Yeri</b>	Cuervo Discovery Garden	Mars	Pax.world	Pax.world
<b>Platform</b>	Decentraland	Decentraland	Decentraland	Decentraland
<b>Grafik-Kalite</b>	İleri Düzey	İleri Düzey	İleri Düzey	İleri Düzey
<b>Tasarım</b>	Uzamsal Tasarım	Parametrik Tasarım	Likit Mimari	Likit Mimari

Metaverse CAC mimarlık ofisi sanal dünyada kendi mimarlık ofisini parametrik bir yaklaşım ile orta düzeyde kalmış bir grafik-kaliteye sahiptir. Jose Cuervo Metadistillery yapısı Rojkind Arquitectos, Bompas & Parr design ofisleri ortaklığı ile uzamsal tasarım yaklaşımına sahip



ileri düzey gelişmişlikte bir tekila fabrikası ve sosyalleşme alanı olarak tasarlanmıştır. Colony III CUUB Stüdyo'nun Mars gezegeni için sadece mağara giriş lobisi olarak ileri düzey bir gelişmişlikle parametrik olarak tasarlanmış yapıdır. Metaserai ve Paxton yapıları ise 2021 yılında Pax.world evreni içinde tasarlanmış ileri düzey gelişmişliğe sahip likit mimari yaklaşımı benimsenmiş yapı örnekleri olmuştur. (Tablo 4) Yapı ölçeğindeki metaverse örneklerinin hepsi Decentraland platformu içerisinde yer almaktadır ve mimarların proje bazında en çok tercih ettiği alan ve ekonomik anlamda da mimarlar için en uygun tasarım nitelikleri taşımaktadır.

## 5.DEĞERLENDİRME

Bu bölümde araştırmanın amacı kapsamında mimarlık ofislerinin metaverse evreni tasarımların değerlendirme kriterlerinin kategorizasyonu yapılmıştır. Metaverse evreninde mimarlık ve tasarım ofislerinin tasarladığı 4 kategoride toplanmış örnekler, tasarımın niteliği, tasarım olanakları, kullanıcı olanakları, mimari kaygı düzeyleri, güvenlik yönetimi ve grafik kalitesinin kullanım hızına etkisi başlıkları altında değerlendirilmeye tabii tutulmuştur. Metaverse evreni için tasarlanan bu projelerin mimari tasarım yaklaşımlarına ve fonksiyonlarına dair veriler ortaya konulmuştur. Mimarlık, mekanları insanların ve etkinliklerin bir kabı olarak görmektedir. Mimari unsurlar da insanların faaliyetlerini gerçekleştirmeye yarayacak mekanları oluşturması bakımından önemlidir. Metaverse ile de mimarinin doğasının biçim ve işlev bakımından değişikliğe uğrayacağı belirtilmektedir (Tang & Hou, 2022). Değerlendirme neticesinde kentsel ölçekte yapılan tasarımların büyük mimarlık ofislerinin daha çok etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir. Kent örneğindeki tasarımlarda fütüristik yaklaşımlar benimsendiği ile mimari kaygı düzeylerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu örneklerde henüz VR kullanımı bulunmamaktadır. Grafik-kalite düzeylerinin ileri seviye olması ve proje boyutlarının büyük olması kullanım hızını yavaşlatan etmenler olmuştur. Mimarların kent ölçeğinde örnekler de daha etkin bir rol alması beklenmektedir. Bölgesel ölçekte yapılan tasarım örnekleri küçük çaplı mimarlık ofislerinin tasarımıdır. Bu örneklerden kampüs tasarımlarının, gerçek dünya ile ilişkisinin fazla olduğu tasarım niteliğinin henüz oluşmadığını örneklerin mimari kaygı düzeylerinin az olduğu tespit edilmiştir. Bu örneklerin blockchain teknolojisi ile uyumlu olmaması güvenlik açıklarına sebep olacaktır. Grafik-kalite düzeylerinin çok gelişmemiş olması bu evrenlerin kullanım hızını ileri bir seviyede tutmaktadır. Eğitim alanlarında tasarlanmış örneklerde VR teknolojisi mevcuttur (Tablo 5).

**Tablo 5.** Metaverse Tasarım Örneklerinin Değerlendirilmesi

Metaverse Tasarım Örnekleri		Tasarım Niteliği		Tasarım Olanakları		Kullanıcı Olanakları		Mimari Kaygı Düzeyi		Güvenlik		Grafığın Kullanım Hızına Etkisi	
		Gerçekçi	Gerçeküstü	Avatar Kullanımı	VR Kullanımı	Oyun tabanlı aktivite	Tasarım Oluşturma	Düşük	Yüksek	Blockchain	NFT	Hızlı kullanım	Yavaş kullanım
Kent Ölçeğinde Örnekler	Liberland		✓	✓			✓		✓	✓	✓		✓
	Wildier World		✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓		✓
	Block'hood	✓		✓		✓		✓				✓	
	Baidu		✓	✓			✓	✓			✓	✓	
Bölgesel Ölçekte Örnekler	Dior World	✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓	
	Babel 4.0		✓	✓			✓		✓	✓	✓		✓
	Virbela Campus	✓			✓	✓		✓				✓	
	CUHK Campus	✓			✓	✓		✓				✓	
Sosyal Alanda Örnekler	Otherside		✓	✓		✓	✓		✓				✓
	Party Royale Island		✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓	
	Sandbox Alpha	✓			✓	✓	✓	✓			✓	✓	
	Auroboros		✓	✓		✓	✓		✓			✓	
Yapı Ölçeğinde Örnekler	Viceverse		✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓	
	L'atelier	✓			✓	✓		✓		✓	✓	✓	
	MetaverseCAC Ofisi	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	
	Jose Cuervo Metadistillery		✓	✓			✓		✓	✓	✓		✓
	Colony III		✓	✓			✓		✓	✓	✓	✓	
	MaxStealth Gallery	✓		✓				✓			✓	✓	
	Metaserai		✓	✓			✓		✓	✓		✓	
	Paxton		✓	✓			✓		✓	✓		✓	

Sosyal alanlarda yapılan tasarımlar son dönemde ünlülerin konser etkinliği sayesinde popüler olmuştur. Sosyal alanların tasarımda görselleştirme teknolojisi geliştiği için mimari anlamda da gerçeküstü bir düzeyde yer almaktadır. Bu örneklerde mimari kaygı düzeyi yüksek olsa da mekanların tasarımında mimarların nitelikli ve daha fütüristik mekan üretimlerine ihtiyaç bulunmaktadır. Yapı ölçeğinde tasarımlar mimarların en çok kullandığı kategoridir. Tek bina bazlı yapıları NFT olarak tasarlayarak ekonomik anlamda tatmin edici olmaktadır. Bina tasarımları gerçeküstü bir niteliğe en fazla bu kategoride karşımıza çıkmaktadır. Firmaların metaverse evreni içinde var olma isteklerinden doğan bu yapılar VR özellikleri az bulunmakta ve güvenlik sistemleri Blockchain teknolojisi ile sağlanmaktadır. Fiziksel dünyadaki



mekanlarda olduğu gibi sanal evren mekanlarında da etkin ve etkileyici ortam tasarlanmasına ve daha çok mimarın metaverse evreninde tasarımlar üretmesine ihtiyaç vardır (Tablo 5).

## SONUÇ

Metaverse evreninin tek bir tanımı veya yaratıcısı yoktur. Metaverse, tek bir merkeze sahip olmayan aynı zamanda her birinin de kendi kuralları olan birbirine bağlı sistemlerden oluşmaktadır. Metaverse MR, XR, VR, AR, Web teknolojileri, blockchain-NFT ve yapay zeka gibi bileşenlerin entegrasyonu ile yeni bir çağın eşiğinde olduğumuzu göstermektedir. Metaverse, konumdan bağımsız olarak tüm insanlar için ortak bir çevre sağlaması ve ekonomik açıdan da tatmin edici olmasından dolayı önemli bir dijitalleşme sürecidir. Metaverse evreninin tasarım bağlamının oluşmasında mimarlık önemli konumda bulunmaktadır. Metaverse evreni yeni bir gelişim içinde ve bir yaratım sürecinde olduğundan dolayı tasarımcılara ihtiyacı vardır. Bu noktada mimarlar metaverse evreni için tasarım yapmanın ve NFT yönteminin iyi bir ekonomik gelir olduğuna inanmaktadır. Mimarlar, Metaverse’te bina tasarlamak için kullanabilecekleri sanal dünya platformlarının özelliklerini ve sınırlarını iyi bilmelidir. Bu süreçte fiziksel dünyanın oluşumunda önemli bir disiplin olan mimarlık alanı etkili bir noktaya ulaşmıştır. Bu çalışma kapsamında mimarlık ofislerinin yeni dijital dünya içerisindeki tasarımlarının fiziksel dünya ile bağlamı incelenerek bu tasarımların mimari kaygı düzeyleri, tasarımların nitelikleri, olanakları ve kullanıcı olanakları değerlendirilmiştir. Bu amaçla güncel kaynaklarda ve mimarlık ofislerinin kendi web sitelerinde metaverse evreni için tasarladıkları kent, bölgesel, sosyal alanlar ve yapı ölçeğindeki örneklem grupları şeklindeki örnekler kategorize edilmiştir. Metaverse evrenindeki mimari tasarım ürünleri kent ve yapı ölçeğinde incelendiğinde gerçeküstü bir yaklaşımın daha çok tercih edildiği ve uygulanmaya çalışıldığı görülmektedir. Bu örneklerdeki mimarlık ofisleri daha büyük çaplı ofislerden oluşmaktadır. Bu sebeple tasarlanan ürünlerin mimari kaygı düzeyleri, metaverse evreni içinde yeni bir altlık ile oluşturulmaya çalışıldığı görülmektedir. Bölgesel ve sosyal alanlardaki metaverse örnekleri incelendiğinde ise gerçek ile ilişkilerinin fazla olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu evren içerisinde mimari kaygı düzeyinin, fiziki dünya ile benzerlik gösterdiği bu evrene dair yeni bir kaygı düzlemi belirlenmediği benimsenmiştir. Metaverse’e tek bir yaklaşımın olmadığı açıkça görülmektedir. Bu noktada metaverse evreninde tasarım yaklaşımlarının belli bir ortalama üretilmesi için mimarlığa ihtiyaç vardır. Metaverse evrenindeki örnekleri incelediğimizde, az sayıda mimarın bu evren için çalışma gösterdiği tespit edilmiştir. Geleceğin teknolojisi Metaverse evreninde nitelikli tasarım kriteri ve bağlam oluşturabilmek

için daha çok mimarın çalışması gerektiği sonucuna varılmıştır. Metaverse mimarlığı ya da meta mimar olarak bu pazarda rol almak, mimarların mesleki bilgi ve tecrübeleri ile tasarımcılardan farklarını ortaya koyması ile gerçekleşecektir.

## KAYNAKÇA

- Allam, Z., Sharifi, A., Bibri, S. E., Jones, D. S., & Krogstie, J. (2022). The metaverse as a virtual form of smart cities: Opportunities and challenges for environmental, economic, and social sustainability in urban futures. *Smart Cities*, 5(3), 771-801.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.
- Efendioğlu, İ. (2022a). AR, VR, MR ve XR Arasındaki Fark Nedir? Artırılmış Gerçeklik Pazarlaması ve Uygulamaları. In (pp. 88-98).
- Efendioğlu, İ. (2022b). Metaverse Platformları, Metaverse Oyunları ve Metaverse'e Giriş Yapan İşletmeler. In (pp. 3-34).
- Fernandes, F. A. (2023). *METASEE: AN APPROACH TO ENABLE THE METAVERSE-BASED SOFTWARE ENGINEERING EDUCATION* Universidade Federal do Rio de Janeiro].
- Goanta, C. (2020). Selling LAND in Decentraland: The Regime of Non-fungible Tokens on the Ethereum Blockchain Under the Digital Content Directive. In (pp. 139-154). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52387-9\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52387-9_8)
- Güler, O., & Savaş, S. (2022). All aspects of Metaverse studies, technologies and future. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, 8(2), 292-319.
- Levy, A. (2022). While parents Zoom, their kids are flocking to an app called Roblox to hang out and play 3D games. In: Erişim adresi: [https://www.cnbc.com/2020/04/08/roblox-is-seeing-a ...](https://www.cnbc.com/2020/04/08/roblox-is-seeing-a...)
- Li, X., Ling, J., Shen, Y., Lu, T., Feng, S., & Zhu, H. (2021). The impact of CCT on driving safety in the normal and accident situation: A VR-based experimental study. *Advanced Engineering Informatics*, 50, 101379.
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497. <https://www.mdpi.com/2673-8392/2/1/31>
- Nabiyev, V. V. (2005). *Yapay zeka: problemler-yöntemler-algoritmalar*. Seçkin Yayıncılık.
- Stephenson, N. (1992). *Snowcrash*. Random House Publishing Group.
- Tang, S. K., & Hou, J.-H. (2022). Designing a framework for metaverse architecture. Proceedings of the 27th CAADRIA Conference,
- Van Rijmenam, M. (2022). *Step into the metaverse: How the immersive internet will unlock a trillion-dollar social economy*. John Wiley & Sons.
- Yıldız, S. K., & Bozkurt, G. (2023). Sanal Gerçekliğin Yeni Anakarası: Metaverse. *TRT Akademi*, 8(17), 268-293.
- Visconti, Roberto Moro; Aydın, Ömer (2022). "From Physical Reality to the Metaverse: A Multilayer Network Valuation". *Journal of Metaverse*, 2:1, 16-22

## DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE MEDYA ETİK KAVRAMININ DOĞUŞU VE GELİŞMESİ

Elif Ayça KARACA

Hacı Bayram Veli University, Faculty of Communication, Department of Radio, Cinema and Television, Beşevler Campus Doktora Öğrencisi  
ORCID ID: 0000-0003-3072-8986

### ÖZET

Meslek etiği içerisinde yer alan medya etiği; medya sektöründeki radyo-televizyon yapımları, gazeteler, iletişim uzmanları ve reklamcılarının, topluma kitle iletişim araçları yoluyla yaydıkları bilgi ağında ortaya çıkan sorunlar üzerinde sistematik bir düşünce biçimi önerdiği etik alanıdır. Medya etiği, ilk olarak gazetecilik faaliyetlerinin gelişmeye başladığı yer olan, Avrupa'da ortaya çıkmıştır. 17. yüzyıldan itibaren; devlet, özel kuruluşlar ve medya arasında, medya ile ilgili kurallar, devletler tarafından düzenlenmesi gerekli bir alan olarak varlığını sürdürmüştür. Dünya'da 19. ve 20. yüzyıllara gelindiğinde Sanayi Devrimi ve sonrasında medyanın gelişimi ve haber alma ağının giderek büyümesi tüm dünyayı etkisi altına almaya başlamış ve söz konusu ilerlemelerin geniş coğrafyalara yayılması gerçekleşmiştir. Bu gelişimlerin ardından Dünya'da ve Türkiye'de medya etiğine yönelik kamusal düzenlemeler yapılmıştır. Amerika ve Avrupa'da çeşitli cemiyet ve meslek örgütleri ortaya çıkmıştır. Buna göre; Amerika'da 1923'de Amerikan Haber Editörleri Derneği (ASNE) kurulurken, Avrupa'da 1954'de Bordeaux Bildirgesi ve 1971'de Münih Bildirgesi yayınlanmıştır ve 1993 yılında Brüksel'de Uluslararası Gazeteciler Sendikası'nın düzenlediği toplantıda "Basın Meslek İlkeleri" kabul edilmiştir. Türkiye'de ise 1960 yılında Basın Ahlak Yasası ve Basın Şeref Divanı'nın oluşturulmasının ardından 20 Nisan 1994'de Radyo ve Televizyon Üst Kurulu (RTÜK) kurulmuştur. Bu tebliğ, yaşamımızda geniş bir yer kaplayan medya alanının, etik kavramı özelinde tarihsel bir bakış açısıyla Dünya'da daha sonrasında da Türkiye'de nasıl oluştuğunu ve gelişim gösterdiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Etik, Medya, Türkiye, Fransa, İngiltere.

### THE EMERGENCE OF THE CONCEPT OF MEDIA ETHICS IN THE WORLD AND TURKEY DEVELOPMENT

#### ABSTRACT

Media ethics, within professional ethics, is the field of ethics in which radio-television productions, newspapers, communication experts and advertisers in the media sector propose a systematic way of thinking about the problems that arise in the information network they disseminate to society through mass media. Media ethics first emerged in Europe, where

journalistic activities began to develop. From the 17th century onwards, it has continued to exist as an area that needs to be regulated by states between the state, private organizations and the media. In the 19th and 20th centuries, the Industrial Revolution and the subsequent development of the media and the gradual growth of the news-receiving network began to influence the whole world, and these advances spread to large geographies. Following these developments, public regulations on media ethics were made in the world and in Turkey. Various societies and professional organizations emerged in America and Europe. Accordingly, while the American Society of News Editors (ASNE) was founded in 1923 in the USA, the Bordeaux Declaration in 1954 and the Munich Declaration in 1971 were published in Europe, and the "Principles of Press Profession" were adopted at a meeting organized by the International Union of Journalists in Brussels in 1993. In Turkey, following the establishment of the Press Ethics Law and the Press Court of Honor in 1960, the Radio and Television Supreme Council (RTÜK) was established on April 20, 1994. This paper aims to reveal how the media field, which occupies a large place in our lives, has emerged and developed in the world and then in Turkey from a historical perspective with a special focus on the concept of ethics.

**Keywords:** Ethics, Media, Turkey, France, England.

## 1. GİRİŞ

Tarihi süreç içerisinde etiğin temellerine, antik çağ düşünürlerinin kavram üzerinde yaptığı felsefi çalışmalarda rastlanır. Burada etiğin öznel, kişiden kişiye göreceli olarak değişen ahlak kurallarına mı dayandığı yoksa bir evrensel ilkeye sahip mi olduğu tartışılmıştır. (Düzgün, 2013:4.) Ahlak manasında olan ve kökeni Grekçe'den gelen "ethos" kelimesi yani "etik" ortaya çıktığı ilk zamanlarda ahlak felsefesi ile doğru orantılı olarak kullanılmıştır. (Sonnesyn, 2012:22.) Eflatun (427-347), Sokrat ile karşılıklı olarak ölümü beklerken konuşma yaptığı Kriton isimli eserinde;(Huby, 1967:1-6.) ahlak, doğruluk kavramlarını insan tabiatının temel özelliği olarak işlemiştir. Daha sonrasında etik kelimesinin manası töre ve ahlak gibi kavramlardan farklılaşmaya başlamıştır. Etik, zamanla evrensel olarak oluşturulmuş olan ilkelere tabi olunan bir hal almıştır. Töre ve ahlak ise daha çok kültürel ve yöresel bir anlam içermeye başlamıştır. Etik, modern dönemlerde daha da özelleşerek kendi içerisinde belirli bir disiplini olan sistemlerin belirlenmiş ilkeleri için kullanılmaya başlandı. Bilim etiği, yayın etiği, meslek etiği gibi kullanımlar kelimeye yüklenen özel anlamları yansıtmaktadır. (Karaca, 2019:9.) Bununla birlikte günlük hayatta etik ve ahlak aynı anlamlarda ve birbirinin yerine

kullanılabilmektedir. TDK sözlüğünde, etik kavramının karşılığı “töre bilimi” olarak geçmektedir. (Düzgün,2013:9.)

Bir meslek az çok belirgin olan kendi meslek ahlakını veya ait olduğu sınıfın ahlakını üretir ve bu kurallar söz konusu mesleği yapanları bağlar. Meslek etiği, toplumdaki iş bölümü ve işbirliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Meslek sırlarını korumak ve paylaşmak amacıyla kurulan Avrupa’daki lonca teşkilatlarından, Osmanlı Devleti’ndeki lonca teşkilatlarına (ahilik teşkilatı; Osmanlı Devleti’ne kuruluşundan itibaren büyük katkılar sağlayarak destek olan ahilik teşkilatı, Osmanlı toplumunun sosyal ve ekonomik yapısının düzenlenmesinde önemli etkiler ortaya çıkaran bir kurumdur. Adı geçen bu kurum, toplumun ahlak ve etik ilkelerinin ve iletişimlerinin gelişimine katkı sağlamıştır. Ahilik teşkilatı, Ombudsman ve etik ilişkisi hakkında detaylı bilgi için bkz; Kadir Caner Doğan, “Ahilik Teşkilatı, Ombudsman ve Etik İlişkisi”, *Küresel İktisat ve İşletme Çalışmaları Dergisi*, Cilt:4, Sayı:7, Bahar 2015, s.28-36.) ve sonrasında modern toplumlardaki özgürlükçü düşünceyle birlikte ortaya çıkan meslek örgütlerine kadar, belirli bir kamuoyunun oluşumuyla beraber “kamu yararı” ve “kamu vicdanı” kavramları ortaya çıkmıştır. Böylece bunları kapsayan kurallar oluşturulmaya başlanmıştır. Ardından bu kuralların denetlenmesi ve belirli bir standartta oturtularak geliştirilmesi ihtiyacı toplumsal bir hal almıştır. Meslek etiği, bu açıdan bakıldığında belirli bir sosyal sorumluluk ve duyarlılık ihtiyacından kaynaklanmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta meslek etiği ve iş ahlakı kavramlarının birbirinden farklı olduğudur. Bu iki kavram benzer olmakla birlikte meslek etiği denildiğinde, profesyonellik gerektiren bir alana dair ortak etik kodlar anlaşılmaktadır. İş ahlakı ise daha ziyade iş dünyasında ve çalışma hayatındaki kişilerin, kar ve belli ticari endişelerinin olduğu bir ortamda nasıl davranmaları gerektiği ile ilgilidir. Meslek etiği, belirli bir mesleği uygularken, kişinin ne yapması ya da ne yapmaması gerektiği ile ilgilidir. Bütün meslek zümrelerinin ahlakları mevcut genel bir ahlaki ilkeye; “mesleğinde mümkün olduğunca iyi olma” ilkesine dayanır, çalışma ve emeğin kendisine bir değer yüklenir. Bu açıdan bakıldığında yasal düzenlemeler de belli bir kurallar bütünüdür ve kişinin en büyük yargıcı yine kendi vicdanıdır. Buradaki sorun ise herkesin birbirinden farklı olan kendi etik değerlerine sahip olabilmesi ve gerçekleştirdiği davranışın yoruma açık olabilmesi nedeniyle bu durumun kamuya zarar verme olasılığı olmasıdır. Beklenen etik davranış, bireysel açıdan kişinin kendi değerleri ve evrensel mesleki etik ilkeleri arasındaki uyum sonucunda meydana gelmelidir. Hukuk, eğitim, tıp, gazetecilik, yayıncılık, gibi bazı mesleklerin etik ilkeleri evrensel bildirilerle ilan edilmiş ve bunlar kabul edilmiştir. Bunun içerisinde yer alan bir

meslek etiği olan medya etiği konusu ise bulunduğu konumda çok kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Buradaki etik kavramı da gazetecilik etiği, haber etiği, yazılı ve görsel haberde etik, radyo televizyon etiği, fotoğrafta etik, gibi çok farklı dallar altında incelenmiştir. (Düzgün, 2013:20-26.)

1980'lerin ardından küreselleşmenin etkisiyle dünyada yaşanan liberal devrimle (Liberal devrimin ortaya çıkışı, dünya üzerindeki etkileri hakkında ayrıntılı bilgi için bkz.; James Martin, *Piero Gobetti and the Politics of Liberal Revolution*, Palgrave Macmillian Press, 2008.) birlikte özelleştirme faaliyetleri hız kazanmış ve devletin kamu çıkarını korumak adı altına bir takım tedbirler alması, gündeme gelmiştir. Enerji kullanımının genişlemesiyle medya başta olmak üzere birçok alanda çok büyük ilerlemeler kaydedilmiş ve bu alanlarda yapılan özelleştirme faaliyetleri sonucunda, evrensel alanda rekabet edebilen uluslararası örgütlerin doğması söz konusu olmuştur. (Taş, 2010:3.) Birçok sektörde olduğu gibi medya sektöründe de iktisadi olarak bir şirketin temel amacı kâr elde etmektir. Kâr elde ederken, yapılan iş gereğince içinde bulunulan siyasal hayata, toplumsal düzene, bireysel manada kişilik haklarına zarar verme, bir gerçekliği rahatlıkla manipüle edebilme ve kitleleri, ekonomiyi serbestçe etkileyebilme potansiyeli bulunmaktadır. (Örs, 2010: 3444-3445.) Bu sebeple medya etiği, üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir konudur. Bu doğrultuda medya etiği şöyle tanımlanabilir: Medya etiği; *“Liberal toplumlardaki özgürlüğünü, piyasanın ekonomik denetiminden ve devletin siyasal baskısından uzak olma temeline dayandıran medyanın, ticari bir işletme olma niteliğini açıkça savunmaya başlamasıyla birlikte bu özgürlük zeminini kaybetme tehlikesine bir yanıt geliştirme çabasıdır. Buna göre, medya etiğinin, piyasanın manipülatör gücünün panzehri olarak işlev görebileceği, endüstrinin etik ilkelere bağlı kılınmasıyla kamuyla olan güven ilişkisinin korunabileceği, kısaca medyanın demokratik işlevlerinin kendi kendini denetleyerek (self-regulation) yerine getirebileceği savunulmuştur.”* Medya etiği, yaptıkları işler ne kadar farklı olursa olsun iletişim uzmanlarının, gazetecilerin, radyo televizyon yapımcılarının ve reklam sorumlularının, yani medya yoluyla geniş bir topluluğa iletilerini yayanların topluma kitle iletişim araçları yoluyla yaydıkları bilgi ağında, ortaya çıkan sorunlu hâllerde, sistemli bir düşünce biçimini öneren, bunu da uygulamalı olarak yapan etik alandır. Bunun yanında medyayla ilgili ahlaki sorunlar yalnızca medya çalışanlarına özgü değildir, aynı zamanda demokratik bir toplumdaki bütün vatandaşları ilgilendirir. (Kösedağ, 2018:501; Düzgün, 2013:27-28.)



Medya alanında etik veya özdenetim anlayışı, gazeteciliğin ilk olarak geliştiği Batı dünyasında ortaya çıkmıştır. Medya etiği denildiğinde akla okuru korumak, onun güvenini kazanmak için basın mensupları tarafından alınan önlemler gelir. Bu konu hakkında ilk adımlar, tartışmalı olarak özgür biçimde çalışan gazetecilerin artan çeşitli baskılara karşı kendilerini ve mesleklerini korumak ve aynı zamanda da okurun güvenini kazanmak amacıyla uymaya söz verdikleri kurallar olarak ortaya çıkmıştır. Basın, yayın ve kitlelere haber ulaştırma gibi konular yani medya düzenlemeleri; devlet, özel kuruluşlar ve medya çemberi içinde devletin bu alanı kontrol etme gayreti ile başlamıştır. Bu durum 17. yüzyıla kadar uzanmaktadır. (Düzgün, 2013:28.)

## 2. Tarihte Medya Etiğinin Ortaya Çıkışı

18. Yüzyılın monark yapısından günümüz demokratik idare biçimlerine kadar tarihte medya birçok değişim geçirmiştir. Lakin etik konusu tarih içinde tartışıldığından bugüne kadar medyanın halkı aydınlatma ve karar alma sürecinde sesini duyurma işlevi hala devam etmektedir. Bu şekilde de medya etiği konusu hala önemini korumaktadır. (Düzgün, 2013:28.)

17. ve 18. yüzyıllarda, iktidarların onaylamadığı yayınları yapan kuruluşlara, sansür uygulanmış ve ağır para cezaları kesilmiştir. Medya etiğinin temelleri, basının nasıl hareket etmesi gerektiği, görevleri ve sorumlulukları, bu erken dönemde iktidarlar tarafından belirlenmiştir. Yönetimin politikalarına hizmet eden yayınlar yapılması ve devletin medyayı tekelinde tutma gayreti, yayın ruhsatları ve ağır vergilerle, medya kuruluşlarını belli bir politikaya hizmet etmeye mecbur bırakmıştır. Monark yönetime göre bu dönemde devletin gazeteciden beklediği, devletin kurallarını vatandaşa duyurmaktır. Eleştirmek ve karşıt görüşleri savunmak belli bir baskı ortamında yasaklanmıştı. (Özkorkut, 2002: 67; Düzgün, 2013:28.) Bu dönemde, İngiliz haber kitapları ve ilk süreli (periyodik) basın, haberlerinin hakikatle tarafsız bir ilişkiye, sıradan gerçekliğe dayandığını iddia etmişlerdir. Erken dönem editörler, bu iddiaya dayanarak, iktidar sahiplerini, bastıkları haberlerin halk için sakıncalı olmadığına ikna etmeye çabalamış, bu etik söylem üzerinden hükümetin devlet meseleleriyle ilgili yayınlara duyduğu öfke karşısında, eylemlerini kavramsallaştıracak ve meşrulaştıracak bir yol açmaya çalışmışlardır.

19. ve 20. yüzyıllarda; seri üretim, sanayileşme, ekonomik gelişme ve liberalizmin dünyadaki yükselişi ve bu anlamda “özgürleştirici” politikaların, devlet eliyle mi sunulması gerektiği, “basın özgürlüğü” anlamında temel hak ve özgürlükler arasındaki yerini almıştır. Mill, Hobbes ve Locke gibi toplumsal sözleşme kuramını savunanlara göre hak ve özgürlükler bu alanda da koruma altına alınmalıdır. Bu anlamda 20. yüzyılda basın özgürlüğü toplumsal sözleşmecî bir kuram temelinde tartışılmaya başlanmıştır. Toplumsal sözleşmecî yaklaşımda,



bu özgürlüklere devletin müdahale etmemesi ve bu özgürlükleri koruması gerektiği vurgulanmaktadır. ( Basın Kanunu'nun 3'üncü maddesi: '*Basın özgürdür. Bu özgürlük; bilgi edinme, yayma, eleştirme, yorumlama ve eser yaratma haklarını içerir. Basın özgürlüğünün kullanılması ancak "demokratik bir toplumun gereklerine uygun olarak; başkalarının şöhret ve haklarının, toplum sağlığının ve ahlakının, milli güvenlik, kamu düzeni, kamu güvenliği ve toprak bütünlüğünün korunması, devlet sırlarının açıklanmasının veya suç işlenmesinin önlenmesi, yargı gücünün otorite ve tarafsızlığının sağlanması amacıyla sınırlanabilir"* demektir. ; Düzgün, *Türkiye'de Medya Etiğine Bakış*, s.30.) Medyanın, ifade özgürlüğü ve doğru haber alabilme hakkı bir yana, diğer yandan rekabetçi piyasa ortamının gelişimiyle birlikte, reklamın ve ambalajın önem kazandığı "ilgi çekmek", "talebi arttırmak" gibi özel sektöre ait ticari kaygıların varlığıyla; mesleki anlamda halk, iktidar ve sivil toplum örgütleri arasında, "objektif" durabilmenin ve halkı bu anlamda aydınlatma misyonu önemini korumaktadır. (Yapar,2012:19-21; Düzgün, 2013: 28-29.)

### **3. Medya Etiğinin Dünya'da ve Türkiye'deki Gelişimi**

Küreselleşen dünyada, bilginin hızlı bir şekilde yayıldığı bu düzende, uluslararası mecrada medya ve basın konularında bazı düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Ticari olarak çok büyük medya şirketlerinin bulunması, haberin uluslararası alandaki önemi ile gazetecilik için evrensel etik kodlar hazırlama çalışmaları geçmişten günümüze devam eden bir süreç olmuştur. Bu süreçte oluşturulan etik kodlar; uluslararası, yerel ya da kurumsal olabilir. Bu etik kodlar, ülkelerden ülkelere farklılık gösterebileceği gibi, bazı evrensel olan kodların da olduğu kabul edilmektedir. (Düzgün, 2013:32-41.)

#### **3.1.Amerika'daki Gelişimi**

Amerika'da 1840–1850 tarihlerinde gazeteler siyasetten ayrı olarak iş yapmaya gayret göstermişlerdir. 20. Yüzyıla girilirken de gazeteciler temel olarak gerçekçiliğe bağlı olunması gerektiğini savunmuşlardır. Onlar için önerilen davranış modeli, bilim insanları gibi hareket ederek doğrudan gözlenebilir durumlarla ilgilenilmesi gerektiği olmuştur. Gerçek ve kanıtlara dayalı olan olabildiğince açık ve net bir habercilik, öznellikten arınmış objektifliğe dayanan haberler yapılması dönemin temel etik kodları olarak oluşturulmuştur. Dünyada Medya etiği konusundaki ilk düzenleme 1923 tarihinde Amerika'da ABD Gazete Editörleri Cemiyeti tarafından belirlenen meslek ilkeleri olmuştur. Ardından 1929'da Pan American basın konferansı gerçekleştirilmiştir. Bu konferansta; doğru haber, özel hayat, kamu yararı, kişilik hakları, baskı sayısı, siyasi ve ekonomik güç gibi kavramlardan hareketle var olan aksaklıkların giderilmesi için hukuki kurullarla beraber meslek örgütleri ve etik ilkelerle, kınama gibi bazı mesleki yaptırımlar konuşulmuştur. Amerika'da muhtelif meslek kuruluşları

ve basın yayın organları bir araya gelerek ortak bazı etik ilkeler konusunda anlaşmışlardır. Anlaşmaya varılan ilkelerin bir standartta oturtulması mümkün olmamakla birlikte zikredilen şey temelde aynıydı. 1923 yılında Amerikan Haber Editörleri Derneği (ASNE) yayınladığı bildirme ve sonrasında 1926'da Amerika Profesyonel Gazeteciler Derneği; Sigma Delta Chi mesleki etik ilkeleriyle Kamu yararıyla birlikte objektif ve tarafsız yayıncılık anlayışının kökenleri atıldı. Amerikan Haber Editörleri Derneği'nin etik ilkelerine göre objektif haber temel ilke konumundadır. Profesyonel Gazeteciler Derneği'nin ilkeleri ise öncelikli temel ilke olarak doğruluğu temel alırken ardından da objektifliği savunmaktadır.

Dünya Savaşları'nın ardından bütün alanlarda olduğu gibi medya alanında da bazı düzenlemeler yapılması gerekmiştir. Zamanla ticarileşen ve büyüyen medya sektörüne televizyonun da eklenmesiyle devlet tarafından yapılacak yeni düzenlemelere gereksinim duyulmuştur. Bu ihtiyacın karşılanması amacıyla 1947 yılında Amerika'da Hutchins Komisyonu kurulmuştur. Komisyon bir rapor hazırlayarak burada etik ilkeleri ortaya koymuştur. Sıralanan etik ilkeler; yaşanan olayları açık ve anlamlı bir şekilde, doğru olarak, profesyonel şekilde iletmek, yapılan yorum ve eleştirilerin toplanması için bir forum oluşturmak, toplumun temel değerlerini yansıtmak ve gün içindeki haberlere tam erişim sağlanması şeklindedir. Burada belirlenen ilkelerin yürütülebilmesi için devletinde buna müdahil olması gerektiği savunulmuştur. Bu tür meslek örgütlerinin belirlediği meslek ilkelerin yanında devletin de düzenlemiş olduğu yasal düzenlemeler bulunmaktadır. Örneğin; ABD'nin radyo ve televizyon yayıncılığıyla ilgili denetimleri, İletişim Kanunu (Communication Act 1934), Birleşik Devletler Kodları (United States Code) ve Federal Düzenleme Kodları (Code of Federal Regulation/CFR) gibi düzenlemelerle yapılmıştır. Amerika'da medya etiği konusunda öz denetim eyaletler bazında ele alınmıştır. Amerika'da bir devlet kurumu televizyon yayıncılığını denetlemesi için görevlendirilmiştir. Bu konuda görevlendirilen kurum, Federal İletişim Komisyonu (Federal Communications Commission/FCC)dir. Bu Komisyon içerisinde; yayıncı kuruluşlara lisans verme, aykırı durumlar olması halinde verilen lisansların iptali, yapılan yayınlar hakkında önlemler alma, sözleşme, toplantı yapma gibi konular hakkında yetkileri barındırmaktadır. Ancak söz konusu Komisyonun, yayınlarda sansür uygulama yetkisi yoktur. FCC'nin başlıca görevleri; uygun maliyet karşılığında ülke toplumuna hızlı, kârlı iletişim hizmetleri sağlamak üzere ulusal telekomünikasyon ve yayıncılık stratejisini belirleyerek bunları uygulamaktır. Komisyonun görev ve yetkileri kanunda da belirtilmiştir. Buna göre, frekans bantlarını firmalara tahsis etmek, lisans vermek, yasa değişiklikleri hakkında görüş bildirmek, yönetmelik hazırlamak, yayınların belirlenen kurallara uygun olup olmadığını denetlemek ve şikâyetlerin kabulü

olarak sıralanmak kanunda belirtilen ifadelerdir. Adı geçen bu komisyonun ayrıca sahte haber ve haber çarpıtmaya ilişkin yasakları da bulunmaktadır. Seçim zamanlarında siyasi yayınlar yapmakla ilgili kuralların var olmasıyla birlikte, kanuna aykırı mevzuları özendirici program ve yayınlar, uygunsuz, müstehcen ve sakıncalı yayınlar hakkında kamu yararı gözetilerek temel yaptırım uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Adil, tarafsız ve doğru haberler yapmak, basın özgürlüğünün ilerlemesini sağlamak amacıyla 1973 tarihinde Ulusal Haber Konseyi kurulmuştur. Bu konsey 1984 yılında dağılmıştır. Bunun yerine her eyalet kendi haber konseyini kendisi oluşturmuştur. Kurulan bu konseylerde, devletin belirlediği ve sınırlanan bir çizgide, baskıcı ve sansür ile yayın gerçekleştirilmesi konusunda ısrarcı uygulamalar yoktur. Devlet ile kamu arasındaki sınır korunmuştur. Burada temel olarak kabul görülen kamunun yararının ön planda tutulması ve etik yayıncılığın temel alınması olmuştur. Fakat bu ilkeler benimsense de bazı dönemlerde siyasal baskılar güçlenmiştir. Buna rağmen kanunlarla korunma altına alınan ifade hürriyeti ile basın özgürlüğü hususlarındaki hassasiyet günümüze kadar devam etmiştir. (Düzgün, 2013:42-45.)

### 3.2. İngiltere'deki Gelişimi

İngiltere, kamu hizmeti yayıncılığı ile dünyada başı çeken ülkeler arasındadır. Bu durumu ile Amerika'dan ayrı bir konumdadır. Yapılan bu kamu yayıncılığını BBC üstlenmektedir. 1922 tarihinde kurulan BBC kamu yayıncılığında köklü bir geçmişe sahiptir. BBC, bu köklü geçmişle birlikte medya etiği konusunda hassas bir politika takip etmektedir. Bu bakımdan İngiltere yazılı olmayan etik ilkeler konusunda nispeten duyarlı bir harita takip etmektedir. Dünyada saygın bir basın kuruluşu olarak bilinen ve etki alanı çok geniş çevrelere ulaşan BBC'nin etik konusunda belirlediği oldukça kapsamlı ve ayrıntılı bir kılavuzu bulunmaktadır. İngiliz kamu yayın kuruluşu yapan BBC'nin etik ilkeleri açısından belirlediği alanların ve ilkelerin bazıları genel başlıklar halinde şu şekildedir:

- Doğru olunması
- Tarafsız olama
- Zarar vermek ve Suç
- Hakkaniyet, katkıda bulunma ve onların rızaları
- Mahremiyet
- Suçun bildiriimi ve anti-sosyal davranışlar
- Çocuklar ve gençler
- Siyaset, kamu politikası ve seçim zamanı
- Savaş, terör ve olağanüstü durum

- Din
- Arşiv kullanımları
- Editörüyle bütünlük ve bağımsız olma
- Çıkar çatışması
- Dış ilişkiler ve kaynak sağlama
- Seyircilerle etkileşim içinde olma
- Kanunlar
- Hesap verebilir olunması.

İngiltere’de medya etiği konusunda basın konseyi modeli uygulanmaktadır. İngiltere’de medyada etik denetimi yapmak üzere 1953 yılında kurulan Birleşik Krallık Basın Konseyi görevlendirilmiştir. Daha sonra 1991’de konseyin ismi değiştirilerek Basın hikâyeleri Komisyonu olarak yeniden kurulmuştur. Bu komisyonun amacı bütün gazete ve dergilerin onayladığı yeni bir basın meslek ahlakı kodunu uygulamak olmuştur. Oluşturulan ilkeler ise doğru bilgi, mahremiyet, çocuklar ve ayrımcılık ve bunun gibi benzer alanları kapsamaktadır. Komisyon, kendisine bir bilim etik kurulu oluşturmuştur. Burada 1 Ağustos 2007 tarihinde İngiliz Gazetecilik Etik Kodu adı altında 16 maddelik temel ilkeler hazırlanarak yürürlüğe konmuştur. Ülkede 1980’lere kadar devletin sıkı denetimiyle birkaç özel televizyonun yayın yapmasına müsaade edilmekteydi. Bu dönemde kamu yayıncılığı gelişerek devam etmiştir. Kamusal gayeler için kullanılan, milli ve manevi değerlere önem veren, bunları vurgulayan, eğitim, kültürel gibi konuların gözetildiği, ticari kaygıların bulunmadığı bir yapı mevcuttur. Amerika’da kurulan yapının dışında liberal dönemden önce Avrupa’da yayıncılık alanında devlet himayesi bulunmaktadır. 1955 yılında ilk özel televizyon kanalı olan ITV (Independent Television)’nin kurulmasıyla ilk düzenleyici otorite IBA (Independent Broadcasting Authority) ortaya çıkmıştır. IBA’nın 12 üyesi bulunmaktadır. Görevi ise yerel radyo kanalları ile özel televizyonun uymak zorunda olduğu kuralları belirlemek ve denetlemek olarak tanımlanmıştır. Bunların uygulanması 1990 yılında koyulan Yayıncılık Yasası ile gerçekleştirilmiştir. Yasaya göre IBA ve Kablo Otoritesi kaldırılmış ve yerlerine ITC (Independent Television Commission) kurulmuştur. Yeni yasa belirtilen koşullara uymaması durumunda yayıncı kuruluşa yaptırım uygulaması vermiştir. Günümüze geldiğinde ise telekulak skandalının ortaya çıkmasıyla basının etik denetimi tartışılır hale gelmiştir. 2013 yılında medya etiğine dair bazı kuralların yasalaştırılması gündeme gelmiş ve bu girişim basın çevrelerinde basın hürriyetine müdahale olarak algılanmıştır. (Avcı, 2010:30-31; Düzgün, 2013:43-52.)

### 3.3. Fransa'daki Gelişimi

Basın meslek ilkelerinin başlangıcı ilk olarak 17. Yüzyıl'da Avrupa'da Fransa'da ortaya çıkmıştır. 1631'de Fransa'da La Gazete'nin çıkışıyla birlikte basın meslek ilkeleri de başlamış, meslek ilkeleri kavramının yolu açılmıştır. Fransa'da medyanın etik ilkelerle ilgili kabul edildiği ilk yasal düzenleme 1918 yılındaki Gazetecinin Meslek Görevleri adlı düzenlemedir. Fransa'da TF1 özel televizyon kanalında görevli olan iki yüz medya çalışanı 1994'te medya etik ilkeleri doğrultusunda Dürüst Davranış Kuralları'nı yayınlamışlardır. Buna göre belirlenen etik kodlara uymayan yayınların yapılmayacağı kararlaştırılmıştır. 1926'da Uluslararası Gazeteciler Federasyonu (The International Federation of Journalists), gazetecilik ve medya konusunda dünyanın en geniş sivil toplum örgütü olarak Paris'te kurulmuştur. Bu kuruluş 2008'de Etik Gazetecilik Girişimi adı altında bir girişim başlatmıştır. Söz konusu girişimin amacı var olan standartları savunmak, gazetecilikte kalitenin önemini farkındalığını artırmak ve medya sektöründe etik davranış kodlarını geliştirerek yaygınlaştırmaktır. 1980'lere kadar Fransa'da televizyon devlet tekelinde kalmıştır. Daha sonra televizyonun yaygınlaşması ile özel televizyonların ortaya çıkmasıyla gazetecilikte uygulanan etik ilkelere televizyon yayıncılığında da ihtiyaç duyulmuştur. 1982'de Görsel İşitsel-İletişim Yüksek Kurulu oluşturulmuştur. Fakat kurulan bu kurum uzun soluklu bir varlık gösterememiştir. Ardından bu kuruluşun yerini 1986'da kurulan İletişim ve Özgürlükler Ulusal Komisyonu almıştır. Bu komisyon, öncekinden farklı olarak daha geniş yetkilerle donatılmıştır. Görsel- İşitsel Yüksek Konseyi günümüzde hala yayıncılık alanını düzenleyici üst kurul olarak görevini sürdürmektedir. Fransa'nın Avrupa Birliği'ne üye devletlerden biri olması nedeniyle medyanın ve mevcut sistemin değişen koşullara uyum sağlanması için yayın ilkeleri ve yükümlülükler yıllık olarak incelenmektedir. (Düzgün, 2013:53-55.)

### 3.4. Türkiye'deki Gelişimi

20. Yüzyıl sonlarında neredeyse her ülkede basın kendi içinde bazı meslek ilkeleri belirlemiş, kurumlar ve örgütler oluşturulmuştur. Türkiye'de de benzer gelişmeler yaşanmıştır. Ülkemizde, medya etiği üzerine gelişmenin başlangıcı olarak 1960'da ortaya çıkan Basın Ahlak Yasası ve Basın Şeref Divanı sayılır. (Kösedağ,2018:497.) Fakat basın üzerindeki devlet eliyle yapılan düzenlemeler Osmanlı'ya matbaanın gelişinden itibaren söz konusu olmuştur. Osmanlı Devleti, devlet anlayışına uygun olarak ve aynı zamanda çok uluslu yapısından kaynaklanan zorluklar dolayısıyla gücünün ve otoritesinin gerek yerli gerek yabancı basın marifetiyle içte ve dışta tehlikeye düşürülmesinin önüne geçmek için basın

alanındaki düzenlemelerini esas olarak sınırlandırma şeklinde gerçekleştirdi. (Özkorkut,2002:71.)

Tanzimat döneminde, 1831 yılında yayınlanan Osmanlı'nın ilk resmî gazetesi Takvimi Vakai'nin yanında Ceride-i Havadis gazetesi de çıkarılmaya başlanmıştı. Fakat bunların yanında farklı dillerde yayın yapan başka organlar da bulunmaktaydı. (Öner, 2011:150; Ebüzziya, 1998:52.) Gazetelere yönelik ilk düzenleme, Fransa'dan alınan ceza kanununun 138. ve 139. maddelerinin uygulanmasıydı. Bu maddeler özet olarak devlet aleyhine yayın yapmayı yasaklıyordu. 2. Abdülhamid döneminde de basına yönelik ciddi bir takip ve baskı altına almaya yönelik faaliyetler sürmekteydi. (Düzgün, 2013:56.)

“Baskı altında alınmaya ve yasaklarla sınırlandırılmaya çalışılmışsa da Osmanlı basınının, mutlakiyetçi devlet yapısının arzu ettiği güdümlü kamuoyu oluşturmaya yönelik bir basın tipinden uzak olduğunu ve böyle bir devlet biçimi lehine değil, parlamentolu ve anayasalı bir yönetim anlayışından yana özgür bir kamuoyu oluşturma görevini yerine getirmek için çaba sarf ettiğini söylemek gereklidir.” Türk basınında ilk örgütlenme girişimleri 2. Meşrutiyet döneminde görülmektedir. 1917'de Alman Basın Derneği'nin daveti ile Osmanlı Matbuat Cemiyeti kurulmuştur. Bu cemiyet savaş yıllarında da çalışmalarını sürdürmüştür. (Özcan, 2016:3; Özkorkut, 2002: 73.) Cemiyetin ismi, 1920'de Türk Matbuat Cemiyeti ardından 1930'da İstanbul Matbuat Cemiyeti ve 1935'te ise Basın Kurumu olarak değiştirilmiştir. (Kösedağ, 2018: 503-504.) Türkiye'nin ilk basın kanunu 1931 Matbuat Kanunu'dur. (31 Ağustos 1931 tarihinde çıkarılan Matbuat Kanunu maddeleri için bkz. 7 Teşrin-i evvel 1336 tarihli (8 Ağustos 1931-Cumartesi) 1867 Sayılı T.C. Resmi Gazete 1881 Numaralı Matbuat Kanunu Yayını; <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/1867.pdf>.) (Erişim Tarihi:02.12.2023).

Bu kanun ile birlikte Bakanlar Kurulu'na geniş yetkiler tanınır. Bu yetkiler basının denetlenmesine yöneliktir. Bu Kanunun yayınlanmasından dört yıl sonra, 1935 yılında 1. Basın Kongresi toplanmıştır. Kongrede, bir basın birliğinin kurulması kararlaştırılmıştır. Basın kongresinde gazetecilerin kendi meslek alanlarıyla ilgili kültürel konular konuşulmuş ve gazetecilik tartışılmıştır. Basın Birliği 1938, yılında kurulmuştur. Fakat birliğin bu tarihte kurulmasının sebeplerinden birisi 1931 tarihli yasada 1938'de yapılan bir takım basın özgürlüğünü sınırlandıran değişikliklerdir. Birlik faaliyetlerini 1946 yılına kadar devam ettirmiş, 1946'da dağıtılmıştır.

2. Dünya Savaşı'ndan sonra Türkiye'de zorunlu bir meslek örgütü kurulmamış daha çok sendikalar, dernekler şeklinde bir teşkilatlanmaya doğru gidilmiştir. 2. Dünya Savaşı'ndan sonra batılı ülkelerde kuvvetlenen özgürlükçü ortam Türkiye'de de hissedilmiş ve ardından basın özgürlüğü konusuna daha fazla önem verilmiştir. Yasal olarak ortadan kaldırılan Basın



Birliği'nden sonra bu örgütlenmenin yerine bazı gazeteciler kendi meslek teşkilatlarını kurmak istemişlerdir. Diğer gazetecilerin de isteği, bu şekilde bir meslek örgütünün kurulması yönünde olmuştur. (Düzgün, 2013:57.) Böylece, Sedat Simavi önderliğinde toplanan gazeteci grubu bir tüzük hazırlamıştır. Daha sonra 10 Haziran 1946'da İstanbul Valiliği'ne verilen dilekçeyle, Gazeteciler Cemiyeti resmen kurulmuştur. “Gazeteciler Cemiyeti sadece bir meslek örgütü olmaktan çok, aynı zamanda gazetecilerin sosyal hak ve özgürlüklerini koruyan, özlük hakları konusunda da çalışmalar yapan bir cemiyet olmuştur. (Özgen, 2012:26-27.) 14 Şubat 1952'de Uluslararası Basın Enstitüsü'nün ilkeleri kabul edildikten sonra yeni bir oluşumun düzenlenmesi ihtiyacı doğmuştur. 24 Temmuz 1960 tarihinde, Türkiye'deki basın kuruluşları ve basın örgütlerinin temsilcileri Gazeteciler Cemiyeti'nde (şimdiki adı Türkiye Gazeteciler Cemiyetinde) toplanarak, Türk basınının kendi kendini denetlemesi için hazırlanan basın kuruluşları, gazete ve gazetecilerin uymakla yükümlü oldukları, Basın Ahlak yasası başlıklı bir tür centilmenlik anlaşması imzalamışlardır. Basın Ahlak Yasası içindeki ilkeler 11 maddeden oluşmaktadır. (Girgin, 2012:51-52.) Bu ilkeler basın mensuplarının gönüllü olarak uymayı taahhüt ettikleri ilk mesleki etik ilkelerdir. Basın Ahlak yasasındaki ilkeleri uygulamak için on üyeden oluşan, Basın şeref Divanı oluşturulmuştur. Basın şeref Divanı, belirtilen ilkelere uymayan meslek mensuplarını, kamuoyuna açıklama yetkisine sahiptir fakat belli bir yaptırım uygulama yetkisi yoktur. Bu da uygulama aşamasında birtakım zorluklarla karşılaşılmasına sebep olmuştur. Basın Ahlak Yasası'ndaki ilkelerin çiğnenmesi durumunda kamuoyuna teşhirden başka uygulanacak yaptırımın bulunmaması beklenen sonuçların alınmasının önüne geçmiştir. (Girgin, 2012:52-54.) Basın şeref Divanı'nın sona ermesinden sonra, gazeteciler, akademisyenler kendi aralarında değerlendirmeler yapmış ve bu konudaki eleştirileri göz önüne alarak konunun yasal mı yoksa gönüllülük esasına dayalı bir denetime mi ihtiyaç olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. (Düzgün, 2013:60.) 6 Şubat 1988'de medyanın kendi özdenetimini gerçekleştirme isteğinin bir sonucu olarak, bağımsız bir niteliği olması bakımından tüzüğü bulunmayan ve resmi değil gönüllülük esasına dayalı Basın Konseyi kurulmuştur. Konseye katılmak yine gönüllülük esasına dayandırılmıştır. Daha saygınlığa yönelik uyarı, kınama gibi cezalar ön görülmüştür.” Basın Konseyi, Basın şeref Divanı'na yöneltilen aynı eleştirilere maruz kalmıştır. (Girgin, 2012:55.) İletişim ve basın özgürlüğü çerçevesinde basının diğer mesleklerden ayrılan bir yanı olduğu ve düzenlemelerin bunu gözetmesinin gerekliliği gündeme gelmiştir. Atatürk'ün “Basın özgürlüğünden doğan sakıncaları önlemenin tek yolu yine basın özgürlüğüdür” özdeyişinden hareketle, meslek odası formülünün özgürlükleri kısıtlama anlamına geleceği ileri sürülmüştür. (Düzgün, 2013:60-61.)



“Radyo ve Televizyon Üst Kurulu Türkiye’de radyo ve televizyon yayınlarını denetlemekle görevli olan kuruluştur. RTÜK, dayanak noktasını hem yasadan hem de etik ilkelerden almaktadır. Türkiye’de özel televizyonların faaliyete geçmesiyle, 1993 yılında yapılan Anayasa değişikliğiyle birlikte yayıncılık alanındaki devlet tekeli de sona ermiştir. Özel televizyonların yayınlarına başlamasıyla birlikte bu alanda düzenlemeler yapılması ihtiyacı doğmuştur. Görsel-işitsel medyanın kitleler üzerindeki etkisinin oldukça kuvvetli olması sebebiyle, bu alanda faaliyet gösteren kuruluşların denetlenmesine ve düzenlenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle 20 Nisan 1994 tarihinde, 3984 sayılı “Radyo ve Televizyonların Kuruluş ve Yayınları Hakkında Kanun” ile Radyo ve Televizyon Üst Kurulu kurulmuştur. (Tiryaki, 2002:173-174; <https://www.rtuk.gov.tr/hakkimizda/3803/878/hakkimizda.html>.) (Erişim Tarihi:02.12.2023)

RTÜK anayasal, bağımsız bir idari otoritedir ve Anayasa’nın 133. maddesiyle temel esasları düzenlenmiştir. RTÜK, radyo televizyon faaliyetlerini düzenlemek ve denetlemekle görevli anayasal ve özerk bir kuruluştur. Üst Kurul, Türkiye Büyük Millet Meclisi’nce seçilen dokuz üyeden oluşur. Üst Kurul üyelerinin görev süresi altı yıldır. Üyelerin üçte biri iki yılda bir yenilenir. Üst kurul üyeleri kendi aralarından bir başkan ve bir başkan vekili seçer. Bakanlık süresi iki yıldır.” (Öztürk,2008:49-51; rtuk.gov.tr.)

#### 4. SONUÇ

Etik, töre bilimi manasına gelirken, bir toplumun kendi kendisine oluşturduğu, yazılı olmayan kurallar bütününe de etik ilkeler denmektedir. Bu etik ilkeler zaman içinde gelişerek çeşitli belirli bir disiplini içeren unsurlar için kullanılmaya da başlandı. Yayın etiği, medya etiği gibi kavramlar da bu unsurlar içerisinde yer alan disiplinler idi. Medya etiği 17. Yüzyıl ile birlikte Batı dünyasında ortaya çıkarak bütün dünya üzerinde kendisine yer edindi. Avrupa’da ilk olarak Fransa ile başlanarak, İngiltere, Almanya ve diğer Avrupa ülkelerinde medya etiği ile alakalı kurallar, bildiriler oluşturulmaya ve bunlara takriben çeşitli medya meslek örgütleri kurulmaya başlandı. 1900’lerin ortalarında Türkiye’de bu gelişmelere dâhil oldu. Geçmişten günümüze dek medya, dünyadaki etkinliğini artırarak devam ettirdi. Bu dinamik devam ederken aynı ölçüde medya etiği konusu da popülerliğini korumaya devam etti. Günümüzde küreselleşen iletişim çağında, güçlü bir etkiye sahip medya kuruluşları ülke gündemini belirleyebilme, siyasi ve sosyal alanda alınan kararları etkileyebilme konusunda önemli roller oynamaktalar.

Sonuç olarak, kamuoyunu etkileyebilme ve yönlendirme güçleri açısından bu kadar önemli role sahip medya kuruluşlarının, haber verme görevlerini yerine getirirken bir takım evrensel yayın ve etik değerlere uygun hareket etmeleri gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

### İnternet Linkleri

(Erişim Tarihleri: 02.12.2023)

<https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/1867.pdf>

<https://www.rtuk.gov.tr/hakkimizda/3803/878/hakkimizda.html>

Avcı, Artun; “Medya ve Televizyon Araştırmalarında Kamusal Alan Tartışmalarına Giriş”, *Marmara İletişim Dergisi*, 17(17), 2010.

Bourke, Vernon J. ; *History of Ethics*, Image Books Press, 1970.

Doğan, Kadir Caner; “Ahilik Teşkilatı, Ombudsman ve Etik İlişkisi”, *Küresel İktisat ve İşletme Çalışmaları Dergisi*, Cilt:4, Sayı:7, Bahar 2015.

Düzgün, Özge; *Türkiye’de Medya Etiğine Bakış: Bir Alan Araştırması*, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Ankara 2013.

Ebüzziya, Ziyad; “Ceride-i Havadis”, *Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi (DİA)*, Cilt:2, TDV Yayını, İstanbul 1998.

Girgin, Atilla; “Yazılı İletişimde Meslek İlkeleri ve Basın Konseyi”, *İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, Cilt:0, Sayı:27, Ocak 2012.

Huby, Pamela M. ; *Greek Ethics*, University of Liverpool Macmillan St. Martin’s Press, First Edition, 1967.

Karaca, Taha Niyazi; “Ekmediğini Biçmek-1: Muhayyel Referanslar Üzerine Kurgulanan Bilim”, [www.academia.edu](http://www.academia.edu).

Kösedâğ, Mehmet Sena; “Yazılı Basında Öz Denetim Sorunu ve Basın İlan Kurumu’nun Denetim İşlevinin Basın Özgürlüğü Açısından Değerlendirilmesi”, *Turkish Studies Social Sciences*, Volume 13/10, Spring 2018.

Martin, James; *Piero Gobetti and the Politics of Liberal Revolution*, Palgrave Macmillian Press, 2008.

Öner, Sema; “Türk Basının İlk Resmî Gazetesi Takvim-i Vakayi’de Padişah Portresine İlişkin Haberler”, *İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, Cilt:29, Aralık 2011.

Örs, Ferlâl; “Küresel Medya Ortamında Yaşanan Etik Sorunlar ve Uluslararası Düzenlemeler”, *Journal of Yasar University*, 20(5) 2010.

Özcan, Ömer Faruk; “Basın Meslek Örgütlerinin Tüzüklerinde Türk Basınının Kurumsallaşma Seyri”, *Marmara İletişim Dergisi*, Sayı:26, Aralık 2016.

Özgen, Murat; “Yarım Asrı Aşkın Bir Süredir Faaliyet Gösteren Sivil Bir Meslek Kuruluşu: Türkiye Gazeteciler Cemiyeti”, *İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, Cilt:0, Sayı:14, Ocak 2012.

Özkorkurt, Nevin Ünal; “Basın Özgürlüğü ve Osmanlı Devleti’ndeki Görünümü”, *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, Sayı:3, Cilt:51, 2002.

Öztürk, Gamzehan; *Radyo Televizyon Alanında Düzenleme Denetleme ve Kontrol RTÜK ve Dünya’da RTÜK Benzeri Kuruluşlar*, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Erzurum 2008.

Sonnesyn, Sigbjorn Olsen; *William of Malmesbury and the Ethics of History*, Boydell-Brewer Press, First Published, 2012.

Taş, Oğuzhan; “Medya Etiğinin Tarihsel Temelleri ve Gelişimi”, *Televizyon Haberciliğinde Etik (Ed. Bülent Çaplı- Hakan Tuncel)*, 2010.

Tiryaki, Refik; “Bağımsız Bir İdari Kurum Olarak RTÜK”, *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, Cilt: 51, Sayı:4, Kasım 2002.

Yapar, Aslı; “Basında Etik”, *İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, Sayı:4, 2012.

## DİJİTALLEŞEN TÜRKİYE: BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİN KATILIMCI DEMOKRASİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Dr. Abdurrahman AYDIN  
ORCID ID: 0000-0003-3749-8095

### ÖZET

Günümüzde, teknolojik ilerlemelerle birlikte Türkiye, hızla dijitalleşen bir topluma evrilmektedir. Dijitalleşme, Türk siyasi sahnesinde geçmişten günümüze uzanan bir değişimi temsil etmektedir. İlk adımlar, bilgisayar teknolojisinin sınırlı erişimine dayanırken, ancak zamanla internetin yaygınlaşması ve dijital iletişim araçlarının artan kullanımıyla birlikte dijitalleşme hız kazandı.

Dijitalleşme, katılımcı demokrasiye yeni bir boyut kazandırmakta ve halkın siyasi süreçlere daha etkin bir şekilde katılmasını sağlamaktadır. Bu değişim, sadece siyasi süreçlere erişimi genişletmekle kalmayıp aynı zamanda vatandaşların siyasi konularda daha bilinçli ve etkin bir şekilde katılımını sağlama potansiyelini taşımaktadır. Çalışma, Türkiye'nin demokratik süreçlerindeki dijital dönüşümün evrelerini inceleyerek, bilgi teknolojilerinin siyasi katılım üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır. Ayrıca, dijital araçlar ve iletişim teknolojileri üzerinden yapılan siyasi katılımın avantajları ve zorlukları ele alınmaktadır.

Çalışmada, Türkiye'nin bu dijital dönüşüm sürecinde karşılaştığı çeşitli sorunları ve bu sorunların üstesinden gelmek için atılan adımlar ele alınmaktadır. Sonuç olarak, Türkiye'nin dijitalleşme sürecinin demokratik kurumlar ve katılımcı vatandaşlık açısından ne anlama geldiği tartışılarak, bu evrimin gelecekteki yönelimleri üzerine değerlendirmeler yapılmaktadır.

**Anahtar Kelime:** dijitalleşme, dijital katılım, demokrasi, e-demokrasi

### DIGITALIZING TÜRKİYE: THE IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGIES ON PARTICIPATORY DEMOCRACY

### ABSTRACT

Today, with technological advances, Türkiye is rapidly evolving into a digitalizing society. Digitalization represents a change in the Turkish political scene from past to present. While the first steps were based on the limited access of computer technology, digitalization accelerated over time with the widespread use of the Internet and the increasing use of digital communication tools.

Digitalization adds a new dimension to participatory democracy and enables the public to participate more effectively in political processes. This change has the potential to not only

expand access to political processes but also enable citizens to participate more consciously and effectively in political matters. The study examines the stages of digital transformation in Türkiye's democratic processes and emphasizes the effects of information technologies on political participation. Additionally, the advantages and challenges of political participation through digital tools and communication technologies are discussed.

The study discusses the various problems Türkiye faces in this digital transformation process and the steps taken to overcome these problems. As a result, what Türkiye's digitalization process means in terms of democratic institutions and participatory citizenship is discussed and evaluations are made on the future directions of this evolution.

**Keywords:** digitalizing, digital participation, democracy, e-democracy

## 1. INTRODUCTION

While information and technology-based changes increase the pressure on organizational structure and functioning, global economy, social movements, participatory democracy, post-Weberian bureaucracy, supranational structures, knowledge-intensive production, etc. These elements are among the determinants of the information society. However, in the information society, cooperation, compromise and mutual control, in other words, multi-stakeholder and participatory governance processes, become more important than conflicting relationships (Sargut, 2012:263; Şaylan, 2012:628). At this point, with technological developments and the increasing use of internet-based devices, public institutions, public officials and public service objects have brought about the digitalization of service delivery to citizens (Göçoğlu, 2020:625).

Information and communication technologies, which are the dominant factor in the production, dissemination and acquisition of information, have encouraged changes in economic, social, political and administrative fields since the early 1980s, while also encouraging the development of information. On the other hand, they also appear as a set of tools used to achieve reform goals in the process of reorganization of public administration (Sobacı, 2012: 4).

## 2. DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND CITIZEN PARTICIPATION IN MANAGEMENT

Participation of the governed in governance is one of the features of contemporary democratic societies and one of the fundamental rights of citizens. Today, in the context of the crisis of representative democracy and the call for participatory democracy, the understanding that the phenomenon of participation should not be reduced to elections and that individuals should

take part in the formation of decisions affecting their own lives has been adopted. In this context, countries are, on the one hand, looking for new ways and tools to take participation beyond traditional voting and ensuring the participation of more people, while on the other hand, they are making intense efforts to make participation mechanisms a part of participation. On the other hand, they strive to make participatory mechanisms a part of their political and administrative systems through administrative reform (Sobacı ve Altınok, 2010:787).

How wrong it is to limit public participation to the elections of a certain period, and how politics and administration corrupt and alienate society due to lack of participation, have become important issues that concern political and management scientists today. This is where the debate on participatory democracy increasingly intensifies (Önder, 2013: 312). The lack of interaction between citizens and the government and the legitimacy problems caused by representative democracy can only be solved by mobilizing citizens (Çukurçayır, 2009: 40).

According to Önder (2013: 312), "how wrong it is to limit public participation to elections held at certain periods, and how politics and administration are corrupted and alienated from society due to lack of participation, has taken its place among the important issues that today's political and management scientists focus on." The low interaction between the citizen and the administration and the legitimacy problems that arise due to the problems of representative democracy can only be resolved by activating the citizen (Çukurçayır, 2009: 40).

ICTs not only play a supporting and facilitating role in participatory democracy, but also offer important opportunities to enable citizens to make their voices heard between two elections and to facilitate the implementation of participatory democracy. As a matter of fact, ICTs, on the one hand, move traditional participation procedures to the electronic environment, and on the other hand, enable some new participation channels (Sobacı ve Altınok, 2010:787).

Digitalization is not defined only as a technology-based approach. Digitalization is the ability of an organization to increase its ability to use information and communication technologies to transform its business processes, business model and business data from a traditional understanding to a modern digital perspective and to ensure cultural adaptation to technological changes (KPMG, 2021:53).

In other words, moving political activity to the digital environment has led to a change in the nature of political action, or more precisely, to a re-discussion of concepts and models related to political parties, government, politics, civil society and citizenship (Gökçe ve Örselli, 2012: 59).

## **2.1. Development of E-Government And E-Democracy**

The concept of e-government emerged in developed countries with the restructuring of public administration caused by the problems of adaptation to development and change in traditional management processes (İnce, 2001:21).

With e-government processes, states have been exposed to a flow of information that knows no borders and is difficult to control. As such, technology has had a profound impact on existing public hierarchy, organizational structures, ways of working, human resource management and service delivery. In a sense, moving political activities to the digital environment has led to a change in the nature of political action, or more precisely, to a re-discussion of concepts and models related to parties, governments, policies, civil society and citizenship.

Democracy refers to citizens having the ability to influence the governance of themselves and their societies, both directly and through their elected representatives (Norris, 2007:5). E-democracy is the use of electronic communication tools to increase citizens' participation in administrative decision-making processes (Cook vd., 2002:3).

The main purpose of e-democracy is to take into account the trending technology tools and include them in the politics of the day. The main advantage of this is to provide access to politics and political decision-making processes to a whole new demographic of the public simultaneously and at low costs. Using new technologies, the internet can enable broader and more active participation in real time by politicians and citizens alike. (Curran ve Singh, 2011:4).

## **2.2. Current Situation in Türkiye**

Since the early 2000s, governments in Türkiye have begun to adopt digital tools to modernize public administration and encourage greater citizen participation. In particular, the e-government project, which was launched in 2010, has achieved great success and enables public services to be provided to citizens more easily (Haktankaçmaz, 2020: 90)

Digital participation research in Türkiye has increased rapidly in the last decade. Much of this research explores the impact of digital participation and access to public services. Research on the digital vehicle use problems of citizens, especially those living in rural areas of Türkiye, and how these problems can be overcome have an important place. There are also studies evaluating the effectiveness of governments in promoting digital inclusion activities (BTK, 2022:50)

### 3.THE IMPORTANCE OF DIGITAL PARTICIPATION

#### 3.1.Aims and Objectives of Digital Participation Applications

The specific aims and objectives of digital participation practices in Türkiye aim to encourage citizens to interact and contribute to public processes. These goals and objectives are achieved through various digital platforms.

**1.Determination of goals and objectives:** The main goals and objectives of digital participation practices in Türkiye are to encourage greater participation of citizens in public processes and to improve the quality of public services. These goals reflect the goals of local governments and governments to ensure greater citizen participation in policy development and service delivery processes (Sarıtürk, 2022:578)

**2.Interactive platforms:** Digital participation practices in Türkiye are carried out through interactive online platforms. These platforms allow citizens to share their opinions and suggestions regarding public projects, policy proposals or problems. Citizens can participate in online surveys and evaluate projects through interactive maps. They can also express their opinions on social media platforms (Yeşildal, 2019:884)

**3.Ways to contribute:** Digital participation practices in Türkiye encourage citizens to contribute in various ways. For example, citizens can review projects and post their comments on the official website of a municipality or government. They can also report problems around them through mobile applications (Karaca ve Öztürk, 2019:530).

**4.Improving public services:** Another goal of digital participation practices in Türkiye is to better shape public services. Citizen feedback helps local governments optimize their services and be more responsive to citizens' needs (Sarıtürk, 2022:19).

**5.Increasing participation in the policy-making process:** Digital participation in Türkiye encourages greater participation of citizens in the policy-making process. The government and local authorities are committed to incorporating citizens' opinions and suggestions into policy decisions (Gül, 2018:13).

Digital participation practices in Türkiye are shaped in line with specific goals and objectives that encourage citizens' greater participation in public processes. These applications are designed to enable citizens to become more involved in shaping public services and policy decisions.



### 3.2. Design of the Digital Participation Platform

The design of digital participation platforms in Türkiye aims to improve user experience, increase accessibility, implement usability tests and observe security measures (Çetin, 2023:60-61; Akmeşe, 2020:111-112).

- 1. User Interface Design:** Digital participation platforms in Türkiye attach great importance to user interface design. Simplicity, user-friendly arrangements and visually appealing elements are at the forefront in the interface design so that users can easily navigate and use functions. For example, important public projects are highlighted on the home page and participants are provided with easy access to the topics they want.
- 2. Accessibility:** Digital participation platforms in Türkiye aim to comply with accessibility standards. This includes measures such as disability accessibility, compatibility for screen reader software, and text-alternatives. In this way, it is aimed to ensure that everyone has equal access to the platform.
- 3. Usability Tests:** Digital participation platforms in Türkiye regularly implement usability tests. Tests are carried out on real users to improve the user experience and ensure the smooth operation of the platform. These tests are used to fix bugs and make improvements based on user feedback.
- 4. Security Measures:** The security of digital participation platforms is of great importance in Türkiye. Protection of personal data, authentication processes and security measures against cyber attacks are critical elements of the platform design. Users' personal information and participation must be securely protected.

### 3.3. Evaluation of Digital Participation in Türkiye

In Türkiye, the impact of participation, participation rates, citizen feedback and implementation results are an important evaluation issue. Here we need to discuss these issues in more detail:

#### **Impact of Participation**

The impact of participation is quite evident in Türkiye. In particular, increasing digital participation enables citizens to become more involved in public administration processes and policy-making processes. Additionally, greater participation enables citizens to have more influence over public services and better meet their needs (Saylam, 2021:95).

#### **Participation Rates**

With the spread of digital participation in Türkiye, participation rates are also increasing. Expanded internet access and wider use of digital tools enable citizens to gain greater benefits from digital participation opportunities. Especially young people are increasingly interested in

digital interaction. However, it should be taken into consideration that some groups have difficulties in accessing digital participation and the digital divide still exists (Erdoğan, 2017:30).

### **Citizen Feedback**

An important component of digital participation in Türkiye is citizens' feedback. Citizens can express their opinions, suggestions and complaints through various digital platforms. These feedbacks constitute an important resource for local governments and governments. Citizens' feedback is used to improve services and make policy decisions (Nacak, 2014:107).

The results of digital participation practices in Türkiye vary. Local municipalities, in particular, have developed various programs to encourage digital participation and deliver services more efficiently. These projects allow citizens to develop closer relations with municipalities and have easier access to local services. These results increase the satisfaction of local citizens and help local governments become more responsive to public needs.

### **3.4.Social and Economic Impacts of Digital Participation**

When we look at the social and economic effects of digital participation in Türkiye, we see that these effects are widespread. Especially:

**Job opportunities:** The spread of digital participation helps create new job opportunities. Many software and technology companies in Türkiye develop applications and solutions for digital interaction platforms. This leads to the emergence of new business opportunities (BTK, 2022:11; Kurt, 2020:3093).

**Education and information access:** Digital participation increases access to education and information. Online education and learning opportunities facilitate access to information, especially for those living in rural areas of Türkiye (BTK, 2022:50; Küçükvardar and Aslan, 2021:30)

**Civil society and activism:** Digital participation is an effective tool for civil society organizations and activists in Türkiye. Online platforms are used to discuss social problems, raise awareness and intervene in public issues (BTK, 2022:34; Küçükvardar and Aslan, 2021:24)

**Social networks and increased participation:** Digital participation encourages citizens to come together and become more involved in public affairs. Online forums, discussion groups and social media make it easier for citizens to share their ideas and opinions (BTK, 2022:19; Yeşildal, 2019:893).

## 4.RESULTS

When we consider digital participation with a positivist and critical approach in the study and evaluate its impact on public administration, we will strive to gain a deeper understanding of the pros and cons of both perspectives and the complexities of digital participation. In addition, when we evaluate both approaches through concrete cases, it will form the basis for a better understanding of the impact of digital participation on public administration.

At this point, when we need to evaluate two different perspectives on the positive and negative effects of digital participation on public administration, we can say the following:

### 1. Positivist approach

Positivist approaches argue that digital participation has a positive effect on public administration. According to this view:

- Digital participation makes public administration more transparent and increases the accountability of governments. Citizens can follow government decisions and monitor the use of public resources through online platforms.
- Digital participation encourages citizens to become more involved in decision-making processes. Tools such as online surveys, forums, and interactive maps allow citizens to express their opinions.
- Digital engagement improves service delivery. Citizens can request services and report problems through online platforms, helping the government deliver more effective services.

### Case: Istanbul Metropolitan Municipality and Digital Participation

Istanbul Metropolitan Municipality uses various online platforms to encourage digital participation. Citizens can review projects, share ideas and provide feedback via the official website. These platforms help municipalities to involve citizens more in the decision-making process. Especially citizens living in Istanbul can shape the city management by voicing their opinions on issues such as transportation, infrastructure projects and green areas. This approach makes public administration more transparent and accountable while encouraging greater citizen participation in the future of the city.

### 2. Critical Approach

The critical approach argues that digital participation can have a negative impact on public administration. According to this view:

- Digital participation can lead to widening the digital divide. Groups without access and digital skills are unable to take advantage of digital participation opportunities, further exacerbating inequality.

- Digital participation creates “noise”. The high number of participants on online platforms can lead to the spread of false and unreal information.
- Digital participation can lead to personal privacy and data security issues. Citizens may encounter security concerns when sharing personal data, and this may undermine trust in the platform.

### **Case: Social media and information pollution**

Advocates of critical perspectives use the rise of social media to draw attention to the negative effects of digital engagement. The rapid spread of false information and rumors, especially on social media platforms, can mislead the public and negatively affect the decision-making process. For example, many controversial issues in Türkiye are affected by misinformation and propaganda on social media. This situation strengthens the criticism that digital participation can make it difficult to access both correct information and misinformation. It is also noted that social media may create personal data security and privacy problems.

These two examples show different aspects and impacts of digital participation. While the positivist perspective suggests that cooperation between local governments and citizens through digital platforms can improve public administration, the critical perspective points to potential problems such as the spread of misinformation and data security. These case studies highlight the complexity and contradictory effects of digital engagement.

The debate between these two views shows that digital participation is a complex issue with both positive and negative aspects. It is important to consider these different perspectives to fully understand the impact of digital inclusion on public administration.

The study shows that digital participation creates a number of positive effects on public administration. These effects include:

**Increased Transparency:** Digital participation makes public decision-making processes more transparent, helping citizens better understand these processes.

**More Effective Decision Making:** Digital platforms allow decision makers to access more information and citizen opinions. This enables better decisions to be made.

**Increased Citizen Participation:** Digital participation tools encourage citizens to take greater interest in public issues.

**Improving Public Services:** Citizens' feedback and demands provide an important guide for the government to improve service delivery. This enables public services to better respond to citizens' needs.

However, there are also some problems brought by digital participation. Issues such as data security concerns, the digital divide, and technology access issues can limit the effectiveness

of digital engagement. It should also be taken into account that digital participation does not always represent democratic participation and may exclude some groups.

Digital participation in Türkiye may vary depending on demographic factors. Especially young people are more likely to use digital participation tools. However, we can say that the digital divide continues to be a problem for the elderly and low-income groups.

In this context, digital participation in Türkiye aims to better shape public services and encourage greater participation of citizens in public affairs. However, it is important to bridge the digital divide to ensure equal access and participation. It is also critical to develop customized strategies to encourage the participation of different demographic groups.

## 5.CONCLUSION

This article examined the effects of digital participation on Türkiye's public administration and reached important conclusions. As a result of Türkiye's digitalization process, positive effects such as transparency, citizen participation and better shaping of public services have emerged. It has also been seen that digital participation faces some challenges and these challenges need to be overcome.

This study highlights the significant impact of digital participation on public administration. However, these impacts need to be fully assessed and addressed. More studies are needed to maintain the positive impact and reduce the negative impact of digital participation on public administration. Future research will help us better understand potential problems in this area and develop better digital interaction practices.

The future of digital participation in Türkiye will be shaped by increased cooperation and dialogue. Ongoing public administration reforms and improving citizens' digital skills will help use digital participation more effectively. Additionally, strengthening data security measures and closing the digital divide should also be among the priorities.

Future research should take a closer look at Türkiye's progress on digital inclusion. In particular, more information is needed about the impact of digital participation on democratic processes and how citizens can become more involved in these processes. This will be an important step for public administration and democracy in Türkiye.

## REFERENCES

- AKMEŞE, S. (2020). KAMUDA DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN SİBER GÜVENLİK VE DİJİTAL GÜVENÇE BOYUTLARI VE İÇ DENETİMİN ROLÜ. *Denetim*(20), 108-119.
- BTK (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu), (2022), Türkiye’de Dijital Dönüşüm ve Okuryazarlık
- COOK Meghan E, LAVİGNE Mark F., PAGANO Christina M., DAWES Sharon S., PARDO Theresa A., “Making a Case for Local E-Government, Albany: Centre for Technology in Government”, 2002.

- CURRAN Tom, SINGH Ravi, “E-Democracy as The Future Face of Democracy: A Case Study of The 2011 Irish Elections”, *European View*, 10, 2011, ss. 25-31.
- ÇETİN, B. (2023). Dijital Erişilebilirlik : Kapsam, Kavramlar, Standartlar, Yasalar. *Tasarım Mimarlık Ve Mühendislik Dergisi*, 3(1), 57-68.
- ÇUKURÇAYIR M. Akif (2009), “Yerel Yönetimde Değişim: Bürokratik Örgütten Hizmet İşletmesine Doğru”, *Sayıştay Dergisi*, S:73, ss. 31-49.
- ERDOĞAN, E. (2017). İnternet ve Siyasal Katılım: Türkiye Gençliği Üzerinden Bir Değerlendirme. *Gençlik Araştırmaları Dergisi*, 5(13), 5-38.
- GÖÇÖĞLU Volkan, “Kamu Hizmetlerinin Sunumunda Dijital Dönüşüm: Nesnelere İnterneti Üzerine Bir İnceleme”, *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 2020, ss. 615-628.
- GÖKÇE Orhan, ÖRSELLİ Erhan, “E-Demokrasi Vatandaşların Siyasete İlgilerinin ve Katılımlarının Arttırılmasının Bir Aracı Mı?”, *E-Devlet: Kamu Yönetimi ve Teknoloji İlişkisinde Güncel Gelişmeler*, ed. M.Z.SOBACI, M.YILDIZ, 2012, ss. 39-84.
- GÜL, H. (2017). Dijitalleşmenin Kamu Yönetimi ve Politikaları ile Bu Alanlardaki Araştırmalara Etkileri. *Yasama Dergisi*(36), 5-26.
- HAKTANKAÇMAZ, M. İ. (2000). TÜRKİYE’DE 2000’Lİ YILLARDAN İTİBAREN UYGULAMAYA GİREN YÖNETİŞİM MEKANİZMALARI ve YÖNETİŞİMİN GELECEĞİ. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 9(23), 70-102.
- İNCE, M., 2001. “Elektronik Devlet: Kamu Hizmetlerinin Sunulmasında Yeni İmkanlar”, *Devlet Planlama Teşkilatı*, Ankara.
- KARACA, Y., & ÖZTÜRK, N. K. (2019). Yeni Nesil Belediyecilik: Dijital Belediye Uygulamaları. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 2(3), 528-537.
- KPMG, “Dijitalleşme Yolunda Türkiye Raporu”, 2021.
- KURT, A. S. (2020). Dijital Dönüşümün Ekonomiye Etkileri: Türkiye Ekonomisi’ne Yansımaları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(30), 3083-3109.
- KÜÇÜKVARDAR, M., & ASLAN, A. (2021). Dijitalleşmenin Ekonomik, Teknolojik, Toplumsal ve Etik Etkilerinin Uluslararası Raporlar Üzerinden Analizi. *Intermedia International E-Journal*, 8(14), 21-38.
- NACAK, O. (2014). KAMU POLİTİKALARININ BELİRLENMESİNDE YENİ İLETİŞİM ARAÇLARI VE SOSYAL AĞLARIN ROLÜ. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*(46), 100-116.
- NORRIS, Donald F., “Electronic Democracy at the American Grassroots” *CyberTech Publishing*, 2007, ss. 163-179.
- ÖNDER Özgür (2013), “Yerelleşme ve Yerel Demokrasinin Güçlendirilmesi Bağlamında Yerel Katılım”, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, C:9, S:18, ss. 311-326.
- SARGUT, A.S., 2012. “Kamu Örgütleri Kuramını Arıyor: Kurumsal Bir Yaklaşım”, *Türkiye’de Kamu Yönetimi*, Ed.: Burhan Aykaç, Şenol Durgun, Hüseyin Yayman, Nobel Yayın, Ankara, ss. 236-277.
- SARITÜRK, M. (2022). DİJİTAL DÖNÜŞÜM DÖNEMİNDE KAMU YÖNETİMİ VE DİJİTAL HÜKÜMET. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(42), 555-603.
- SAYLAM, A. (2021). Kamu Yönetiminde Elektronik Vatandaş Katılımını Etkileyen Faktörler Ekseninde Türk Kamu Yönetimi için Bir Ortak Yapım Portal Önerisi: [Milletinkarari.gov.tr](http://Milletinkarari.gov.tr). *Kamu Yönetimi Ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 81-101.
- SOBACI M. Zahid (2012), “E-Devlet: Kuramsal Bir Bakış”, *E-Devlet: Kamu Yönetimi ve Teknoloji İlişkisinde Güncel Gelişmeler*, ed. M.Z.SOBACI, M.YILDIZ, ss. 3-37.
- SOBACI M. Zahid ve ALTINOK Ramazan (2010), “Türkiye’de Büyükşehir Belediyelerinin E-katılım Uygulamaları: Website İçerik Analizi” *Kamu Yönetimi Teknoloji*, Kayfor 2010, ss.786-803.
- ŞAYLAN, G., 2012. “Bir Yapısal Değişim Sorunu Olarak Yönetim Reformu”, *Türkiye’de Kamu Yönetimi*, Ed.: Burhan Aykaç, Şenol Durgun, Hüseyin Yayman, Nobel Yayın, Ankara, ss. 439-457.
- YEŞİLDAL, A. (2019). Sosyal Medya, Yerel Yönetimler ve Katılımcı Yönetim: Bilgi Çağında Belediyeler İçin Yeni Stratejiler. *İnsan Ve İnsan*, 6(22), 883-902.



## ŞER'İYYE SİCİLLERİNE GÖRE MANİSA'DA GAYRİMENKUL ALIM-SATIMI ÜZERİNE TESPİTLER (1024-1028/1615-1619)

**Doç. Dr. Alpay BİZBİRLİK**

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Tarih Bölümü

**ORCID ID:** 0000-0002-7619-4257

### ÖZET

Şer'iyye sicilleri aslen döneminin mahkemelerinde görülen davalar, merkezden gelen emirler, zaman zaman vergi kayıtları vb. belgelerin kayıt altına alındığı dönemin idari, siyasi, iktisadi, dini ve toplumsal konularıyla ilgili bilgiler içeren bir kaynak türü olup; muhteviyatında şehir tarihi çalışmalarına ışık tutacak oldukça önemli veriler barındırmaktadır. Osmanlı sosyo-ekonomik tarihi bağlamında her türlü ticari kayıtlara, mal alım satımlarına dair de bilgi içeren sicillerden gayrimenkul türünde yapılan satışlar da tespit edilebilmektedir. Osmanlı şehirlerinde sık sık el değiştiren metallerden önemli bir grupta, evler, dükkanlar ve bunların arsaları olabilmektedir. O dönemde de ihtiyaç hasıl olduğunda çabucak el değiştirebildikleri için bu türden mallar bir yatırım aracı değerlendirilmekte ve bugün olduğu gibi o zamanda da gayrimenkullerin değerlerini belirleyen bir takım unsurlar bulunmaktadır.

Bu çalışmayla Manisa özelinde alım-satıma hangi gayrimenkul türlerinin konu olduğu, bu taşınmazların fiziki özellikleri ve yapısının nasıl olduğu, değerlerini belirleyen etmenler, konumlarının belirlenmesi varsa birbirlerine etkileri aynı zamanda satışın nasıl yapıldığı üzerinde durulmuş 1024-1028/1615-1619 tarihleri arasında 35, 36, 37, 38, 39 ve 40 Numaralı sicillerdeki kayıtlara dayanarak Manisa'da satış konusu olan gayrimenkul türleri incelenerek genel bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Manisa, Şer'iyye Sicili, Gayrimenkul, Satış Akdi, 17. Yüzyıl, Sosyo-Ekonomik Hayat.

### FINDINGS ON THE TRADING OF REAL ESTATE IN MANİSA ACCORDING TO THE SHARIA REGISTERS (1024-1028/1615-1619)

### ABSTRACT

Sharia registers are a type of source that contains information about the administrative, political, economic, religious and social issues of the period, where the cases heard in the courts of the period, orders from the center, tax records from time to time, etc. are recorded; It contains very important data that will shed light on city history studies. In the context of Ottoman socio-economic history, sales of real estate can also be determined from the registries, which contain information about all kinds of commercial records and purchases and



sales of goods. One of the commodities that frequently changed hands in Ottoman cities were houses, shops and their lands. At that time, such goods could be an investment tool and could change hands quickly when needed. There were a number of factors that determined the values of real estate back then, as there are today.

This study focuses on which types of real estate are subject to purchase and sale in Manisa, the physical characteristics and structure of these real estate, the factors that determine their value, the determination of their location, their effects on each other, if any, and how the sale is made. Based on the records in the registry numbers 37, 38, 39 and 40, an attempt was made to make a general evaluation by examining the types of real estate that are subject to sale in Manisa.

**Keywords:** Manisa, Sharia Registry, Real Estate, Contract of Sale, 17th Century, Socio-Economic Life.

## GİRİŞ

İnsanların doğanın bazı olumsuz faktörlerine karşı korunma amacıyla arayışa girdiği ilk dönemlerde, çareyi çevrelerindeki doğal korunaklı yerlerde barınmakta bulduğu, daha sonraki süreçlerde göçer yaşam tarzına uygun, hareketi kısıtlamayacak yapıları ve yerleşik hayata geçişle birlikte daha kalıcı aynı zamanda dayanıklı formları ortaya çıkardıkları bilinmektedir. Böylelikle tarihi süreçte barınma ihtiyacı evleri-mahalleleri-kentleri; tarım üretimi bağları ve bahçeleri; ekonomik faaliyetler ise dükkanları ve aynı zamanda çarşı-pazar kültürünü oluşturmuştur. Nüfus artışı ve ekonomik faaliyetlerin etkisiyle sayısı ve çeşitliliği artan gayrimenkuller zamanla alım-satım öznesi olarak sıkça el değiştiren önemli metalar haline almışlardır. Osmanlı Devleti'nin sosyal ve ekonomik hayatında da süreç aşağı yukarı bu şekilde işlemiştir.

Osmanlı Devleti'nde kadılar tarafından görülen davaların kayıt altına alındığı defterler olan şer'iyeye sicilleri, 15.yüzyılın ikinci yarısından başlayarak 20.yüzyılın ilk yıllarına dek geçen süreçteki iktisadi, siyasi, sosyal ve hukuki hayata dair bilgiler sunan temel kaynaklardan biridir (Akgündüz, 1988; Uğur, 2010). Gayrimenkul kiralama ve alım satımları, kamu binalarının inşaları-tamirleri, görevli tayinleri-azilleri, menkul mal satışları, vakıflarla ilgili bilgilere vs. bu kayıtlardan ulaşmak mümkündür (İlgürel, 1975). Çalışmada bu bilgilerden hareketle 35, 36, 37, 38, 39, 40 numaralı Manisa Şer'iyeye Sicilleri incelenerek alım-satıma konu olan gayrimenkul türleri, fiziki yapıları, fiyatları, konumları ve tespit edilen bazı usulsüzlükler üzerine 17. yüzyıl çerçevesinde genel bir değerlendirme yapılmıştır.

## 1. EV-EV YERİ SATIŞLARI

Mülkiyet; insan meta ilişkisine dayalı bir bağdır ve dinlerce de kabul edilen bu bağ, malın sahibine aidiyetliği ile birlikte her türlü tasarruf şekline de hak sağlamaktadır. Meşru yollarla mal kazanımı ya da miras gibi yollarla kişinin sahiplik ve kullanım hakkının ortaya çıkması, başka biri tarafından malın tasarrufuna ya da ondan yararlanmasına engel oluşturmaktadır (Zuhayli, 1992). Osmanlı Devleti'nde şahsi mülk olan gayrimenkullerin kiralama, miras bırakma ve satış gibi tasarruf hakları bulunmaktadır (Barkan, 1980; Cin, 1991). Kayıtlarda bey'olarak ifade edilen (Bardakoğlu, 1992) satış akitlerinin gerçekleşmesi için bazı şartlar vardır. Öncelikle alıcı ve satıcının rızası aynı zamanda tarafların akil ve balig olması gereklidir. Satılan ürüne tabi her türlü müstemilatın aksi belirtilmediği taktirde tasarruf hakkı da işleme dahil kabul edilmektedir. Akitte satış bedeli ifade edilmelidir. Alışveriş vekiller aracılığıyla gerçekleşiyor ise akdin geçerli olması için alıcı ve satıcının vekilleri aynı olmamalıdır (Zuhayli, 1992; Cin ve Akgündüz, 2011; Ekinci, 2018; Ekinci, 2021).

Çalışma aralığını kapsayan dönemde Manisa mahkemesine en çok yansıyan gayrimenkul alım-satımı ev satışları üzerine olmuştur. Belgelerde satıcının adı ve sakin olduğu mahalleye değinildikten sonra, satışı direkt kendi ya da vekili aracılığıyla yapan mal sahibinin, alıcı ve şahitler karşısında satılan yer hakkında ikrarını dile getirdiği kısım yer almaktadır. Bilahare satış konusu olan evin, mülkün ya da ev yerinin bulunduğu konum açıkça belirtilip, etrafında bulunan ev, mülk veya farklı türde gayrimenkullerden de bahsedilmiştir. Evin yakınlarında camii, mescit, hamam, çeşme, zaviye gibi kamuya ait yapılar varsa onlar da kayıtlarda belirtilmiştir (Faroghi, 1988). Detaylıca dış mekan tarifi yapıldıktan sonra satışı olacak yapının iç yapısına dair tüm özellikleri yanında müstemilatıyla ilgili bilgilere de yer verilmiş, ardından satış tutarı ve satış türü açıklanmıştır. Satış peşin ise tutarın tam olarak alındığının söylenmesinden sonra evin alıcıya ait olduğu mahkemede kadı ve şahitler huzurunda beyan edilmiştir. Eğer satış peşin değil, vadeli şekilde gerçekleşmiş ise, satış şartları ve ödemenin nasıl yapılacağına dair bilgilere de kayıtlarda yer verilmiştir.

Manisa'da gerçekleşmiş ev satışlarına dair kayıtlara bakıldığında, ev (M.Ş.S. 39, 65/2, 74/4) tabirinin de kullanıldığı fakat sıklıkla menzil (M.Ş.S. 39, 46/1) bazen de yurt ( M.Ş.S. 35, 18/3; M.Ş.S. 40, 130/9) şeklinde yapının ifade edildiği görülmektedir. Özellikle ev yerlerinin satışlarına ait kayıtlarda yurt yeri tanımlaması bulunmaktadır. Tek katlı evler tahtanî, iki katlı evler fevkanî olarak kayıtlara geçmiştir, 17. yüzyılın kayıtlarındaki evlerin temel birimlerindeki çeşitlilik (oda sayıları, selamlık ve sofanın bulunması gibi) , sahiplerinin daha gelişmiş sosyal ve ekonomik güçte olduklarının göstergesidir (Kuban, 2021). Bu durum

Manisa için de geçerlidir. Zira kullanılan belgelerde oda (M.Ş.S. 35, 56/6; M.Ş.S. 36, 191/4; M.Ş.S. 38, 201/4; M.Ş.S. 40, 186/2, vd.), kiler (M.Ş.S. 3651/3; M.Ş.S. 37, 41/4; M.Ş.S.40, 186/2), ahır (M.Ş.S. 36, 87/3; M.Ş.S. 37, 61/4-62/1, 66/2,; M.Ş.S. 38, 192/4; M.Ş.S. 39, 14/3; M.Ş.S. 40, 186/2, vd.), avlu (M.Ş.S. 35, 56/1, 121/4; M.Ş.S. 36, 19/3, 51/3, 87/3; M.Ş.S. 37, 41/4, vd.; M.Ş.S. 38, 192/2, 192/4, 210/4, vd; M.Ş.S. 39, 65/2; M.Ş.S. 40, 14/4, 39/8-,vd.), su kuyusu (M.Ş.S. 35, 56/6; M.Ş.S. 37, 74/3), çeşme (M.Ş.S. 39, 53/3), çardak (M.Ş.S. 35, 53/3, 56/1; M.Ş.S. 37, 6/3, 41/4; M.Ş.S. 38, vd.;M.Ş.S. 39, 3/1, M.Ş.S. 40, 14/4, 39/7, 142/2-3), kenif (tuvalet) (M.Ş.S. 36, 146/3, 146/4; M.Ş.S. 37, 6/3, vd., M.Ş.S. 38, 192/2, vd.; M.Ş.S. 39, 2/3, 14/3, vd; M.Ş.S. 40, 14/4,139/8, vd.), fırın (M.Ş.S. 35, 121/4; M.Ş.S. 36, 51/3; M.Ş.S. 38, 210/4; M.Ş.S. 39, 53/3; M.Ş.S. 40, 14/4), sofa (M.Ş.S. 38, 210/4), hamam (M.Ş.S. 35, 53/3), mahzen (M.Ş.S. 39, 56/4-57/1), muhavvata (bahçe) (M.Ş.S. 40 215/4, 241/4, 276/6, 280/4) gibi bazı ek birimlerden; eşcâr-ı müsmire (M.Ş.S. 36, 17/3, 19/3; M.Ş.S. 37, vd.; M.Ş.S. 38, 192/2, 192/4 M.Ş.S. 39, 81/3-82/1; M.Ş.S. 40, 74/4, 81/2 vd.) yani meyve ağaçlarından ve gayri müsmire (M.Ş.S. 36, 191/4; M.Ş.S. 37, 41/4; M.Ş.S. 38, 192/4, 209/10, vd.) meyvesiz ağaçlardan da satış kayıtlarında bahsedilmektedir. Belgelerden satış konusu olan bazı evlerin dahilinde dut (M.Ş.S. 39, 11/1), incir (M.Ş.S. 36, 146/3), zeytin (M.Ş.S. 38, 399/2), badem (M.Ş.S. 38, 352/1), turunç, çınar gibi ağaçların ve (M.Ş.S. 38, 347/9), asmanın (M.Ş.S. 38, 383/5, 429/1) olduğu anlaşılmaktadır. Belgelere bakıldığında bu dönemde Manisa evlerinde ve müstemilatlarında çatı için saz (M.Ş.S. 39, 14/3; M.Ş.S. 40, 214/1), toprak (M.Ş.S. 37, 74/2; M.Ş.S. 39, 11/1, 12/3, 61/2) ya da kiremit (M.Ş.S. 36, 17/1 , 87/3, M.Ş.S. 37, 61/4-62/1; M.Ş.S. 39, 15/2, 23/4) kullanıldığı bazen aynı mülk içinde bulunan yapılarda kiremit, saz ve toprak gibi farklı malzemelerden (M.Ş.S. 36, 146/4, M.Ş.S. 40, 14/4, 17/4) yararlanıldığı görülmektedir.

İncelenen dönemde en çok ev satışı yapılan mahalleler sırasıyla Danişmend-i Halil (6), Ali Ağa/Alı Beğ (4), Göktaşlı (3), Kara Yunus (3), Karahisar (3), Çapraslar-ı Sagir (3), Yarhasanlar (3), Bölücek (3), Çapraslar (2), Amalar (2), Namazgah (2), Cami-i Kebir (2), Sakalar (2), Deveciler (2), Zimmiler (2), Alaybeği (2), Çarşu (2), el-Hâc İlyas-ı Sagir (2), Sultan (2), Bektaş (2), Babakuyusu (2), Dere (2), Ayn-i Ali (2), Eldelü (1), Saray (1), Emirler (1), el-Hâc İvaz Paşa (1), Akmescid (1), Yaviler (1), Nazlıoğlu (1), Hüsrev Ağa (1), Davud Fakih (1), Çavuşönü (1), Arabalanı (1), Attar Ece (1), İsa Fakih (1), Gürhane (1), Çengi (1), İbrahim Çelebi (1), olmuştur. Koyun Pınarı (1) mevzii ile Boz (1), Evrenos (1), ve Karaca Ahmed (1) köylerinde de satışlar yapılmıştır.

Manisa kadı sicillerinden tespit edilen kayıtlar incelendiğinde farklı satış akitlerinin olduğu anlaşılmaktadır. Kati satış olarak bilinen (bey'i bât) işlemlerinde sayıca diğerlerinden fazla

olanı tek kişinin yaptığı satışlardır. Evrenos köyünde önünde çardak olan 2 bab ev ve avlusunun 7.000 akçeye (M.Ş.S. 35, 56/1); Bektaş mahallesinde 3 bab tahtanî ev, 1 bab kiremit ahır ve avlunun 9.100 akçeye (M.Ş.S. 36, 87/3); Sakalar Mahallesinde 4 bab fevkanî ve tahtani mülkler, kenif ve avlunun 23.500 akçeye (M.Ş.S. 37, 66/2); Çaprastlar-ı Sağır mahallesinde 1 bab tahtanî toprak örtülü ev, 1 bab kiremit örtülü kiler, asma ve zeytin ağaçlarının 6.250 akçeye (M.Ş.S. 38, 399/2); Deveciler mahallesinde 1 bab tahtanî toprak örtülü ev, kiremit çardaklı kenifin 2.500 akçeye (M.Ş.S. M.Ş.S. 39, 2/3); Ayn-i Ali mahallesinde 2 bab fevkanî ve tahtanî evler, 1 bab kiler, 1 tahtanî oda, 1 bab ahır ve avlunun 10.400 akçeye (M.Ş.S. 40, 186/2) satılması bu satış türüne ait örneklerdendir. Bazı satışlarda eşlerin ortak hisseleri olduğu ve satış tutarını eşit şekilde aldığı görülmektedir. Balı bin Ali ve zevcesi Fatma bint Ebubekir tarafından Ahmed bin Osman'a Yarhasanlar mahallesindeki 2 bab toprak örtülü evleri ve avluyu içeren mülkleri 4.100 akçeye satılmış; satıcılar hisselerine düşen 2.050 akçeyi aldıklarını mahkemede beyan etmiştir (M.Ş.S. 39, 61/2).

Evlerin müstemilatları fiyatın belirlenmesi için önemli kıstaslardan biri olup, müstemilat birimlerine ait kalemler arttıkça bu durum ev fiyatlarına da doğru orantıda yansımıştır. Az müstemilata sahip evlerin satış tutarlarının fazla ilave yapı içerenlere nazaran daha ucuz olduğu görülmektedir. Neslihan Hatun Danişmend-i Halil mahallesindeki kiremit örtülü 1 bab ev ve avluyu içeren mülkünü 850 akçeye Ayşe Hatun'a satarken (M.Ş.S. 39, 65/2), Nefise Hatun aynı mahalledeki Mescid-i Şerif vakfı yakınlarındaki 2 bab evi, ahır ve eşcâr-ı müsmireyi içeren mülkünü 8.000 akçeye kadı Karamanizade Mehmed Efendi'ye satın menziline sene tamamına 225 akçeye kiralamıştır (M.Ş.S. 39, 74/4). Bölücek mahallesinde ise Hüseyin bin el-Hâc Mustafa Seydi bin Veli'ye 2 bab tahtanî ev ve avlularını 7.000 akçeye satarken (M.Ş.S. 35, 55/1); Hüseyin bin Mustafa aynı mahallede 4 bab harap evleri, 1 bab tahtanî kiremit örtülü ev, avlu haricen 1 bab fevkanî oda, altında ahır, su kuyusu ve avluyu içeren mülkünü 10.000 akçeye satmıştır (M.Ş.S. 35, 56/6).

Satışla ilgili bazı kayıtlarda diğer gayrimenkul türlerinin veya eşyaların da ev satışına dahil olmasıyla (toplu satışlar) mülkün fiyatını arttırdığı görülmektedir. Bu tarzdaki satışlarda birimlerin müstakil fiyatları belirtilmemiş ve genel toplama değinilmiştir ki bu durum eşya ya da gayrimenkulün kendi değerinin tespitini zorlaştırmaktadır. Davud Fakih Mahallesinden Ümmügülsüm'ün vekili Musa bin İsmail tarafından Mehmed bin Ali'ye mahalledeki 4 bab toprak örtülü tahtanî ev, 2 bab kiremit örtülü tahtanî ev, ahır, kenif, eşcâr-ı müsmire, gayr-i müsmire, avluyu içeren mülk, Menemen yolu üstünde 3 dönümlük bağ, 3 kazan ve 4 bakır sini 25.000 akçeye satılmıştır (M.Ş.S. 38, 192/4). Ahmed Çelebi, Ali Çelebi'ye Cami-i Kebir

Mahallesindeki 1 bab yağhane ve 2 çift taşını, 6 kazan, 2 oda, 1 ahır, avluyu içeren menzilin 20.000 akçeye satmıştır (M.Ş.S. 40, 61/3).

Ev fiyatlarını etkileyen en önemli etmenlerden biri de evin konumudur. Merkezi bir mahalde, kalabalık nüfusa sahip, işlek bir yerde, çarşı ya da kamusal diğer alanlara yakın evlerin fiyatları merkeze uzak mahallelere göre yüksek olmaktadır. Zira buralarda asayiş ve güvenliğin sağlanması merkeze uzak mahallelere göre daha kolaydır ve aynı zamanda her türlü ihtiyaca daha kısa zamanda ulaşmak mümkündür. Yarhasanlar mahallesinde 1 bab toprak örtülü önü çardaklı ev, saz ahır ve kenifi olan bir mülk 1.680 akçe (M.Ş.S. 39, 14/3); Akmesicid mahallesinde 2 bab toprak örtülü tahtanî ev, meyveli-meyvesiz ağaçları içeren mülk 4.000 akçeye (M.Ş.S. 36, 17/3) satılırken, Saray mahallesindeki harabe ev yerinin 4.200 akçeye (M.Ş.S. 39, 74/1) Çarşı mahallesinde 2 bab tahtanî ev, fevkanî ve tahtanî çardaklı kiler, eşcar-ı müsmire-gayri müsmire, avlu, haricinde tahtanî oda ile avlunun 42.000 akçeye (M.Ş.S. 37, 41/4) satılmasında müstemilatlarının etkisi kadar, konumunda payı olduğu aşıkardır.

Manisa'da ev fiyatlarının belirlenmesinde bir başka faktör ise satışın bir mecburiyet sebebiyle gerçekleşmesidir. Bu satışlar, bazen bir borç (M.Ş.S. 40, 215/4; M.Ş.S. 36, 146/3; M.Ş.S. 37, 6/3; M.Ş.S. 39, 65/4), bazen borç kefaletinin (M.Ş.S. 39, 46/1) sebep olduğu ödeme ve bazen de günlük geçimi kurtarmak (M.Ş.S. 39, 15/2) maksadıyla yapılmaktadır. Şartlar sebebiyle gelişen bu satışlarda satıcıların öncelikli amacı borç sorumluluğundan kurtulmak ya da nafaka sağlamak olduğundan zamanları kısıtlıdır ve normalde talep edeceklerinden daha düşük meblağları kabul etmek durumunda kalmaktadırlar. Her ne kadar fiyatları düşükse de, bu satışların aslında mücbir bir sebebe dayanması ve sayıca azlıklarından dolayı gerçek piyasayı etkilemeleri hiçbir zaman mümkün olmamaktadır.

Satışlar genellikle peşin olarak yapılmış olsa da, bazıları da vadeli şekilde gerçekleşmiştir. Mehmed Beşe ibn Osman'ın Ali bin Nasuh'a Namazgah mahallesinde 1 ev, 1 fevkanî oda, 1 mahzen, 1 muhavvatayı içeren mülkünü 10.800 akçeye satıp 3.800 akçesine 15 gün vade vermiştir (M.Ş.S. 39, 56/4, 57/1). Alaybeği mahallesinde 1 bab tahtanî ev, 1 kiler ve 1 ahır içeren mülk 2.500 akçeye satılmış, 2.000 akçesine 180 gün vade verilmiştir (M.Ş.S. 39, 40/1). Ev alım-satımlarıyla alakalı belgeler incelenirken rehin ile ilgili veriler de tespit edilmiştir. Rehini, uzun ya da kısa vadede alacağın teminat altına alınmasını sağlayan, borçlunun borcunu zamanında ve eksiksiz ödememesine karşı alacaklının hakkını garantileyen uygulamalardır (Zuhayli, 1992b; Çalış ve Nacak, 2007) Bir borçluya kefil olunması ve borcun ödenmemesi halinde yükümlülük kefile geçtiğinden böyle durumlarda kişilerin ödeme için mülklerini teminat olarak gösterebildikleri hatta belirlenen süre içinde ödeme gerçekleşmezse

mülkiyet haklarını alacaklıya vereceklerine dair teminat verdikleri kayıtlardan anlaşılmaktadır (M.Ş.S. 35, 84/3). Sultan mahallesinde İsmail tarafından zevcesi Emine bint Mustafa'ya 13.500 akçeye satılan 3 bab evler, kenif, eşcar-ı müsmire ve avluyu içeren mülkün, 10.700 akçe için Muslihiddin Efendi ibn Ahmed Çelebi'ye rehin verildiği ve onun rızası ile satıldığı görülmektedir (M.Ş.S. 36, 19/3-4). Osmanlı hukukunda rehin verilen mallarda alacaklının rızası üzerine satış yapılabileceğini yukarıdaki örnek aracılığıyla söyleyebiliriz. Zimmetteki borcun ödemesi yapıldığında ise mülk üzerindeki rehin ortadan kalkmıştır (M.Ş.S. 39, 57/4).

Miras intikaliyle hak sahibi olunan evlerin satışlarına dair verilerde, satış konusu olan menzilin hissedarlarından bahsedilmiş ve hisse sahipleri tarafından yapılan satış kayıt altına alınmıştır. Emirler mahallesinden müteveffa Hasan'ın oğlu Hüseyin, Receb b.Mehmed'e mahalledeki 2 bab tahtanî biri toprak örtülü evin çardaklı ve saz örtülü evlerle müştemil mülkün babasından kendi ve kız kardeşine intikal eden hissesini 600 akçeye satmıştır (M.Ş.S. 39, 3/1). Bir başka örnekte ise Ali Beğ Mahallesinden Ümmühan ve Nesli isimli kadınlar, Osmanlı çavuşlarından Hızır Çavuş'un vekili Mehmed Çavuş'a mahallede olan 2 karşılı tahtanî evleri, ortası çardak, 1 bab fevkanî odası altında kileri, hamamı ve haricen 1 bab fevkanî, 1 bab tahtanî oda, ahır ve avlu içeren babaları Mehmed Çavuş'tan kalma mülkü 51.500 akçeye satmışlardır (M.Ş.S. 35, 53/3). Miras yoluyla hak sahibi olan kişiler tarafından Karahisar mahallesinde menzil hissesinin 600 akçeye (M.Ş.S. 36, 88/2); Hüsrev Ağa mahallesinde 2 bab kiremit örtülü ev, 1 bab toprak örtülü ev 1 bab saz örtülü ev, kenif ve incir ağacını içeren mülkün 4.000 akçeye (M.Ş.S. 36, 146/4); Ali Ağa mahallesinde menzil hissesinin 2.000 akçeye (M.Ş.S. 38, 69/9); Horos köyünde menzilin 10.600 akçeye (M.Ş.S. 40, 208/3) satıldığı görülmektedir. Eğer miras hakkına sahip olan bir çocuk ise, ona ait olan hissenin ya da mülkiyet hakkının satışı vasileri tarafından gerçekleştirilmektedir.

Belgelerde satışı yapıldığı görülen bir diğer birim içerisinde yaşama olanağı olmayan, harabe evlerdir. Bir evin harabe olması doğal olarak onun eski değerini kaybetmesine ve çevresindeki benzer yapılardan daha ucuza satılmasına yol açmaktadır. Belgelerde bu tür yerler, ev yeri ya da yurt yeri olarak isimlendirilmektedir. Harabe ev yeri Namazgah mahallesinde 1.000 akçeye (M.Ş.S. 39, 67/2) satılırken; Saray mahallesinde konumundan dolayı 4.200 akçeye (M.Ş.S. 39, 74/1) satılabilmektedir.

Bazen satış gerçekleşmiş olsa da satıcılar ya da alıcıların alışverişten pişman olması ve vazgeçmesi durumunda taraflar mahkemeye başvurmuşlardır. Belgelerde ikâle olarak geçen bu kavram, satış akdinin, ahid ya da biatın tarafların rızasıyla ortadan kaldırılmasını ifade eder (Aybakan, 2000). Taraflardan birinin bunu talep ettiği durumlarda ikâlenin geçerli olması için karşı tarafın da kabulü ve talebe konu olan malın halen mevcut olması gereklidir. Şartlar tam



olarak sağlandığında satış iptal edilir (Zuhaylî, 1992a). İkâle isteyen taraflar bazen olayın nedenini mahkeme huzurunda açıklamış, bazen de sadece satıştan pişman olduklarını belirtmişlerdir. Manisa kadılarında Karamanizade Mehmed Efendi, Emine bint Mustafa'dan Göktaşlı Mahallesiindeki tahtanî 2 karşılı(klı) evleri ve meyve ağaçları içeren mülk menzili 5.000 akçeye satın alıp, ederini teslim ettiğini, fakat kadının satıştan pişman olarak ikâle talep ettiğini ve ikâle ettiklerini beyan etmiştir (M.Ş.S. 39, 3/3). Akabinde Emine bint Mustafa aynı evi Hüseyin bin Arab ve Ramazan bin Veli'ye 14.000 akçeye satmıştır (M.Ş.S. 39, 4/1). Bu örnek üzerinden kadının açıkça belirtmemiş olsa da, ilk satıştan vazgeçmesinin satış değerini az bulmasıyla ilgisi hemen ardından yapılan satış tutarının nerdeyse ilkinin 3 katı olmasına dayanılarak söylenebilir. Ve satışın iptalinden hemen sonra yeniden satış yapılabilmesinden ikâlenin ardından alışverişi belirli sürelerde sınırlayan bir uygulamaya gidilmediği anlaşılmaktadır.

Ev ya da ev yeri ile ilgili mahkemeye yansıyan bazı davalarda ortak olan konular; davacıların satılan mülk üzerinde hak talebi, satış sonrasında alacakların tahsilini isteme, satış tutarını ödemede zorluk çıkarma, mal sahibinin rızası olmadan satış yapma, malın cebren zaptıdır. Satış konusunda usulsüzlük yapıldığı iddiasıyla mahkemeye başvuran davacıya karşı davalıların en önemli delili, varsa ellerindeki hüccetler ve belgeler, eğer yazılı kanıtları yok ise şahitlerin beyanı olmaktadır. Mahkeme bu deliller ışığında haklı tarafın tespitini yapabilmektedir. Balı bin Seyfullah, el-Hâc Hıdır ibn Bayram'ı, Göktaşlı mahallesinde 21.000 akçeye el-Hâc Ahmed'den aldığı menzil kendi mülkü olmuşken, Ahmed'den aynı miktar paraya tekrar satın aldığı iddiasıyla mahkemeye vermiştir. el-Hâc Hıdır cevabında Balı ve Ahmed'in ikâle ettiklerini sonrasında menzili satın aldığını iddia etmiş, Balı mahkemede ikâleyi inkar etmiştir. Mahkeme Hıdır'dan kanıt istediğinde şahitler Balı ve el-Hâc Ahmed'in huzurlarında satışı iptal ettiklerini söyledikten sonra mahkeme gereğinin yapılmasına hükmetmiştir (M.Ş.S. 39, 59/2). Şahitlerin söyledikleriyle aslında usulsüzlük yapıldığını iddia eden Balı'nın haksız olduğu ortaya çıkmıştır.

Bazı kayıtlarda satıcıların evlerin satış tutarını alamadığını iddia ederek mahkemeye başvurdukları, alıcıların da kadı huzurunda meblağı ödediklerini ispat etmeye çalıştıkları tespit edilmekte, (M.Ş.S. 38, 25/1) bazan da satış tutarının ödenmesinde zorluk çıkarıldığı bu gibi konuların da daha çok kefillikle çözüldüğü görülmektedir. (M.Ş.S. 38, 383/5-6).

Satışın geçerli ve sahih olması için öncelikli şart, alıcının da satıcının da rızasıyla gerçekleşmesidir. Taraflardan birinin razı olmaması ya da haberi olmadan bir yakını tarafından satışın yapılması işlemi geçersiz kılacağından, bu konularda da çözüm mahkemede aranmaktadır.(M.Ş.S. 35, 18/3). Ev alım-satımlarında insanları karşı karşıya getiren bir başka



husus mirasla intikal eden malların durumudur. Manisa’da bu konudaki davaların mirasla sahip olunan mülk hisselerinin ya da hisse satılmışsa parasının hak sahiplerince tasarruf edenlerden (M.Ş.S. 35, 54/2; M.Ş.S. 35, 71/2; M.Ş.S. 38, 138/3-4; M.Ş.S. 38, 83/6) istenmesi şeklinde olduğu görülmektedir. Belgelere bakıldığında tarafların haklılığının ispatlanmasında yazılı belgeler ve şahit beyanlarının oldukça önemli olduğu görülmektedir. Dava edenlerin neredeyse tamamının taleplerinde haksız olduğu böylelikle kanıtlanmaktadır. Ev ya da ev yerleri hakkında tespit edilen bir başka dava türünü fuzulen zapt etme iddiaları oluşturmaktadır. Bu davalarda şablon olarak davacılar, gayrimenkulün aileden birine ait olduğunu ve dava ettikleri kişilerin haksız yere kullandığını belirtmekte, davalılarsa mahkemede malın satış yoluyla kendilerine daha önceki sahibinden intikal ettiğini ispat etmeye çalışmaktadırlar. (M.Ş.S. 40, 130/9; M.Ş.S. 40, 139/8-140/1; M.Ş.S. 40, 277/3).

## 2. BAĞ-BAHÇE-TARLA SATIŞLARI

İncelenen dönemde Manisa’da satışı yapılan diğer gayrimenkuller arasında tarımsal üretimde önemli yere sahip olan bağ, bahçe ve tarlalar da bulunmaktadır. Ev ve ev yerlerinde olduğu gibi bağlar da Osmanlı’nın toprak sistemine göre özel mülk statüsünde olduğundan mal sahibi bağını satabilmekte aynı zamanda ölümü halinde mülkiyet hakkı varislerine intikal etmektedir (Barkan, 2001). Tıpkı ev satışları ile ilgili kayıtlarda olduğu gibi bu gayrimenkullerin satışlarında da standartlaşmış kayıt türü mevcuttur. Bağ satışlarında bağın fiyatı mübayaaya ve narh üzerinden değil, serbest piyasaya göre belirlenmektedir. Fiyatın belirlenmesinde bağın verimliliği, ulaşımının kolay olması ve su kaynaklarına yakınlığı etkilidir (Özcan, 1993). Tespit edilen satışların bey-i bât (kesin satış) ve bey-i bi’l vefa ( satış tutarı belirli bir zaman içinde geri ödenirse, malın eski sahibine iadesi) türünde olduğu görülmektedir.

Bağ, bahçe, tarla satışlarında alım-satım konu olan gayrimenkulün bulunduğu yer hakkında bilgi verildikten sonra, etrafında bulunan sınır komşularına değinilmekte, kıt’a ya da dönüm olarak miktarı belirtilmekte ve nihayetinde satış tutarı mahkeme huzurunda beyan edilmektedir. Meblağın ödemesi yapıp tarafların alım-satımı tasdik etmesinin ardından satış sicile kaydedilmektedir. Manisa Akçaağaç mevziinde güneyden kamuya açık yol , doğudan Sefer, kuzeyden Receb yerleri, batıdan da Kurd Çavuş bahçesiyle çevrili tahminen 15 dönümlük sebze bahçesinin 8.000 akçeye (M.Ş.S. 39, 12/4), Boz köyünde armut ve incir ağaçlarının da bulunduğu bağın 6.000 akçeye (M.Ş.S. 36, 137/2), Yenice Koca’da kal’a-ı cedid kurbunda tahminen 3 dönüm bağın 6.000 akçeye (M.Ş.S. 38, 260/7-8), Sabuncu köyünde içinde incir, nar, ceviz, erik ağaçlarının bulunduğu tahminen 5 dönüm miktarı bahçenin 8.400 akçeye (M.Ş.S. 35, 101/3), Horos köyünde 1 kıta tahminen 2 dönüm tarlanın 2.000 akçeye (M.Ş.S. 38, 256/6) satıldığı kayıtlardan tespit edilen bazı satış örnekleridir.

Kayıtlarda görülen bir diğer satış türünü bey'i- bi-l vefâ olarak tanımlanan ve bedeli iade edildiğinde malı geri almak üzere yapılanlar oluşturmaktadır (Bayındır, 1992). Bu satışlarda ekseri satıcılar, alıcılara borçludur ve nakit ödeme imkanlarının olmaması sebebiyle bu yönetime başvurumaktadırlar. Borçlu ve alacaklı tarafından mahkeme huzurunda ödeme için süre belirlenmekte, borçlu bu süre zarfında borç tutarını öderse satışı yapılan malını geri alma hakkına kavuşmaktadır. Borcun vadesinde ödenmemesi halinde mal için kati satış hükümleri uygulanmaktadır. Tespit edilen örnekte Dilşikar mahallesinden Sefer bin Mustafa'nın, Hüseyin Ağa Vakfı mütevellisi el-Hâc Abdi bin Ramazan'a iki bab bir ve iki katlı toprak örtülü evleri ve meyveli-meyvesiz ağaç içeren bahçesini vakfa 4 ay 8 gün tamamına kadar 3.450 akçeye bey'-i bi'l vefa ile satıp semenini kabz ettiği, vade tamamına kadar meblağı teslim etmezse bahçenin vakfın olmasını kabul ettiği sicile kaydedilmektedir (M.Ş.S. 38, 212/6).

Bazı satışlarda mal sahibinin mirasla kendisine intikal eden yeri ya da bir malda kendisine ait hissesini sattığı kayıtlardan anlaşılmaktadır. Nefs-i Güzelhisar'dan el-Hâc Osman ibn el-Hâc Abbas, Alaybeğizade Mehmed Ağa'nın vekili Abdi Beğ ibn Mustafa'ya Karaca Ahmed bağları dahilinde Veli bağı, Raziye Hatun bağı ve Ayod zimmi bağı ile hudutlu, kız kardeşinden intikal eden tahminen 3 dönümlük bağını 6.000 akçeye satıp parasını aldığını sicile kaydettirmektedir (M.Ş.S. 37, 12/5). Bazı kayıtlarda ise kendilerine intikal eden yerin satış hissesine ait meblağ talep edilmekte, mahkeme tarafların beyanı (M.Ş.S. 38, 357/4), yemin etmeleri (M.Ş.S. 36, 176/3) ve şahitlerin ifadelerini göz önüne alarak gereğinin yapılmasına hükmetmektedir.

Borca karşı rehin bırakma ile ilgili örnekler de bu satış şekline çok benzemektedir. Kayapınar köyünden Hasan bin Ömer, sabbağ (boyacı) Davud bin Pir Ali'den 6 yıl önce 1.200 akçe borç aldığını, karşılığında Evrenos köyündeki bağını rehin bıraktığını, ödeme kudreti olmadığından 700 akçe daha alıp, 1.900 akçeye Davud'a sattığını sicile kaydettirmektedir (M.Ş.S. 35, 56/4). Mahkemeye yansıyan davaların bazılarında ilginç sorunlar olduğu da görülmektedir. Buna en iyi örnek, satışı yapılan bağ ve bahçe sınırları içinde kalan ağaçların ayrı bir malmış gibi değerlendirilip satış konusu olmadığı iddiasıyla açılan davadır. Dellaklar köyünden Ali, vefat eden Muslihiddin Hoca'ya 4.000 akçe borcu olduğunu, ödeyemeyince Boğaz mevziindeki 2 dönüm bağı ona sattığını fakat içindeki zeytin ağaçlarını satmadığını Muslihiddin'den bağı 4.800 akçeye alan Sefer bin el-Hâc Ali'ye karşı mahkeme huzurunda beyan etmekte, Sefer ise iddianın mahkemede ispat edilmesini istemektedir. (M.Ş.S. 38, 306/3).

### 3. DÜKKAN SATIŞLARI

İncelenen dönemde dükkan ve işletme satışlarına dair veriler göstermektedir ki tıpkı diğer gayrimenkul alım-satımlarında olduğu gibi bu türün de satış akitleri belli bir standart çerçevesinde yapılmaktadır. Satış ile ilgili kayıtlarda dükkanların çevreleri ve fiziki özellikleri belirtilmektedir. Dükkan satışlarında da satış bedelini belirleyen unsurlar diğer gayri menkullerdeki gibi dükkanın yaşı, büyüklüğü, çarşı içinde ya da işlek bir mevkide olup olmadığıdır. Tespit edilen bazı kayıtlara göre Eskiciler çarşısında bulunan, Mehmed dükkanı boş arazi ve yol ile çevrili el-Hâc Mustafa Çelebi'nin dükkanı 2.000 akçeye (M.Ş.S. 35, 57/2); Çapraslar-1 Kebir mahallesindeki boyahanelerden Mustafa dükkanı, çeşme ve yol ile çevrili harabe boyahane dükkanı 1.800 akçeye (M.Ş.S. 39, 19/1); Çıkrıkçılar çarşısında yol, Ahmed dükkanı, Seydi Hasan Çelebi oğlu dükkanı, Emir Ahmed ve Hasan Çelebi dükkanı ile çevrili 2 kepenkli dükkan 8.000 akçeye (M.Ş.S. 39, 48/5 biraz daha iyi konumda, dükkanlarla çevrili merkezi ve donanımlı); Attarlar çarşısında iki bab attar dükkanından doğu taraftaki 20.000, batı taraftaki 10.000 olmak üzere toplamda 30.000 akçeye satılmaktadır. (M.Ş.S. 39, 27/1 bu iki örnekte dükkanın yönü dahi belirleyicidir.)

Vakıf dahilinde olan dükkanların satışları ile ilgili kayıtlarda satış meblağının satıcıya, zemin kirasının da (Çağbayır, 2017; <https://www.vgm.gov.tr/kurumsal/tarihce/vakif-deyimleri-ve-terimleri-sozlugu#dic11>) vakfa ödendiği görülmektedir. Rum Mehmed Paşa Vakfı'nın Pabuççular çarşısındaki 1 bab pabuççu dükkanının 11.800 akçeye satıldığı, ancak alıcının yılda 48 akçe zemin kirası ödeyerek dükkana mutasarrıf olacağı kayıta belirtilmektedir (M.Ş.S. 36, 25/3).

Zaman zaman diğer gayrimenkul alım-satımlarında olduğu gibi dükkanlarla ilgili miras hisseleri ya da satış meblağının ödenmesine dair iddia ve talepler mahkemeye yansıtılmaktadır. (M.Ş.S. 36, 25/3; M.Ş.S. 36, 91/2; M.Ş.S. 35, 135/2-3-4; M.Ş.S. 36, 131/3-4; M.Ş.S. 38, 118/3).

### SONUÇ

Ekonomik hayatta alıcı ve satıcılar arasında alışveriş konusu olan en önemli metalden biri gayrimenkullerdir. İnsanlar barınma ihtiyacı için ev-ev yerlerini, üretim ve iktisadi faaliyetleri için ise bağ, bahçe, tarla, dükkan gibi işletmeleri kullanmaktadırlar. İncelenen 4 yıllık dönem aralığında bu yapıların birçok kez alışveriş konusu olduğu görülmektedir. En çok ev-ev yerleri ile ilgili satışlar olduğu, onu bağ-bahçe ve dükkan satışlarının takip ettiği söylenebilir. Günümüzde satışların resmiyet kazandırıldığı tapu daireleri o yıllarda olmadığından Osmanlı döneminde mahkemeler aynı zamanda alım-satış işlemlerinin kaydedildiği, noter vazifesi gören bir yapıya sahiptir. Gayrimenkul satışlarına dair kayıtlar olan hüccetler, satış sonrasında

alıcının mülkiyet hakkını kanıtlama ve yaşanması muhtemel anlaşmazlıklara karşı önlem olma özelliği taşımaktadır. Gayrimenkul alım-satımlarında kişilerin alışverişe şahitliği de tarafların ellerinde bulunan hüccetler gibi miras hakkı ya da fuzulen kullanım olduğu iddiaları üzerine yapılan başvurularda, davaların sonuçlarına etki eden önemli faktörlerden olmuşlardır. En çok alışverişi yapılan gayrimenkullerden olan evlerin fiyatlarını etkileyen şeyler evin konumu ve içerdiği ilave yapılarıdır. 21.yüzyılda dahi şehir merkezinde ya da yakınında olmak avantaj sağlarken, 17.yüzyıl şartlarında bu durumun çok daha önemli olduğu aşikardır. Öyle ki incelenen kayıtlara göre merkezde harabe bir ev fiyatının, merkezden uzak ama oturulabilecek vaziyetteki evle kıyaslandığı zaman daha yüksek olmasının temelinde bu faktör yatmaktadır. Bağ ve bahçelerde de yola ve su kaynağına yakınlık satış meblağını yükselten etkenlerdendir. Dükkan satışlarında da en yüksek fiyata satılan dükkanların genellikle çarşı içinde ticaret hanelerle çevrili işlek bir yerde ve müşterilerin daha zengin olduğu görülmektedir.

Dönemin Manisa'sında satışı yapılan evlerin neredeyse tamamında ilave yapıların bulunduğunu; evler, bahçeler, dükkanlar gibi farklı gayrimenkul türlerinde peşin ve vadeli satışlar olduğunu ve hatta borç nedeniyle rehin bırakılan gayrimenkullerin ödenmeyen borçlar sebebiyle satıldığını kayıtlar ışığında söylemek mümkündür.

## KAYNAKÇA

### Arşiv Belgeleri

Manisa Şer'iyeye Sicilleri (M.Ş.S.)  
35, 36, 37, 38, 39, 40.

### Tetkik Eserler

- AKGÜNDÜZ, Ahmed, (1988). *Şer'iyeye Sicilleri Mahiyeti, Toplu Kataloğu ve Seçme Hükümler*, Cilt.1, İstanbul: Türk Dünyası Araştırmaları Vakfı.
- AYBAKAN, Bilal, (2000). "İkâle", *TDV İslam Ansiklopedisi*, C.22, İstanbul: İSAM Yayınları, ss.14-16.
- BARDAKOĞLU, Ali, (1992). "Bey", *TDV İslam Ansiklopedisi*, C.6, İstanbul: İSAM Yayınları, ss.13-19.
- BARKAN, Ömer Lütfi,(1980). *Türkiye'de Toprak Meselesi Toplu Eserler I*, İstanbul: Gözlem Yayınları.
- BARKAN, Ömer Lütfi,(2001). *XV. Ve XVI. Asırlarda Osmanlı İmparatorluğunda Zirai Ekonominin Hukuki ve Mali Esasları (Birinci Cilt Kanunları)*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları.
- BAYINDIR, Abdülaziz, (1992). "Bey' Bi'l Vefâ", *TDV İslam Ansiklopedisi*, C.6, İstanbul: İSAM Yayınları, ss.20-22.
- CİN, Halil, (1991). "Arazi", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, C.3, İstanbul: İSAM Yayınları, ss.342-346.
- CİN, Halil, AKGÜNDÜZ, Ahmed, (2011) *Türk Hukuk Tarihi*, İstanbul: Osmanlı Araştırmaları Vakfı.
- ÇAĞBAYIR, Yaşar, (2017). *Ötüken Osmanlı Türkçesi Sözlüğü*, İstanbul: Ötüken Yayınları.
- ÇALIŞ, Halit, NACAĞ, Hasan, (2007). "Rehin", *TDV İslam Ansiklopedisi*, C.34, İstanbul: İSAM Yayınları, ss.538-542.
- EKİNCİ, Ekrem Buğra, (2018). *İslam Hukuku Umumi ve Hususi Hükümler*, İstanbul: Arı Sanat.
- EKİNCİ, Ekrem Buğra, (2021). *Osmanlı Hukuku Adalet ve Mülk*, İstanbul: Arı Sanat.

- FAROQHI, Suraiya, (1988). “Onaltı ve Onyedinci Yüzyıl Kadı Sicillerinde Kaydolan Ev Satışlarıyla İlgili Belgelerin Şekil Açısından Değişimi”, *Tarih Boyunca Paleografya ve Diplomatik Semineri 3 Nisan-2 Mayıs 1986*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat fakültesi Basımevi,ss.201-210.
- İLGÜREL, Mücteba, (1975). “Şer’iyye Sicillerinin Toplu Kataloğuna Doğru”, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Tarih Dergisi*, S.28-29, İstanbul: s.123-166.
- KUBAN, Doğan, (2021). *Türk Ahşap Konut Mimarisi 17.-19. Yüzyıllar*, İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- ÖZCAN, Ruhi, (1993). *17. Yüzyılda Konya’da Mülk Satışları ve Fiyatlar (1640-1665]*, Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü(Yayımlanmamış Doktora Tezi).
- UĞUR, Yunus, (2010). “Şer’iyye Sicilleri”, *TDV İslam Ansiklopedisi*, C.39, İstanbul: İSAM Yayınları,, ss.8-11.
- YİĞİT, Ahmet, (2007). “XIV-XVI. Yüzyıllarda Menteşe Livasında Değirmenler”, Muğla: *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (İlke)*, S.18, ss.97-155.
- YÖRÜK, Doğan, (2014). “XVI. Yüzyılda Konya Kazasında Su Değirmenleri ve Bezirhaneler”, *Turkish Studies International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish*, V:9/1, ss.637-655.
- ZUHAYLÎ, Vehbe, (1992). *İslam Fıkhi Ansiklopedisi*, C.7, İstanbul.
- ZUHAYLÎ, Vehbe, (1992a). *İslam Fıkhi Ansiklopedisi*, C.5, İstanbul.
- ZUHAYLÎ, Vehbe, (1992b). *İslâm Fıkhi Ansiklopedisi*, C.6., İstanbul.

### İnternet Kaynakları

Vakıflar Genel Müdürlüğü, Vakıf Deyimleri, ve Terimleri Sözlüğü  
<https://www.vgm.gov.tr/kurumsal/tarihce/vakif-deyimleri-ve-terimleri-sozlugu#dic11>.  
(Erişim Tarihi:18.09.2023).

## SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA KADIN İSTİHDAMI

**Öğretim Görevlisi, Çiğdem BAL**

Mersin Üniversitesi, Anamur Meslek Yüksekokulu, Büro Hizmetleri ve Sekreterlik

**ORCID ID:** 0000-0001-6009-5716

### ÖZET

Kadınların iş gücü piyasasında karşılarına çıkan en büyük engel toplumsal cinsiyete dayalı iş bölümüdür. Toplumsal cinsiyet rolleri dikkate alındığında kadınların istihdam katılımda erkeklerin gerisinde kaldığı görülmektedir. Kalkınma aşamasında sürdürülebilirlik yaratmak için kadınların işgücü piyasasına katılımını arttırmak temel amaçlardandır. Çalışmada öncelikle kadın işgücü ve istihdamına ilişkin tarihsel gelişim sürecine değinilecektir. Kadın istihdamını etkileyen faktörlere değinilerek, cinsiyetler arası farklılıklar ele alınacaktır.

Yapılan bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu'nun verilerine dayanılarak Türkiye'de kadın istihdamının durumu açıklanacak, bu alandaki olumlu gelişmeler ve iyileştirmeler yönelik İŞKUR, SGK, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı gibi yapılanmaların çalışmaları incelenecektir. Ayrıca geçmişten günümüze çözümünde tüm insanlığın birlik olmasını gerektiren temel problemlerin başında sağlık, ekonomi, eşitsizlik ve çevre gelmektedir. Tüm insanlığın devamı için eşitsizlik, adaletsizlik, ekonomi ve çevre sorunlarına çözüm bulmak için dünya liderleri bir araya gelerek Birleşmiş Milletler organizasyonunda 17 Küresel Amaç üzerinde ortak nokta belirlemişlerdir. Dünya Ekonomik Formu tarafından hazırlanan rapora göre 2022 yılı Küresel Cinsiyet Uçurumu Endeksi raporuna göre pandeminin devam eden etkileri ve iklim bozulmaları nedeniyle yaşam maliyetlerinin artmakta ve bunlar sonucunda küresel problemler yaşanmaktadır. Yaşanan bu küresel problemler de devamında toplumsal cinsiyet eşitsizliği durumlarına zemin hazırlamaktadır. Sosyal sürdürülebilir programlarla toplumsal cinsiyet eşitsizliğine dikkat çeken politikalar üreten ülkelerde kadınların istihdama katılımı için fırsat oluşturmaktadır. Bu amaçla bu tür politikaların, programların yaygınlaştırılması toplumsal cinsiyet eşitliği bakımından önem kazanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kadın İstihdamı, Sürdürülebilirlik, Eşitlik

### WOMEN'S EMPLOYMENT WITHIN THE SCOPE OF SOCIAL SUSTAINABILITY

### ABSTRACT

The biggest obstacle women face in the labor market is the gender-based division of labor. Considering gender roles, it is seen that women lag behind men in employment participation. Increasing women's participation in the labor market is one of the main objectives in order to

create sustainability in the development phase. In the study, first of all, the historical development process regarding women's labor force and employment will be touched upon. Differences between genders will be discussed by touching on the factors affecting women's employment.

In this study, the situation of women's employment in Turkey will be explained based on the data of the Turkish Statistical Institute, and the efforts of organizations such as İŞKUR, SSI, Ministry of Labor and Social Security for positive developments and improvements in women's employment in Turkey will be examined. In addition, from past to present, health, economy, inequality and environment are among the main problems that require the unity of all humanity to solve. In order to find solutions to inequality, injustice, economic and environmental problems for the survival of all humanity, world leaders came together and determined common ground on 17 Global Goals in the United Nations organization. According to the report prepared by the World Economic Forum, the 2022 Global Gender Gap Index report, living costs are increasing due to the ongoing effects of the pandemic and climate disruptions, and global problems are experienced as a result. These global problems pave the way for further situations of gender inequality. It creates opportunities for women's participation in employment in countries that produce policies that draw attention to gender inequality through socially sustainable programs. For this purpose, dissemination of such policies and programs becomes important in terms of gender equality.

**Key Words:** Women's Employment, Sustainability, Equality

## 1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik kavramı; toplumsal yaşamı etkileyen sosyal, ekonomik, kültürel ve politik açıdan ele alan bir kavramdır. İnsan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisi dikkate alınarak insanlığın devamı için sürdürülebilirlik önemli bir faktördür. Bu sebeple sürdürülebilirlik kavramı gelecek nesillere bozulmamış bir çevrede daha iyi bir yaşam sunarak sosyal adaletin olduğu, ekonomik refahın sağlandığı, herkesin eşit olduğu bir ortam yaratmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle sürdürülebilirlik kavramı içeriğinde kalkınma kavramını da barındırmaktadır. Nitekim bir ülkenin kalkınmasında en temel unsur insan varlığıdır. Kalkınmanın en temel amacı, refahı maksimum seviyeye ulaştırmaktır. Bu açıdan sürdürülebilirlik perspektifinden kalkınma, dünyadaki kıt kaynakları yok etmeden ve bu kaynakları en verimli şekilde kullanarak ekonomik gelişme açısından adaletli bir ortama zemin hazırlayan bir kavramdır. Yani, insanların yaşam kalitesinin yükseltilmesidir (De Kruijf ve Van Vuuren, 1998).



Sosyal sürdürülebilirlik, sosyal devlet ilkesi gereği sosyal adalet sınırlarında gerçekleştirilen politikaları ve kurumların temel faaliyetlerini ifade etmektedir. Sürdürülebilirlik kamu politikası açısından yol göstericiliği bulunmaktadır. Gerçekleştirilen sosyal sürdürülebilirlik faaliyetleri sosyal politikalarla ilişkilidir.

Sosyal devlet ilkesi gereği yönetimin temel görevi topluma hizmettir. Toplumsal olarak kalkınmanın temelinde sürdürülebilir bir toplum yapısı bulunması gerekmektedir. Sürdürülebilir bir toplum yapısı için de sosyal sorumluluk faaliyetleri önem arz etmektedir. Yapılan sosyal sorumluluk faaliyetleri toplumun temel yapısını iyileştirici faaliyetler olup üretim süreçlerine kadar etki eden çalışmalar bütünüdür.

Tüm dünya insanlığını derinden etkileyen ve tehdit edici sorunlardan biri olan yoksulluk beraberinde işsizliği, eşitsizliği ve adaletsizliği de sürüklemektedir. Bu konuda yapılan iyileştirici politikalar küresel boyutta toplumsal kalkınmaya ışık olmaktadır. 2015 yılında yayımlanan “Bin Yıl Kalkınma Hedefleri” nde “Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Amaçlar” açıklanmıştır. Bu amaçlar temelini aşırı yoksullukla mücadele, eşitsizlik ve adaletsizlik ve iklim değişiklikleri oluşturmaktadır.

Birleşmiş Milletlerin açıkladığı Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Amaçlar’da toplumsal cinsiyet eşitliğine dikkat çekilerek bu konuda iyileştirici çalışmaları kapsamaktadır.. Dünya Ekonomik Formu’nun “Küresel Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi Raporu 2023’e göre; Covid 19 pandemisinin yarattığı etkilerin sonucunda cinsiyet eşitsizliğinin son bulması 131 yıl olarak öngörülmektedir (Global Gender Report, 2023). Artan yaşam maliyetleri, covid 19 pandemisinin devam eden etkileri, çevresel faktörler cinsiyet eşitsizliğine yönelik çalışmaların önüne set kurmaktadır. Sürdürülebilir iyileştirmeler yaratmak için ve toplumsal cinsiyet eşitsizliğini önlemek için bu konular dahilindeki gelişmelerin yakından takip edilmesi ve raporlanması yapılacak sosyal sorumluluk faaliyetlerine zemin hazırlamaktadır.

Birleşmiş Milletler toplumsal cinsiyet eşitsizliği kavramını kadınların fırsatlara ve kaynaklara erkeklerle aynı düzeyde ulaşamamasına ve emek piyasasında erkeklere göre daha düşük seviyede kaldıklarına bağlamaktadır (UNDP, 2002: 8). Toplumsal cinsiyet eşitsizliği arttıkça kadınların ve dolayısıyla toplumun refah seviyeleri azalmaktadır. Bu bakımdan toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması toplumların kalkınmasında ve sürdürülebilir bir ekonominin sağlanmasında oldukça önemlidir (OECD, 2018: 3-5).

2023 yılı Küresel Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi raporlarına bakıldığında, kadınlar mevcut yaşam maliyeti krizlerini ve emek piyasasındaki olumsuzlukları en çok hisseden kesimdir.

Rapora göre Türkiye'nin gelişmiş ülke seviyelerinde bir cinsiyet eşitliğine ulaşamadığı ve kadın ve erkek istihdam oranları arasındaki uçurumun yüksek olduğu görülmektedir (Global Gender Gap Report).

Verilen rapor bilgilerine göre tüm dünya genelinde çalışma hayatında kadın istihdamının hızla azaldığı ve buna bağlı toplumsal cinsiyet eşitsizliği sorunun dikkate alınması gerektiği görülmektedir. Bu açıdan sosyal sorumluluk bilinciyle dünyayı derinden etkileyen bu sorun için çözüm önerisi üretmek elzem bir durum olmaktadır.

Çalışma, sosyal sürdürülebilirlik anlayışıyla toplumsal cinsiyet eşitliği çerçevesinde kadın istihdamı incelenmektedir. Eşitliği sağlayarak istihdamı arttırmak için yürütülen sosyal sorumluluk çalışmaları ele alınmaktadır. Çalışmada ayrıca, Türkiye'de aktif faaliyette bulunan firmalarda yapılan halkla ilişkiler ve iletişim faaliyetleri çerçevesindeki sosyal sürdürülebilirlik ve sorumluluk çalışmaları ele alınmaktadır.

Çalışma ortaya çıkarılacak olan sonuç ve önerilerle, sosyal sorumluluk uygulamalarının eşitlik konusunda rehberlik etmesini ve kadın istihdamını özendirerek alana çözüm sağlayıcı çalışma kazandırılmasına katkıda bulunması amacını gütmektedir.

Çalışmada ilk olarak sosyal sürdürülebilirlik kavramı ele alınarak sosyal sorumluluk çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma hedefleri ele alınmaktadır. Ardından ilgili Literatür eşliğinde toplumsal cinsiyet eşitliği tanımlanarak kadın istihdamının durumuna yer verilmektedir. Ayrıca sosyal sürdürülebilirlik yaklaşımıyla kadın istihdamına yönelik güncel çalışmalara yer verilmektedir. Son bölümde ise toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin giderilmesine dair yapılan sosyal sorumluluk çalışmaları incelenmektedir. Sonuç bölümünde de elde edilen bulgular neticesinde toplumsal cinsiyet eşitsizliğini gidermek için çözüm önerileri üretilebileceği tartışılmaktadır.

## 2. SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sürdürülebilirlik kavramı, çevreye zarar vermeyecek şekilde doğanın temel yapısının bozulmadan doğal ürünlerin ve enerjinin kullanılması olarak ifade edilmektedir. Doğada kıt olan kaynakların verimli ve etkin bir şekilde kullanımı, bunun neticesinde yaşam kalitesini artırma hedeflenmektedir. Ana hedef gelecek nesillerin devamlılığına odaklanmaktır.

Sürdürülebilirlik çalışmaları sadece ekolojik süreçle değil, sosyal ve ekonomik konuları da içersine alarak yaşam kalitesini iyileştirerek süreci devam ettirmeyle ilişkilidir (McKenzie, 2004: 5).

Kurumsal bir sürdürülebilirlik kapsamında toplumun refahı temel amaçtır. Bu doğrultuda ekonomi odağının ötesinde çevreyi korumak ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını düşürmek dikkat edilmesi gereken unsurlardır (Ozanne vd., 2016: 250).

Sosyal sürdürülebilirlik topluma ait değerlerin, toplumsal bütünlüğün ve toplumsal ortak amaçların ne ölçüde gerçekleştirilebileceğini ifade etmektedir. Toplum içinde birey sosyal sürdürülebilirlik yaklaşımı ile temel ihtiyaçlardan başlayıp kendini gerçekleştirebilecekleri aşamaya kadar olan süreci içinde barındırmaktadır (Moldan vd., 2012: 5).

Birey için temel gereksinim niteliğinde olan kilit hizmetlere erişim eşitliği, topluluk olma duygusu ve kuşaklar arası eşitliği sağlaması açısından topluluklar içinde olumlu bir süreç niteliğinde sosyal sürdürülebilirlik kendini göstermektedir (Morelli, 2011: 3). Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmanın temelinde sosyal eşitlik var olmaktadır. Toplumun bütün kesimlerinin yaşam kalitesini iyileştirici sosyal entegrasyonu destekleyici uzun vadeli uygulanabilir gelişme ve büyümeyi görme yeteneği olarak ifade edilmektedir (Bramley ve Power, 2009: 31). Uzun vadeli gelişme ve büyümeyi destekleyici istikrarı sağlamak için çevrenin geçen süre içerisinde nasıl korunduğu da önem teşkil eden bir durumdur (Vallance vd., 2011: 345).

Sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik gelişmeyi destekleyici sosyal ve beşeri sermayenin de geliştirilmesini savunmaktadır. Toplumun iyileştirilmesi amacı ile kamu hizmetlerine olan erişimin eşit olması, eğitim desteklenmesi sosyal sermayenin içeriğini oluşturmaktadır. Bu sayede sosyal sürdürülebilir işletmeler beşeri ve sosyal sermaye ile paydaş ve çalışanların işe olan güdülenmelerini desteklemektedir (Tüm, 2014).

Sosyal denge bozulmadan birey için önemli olan sağlık, eğitim, barınma ve ulaşım gibi hizmetlere ulaşma süreci sosyal sürdürülebilirliğin temelidir. Paydaş ve çalışanların çalışma koşullarının iyileştirilerek yaşam kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır (Gençoğlu ve Aytaç, 2016).

### **3. SOSYAL SORUMLULUK**

Sosyal sorumluluk, bireyin kendi kaynaklarını toplumun iyiliği yönünde bilinçli olarak kullanmasına denir (Kotler ve Lee, 2005). Tanım dahilinde sosyal sorumluluğun temel amacı toplumsal fayda sağlamaktır.

Bireylerin yanında toplum içinde var olan kuruluşların da buldukları topluma, ülkeye karşı toplumun kazanımlarını sağlamak için sorumlulukları mevcuttur. Kurumların çevresel,

toplumsal, hukuki, ekonomik sorumlulukları nedeniyle alacakları kararlar toplumsal fayda sağlama yönünde önemli adımlardır.

Kurumsal boyutta sosyal sorumluluk; ekonomik şartlara, yasal koşullara uygun bir biçimde iş ahlakını gözeterek kurum içi ve kurum dışında bulunan kişi ve kurumların beklentilerine uygun çalışma stratejisi yaratmaktır (Eren, 2000: 99). Sürekli gelişmekte ve değişmekte olan dünyada işletmeler geleneksel kar elde etme yollarının ötesinde, kurum içi ve kurum dışı kişilerle sürdürülebilir ilişkiler geliştirmenin yollarını gözetmek zorundadır. İyileştirilmiş sosyal ve çevresel performans kurumlara soyut ve somut faydalar sağlamaktadır. Bunlar, maliyet azaltma, risk yönetimi, kurumsal itibar, artan rekabet gücü önemli faydalardandır (Ashraf vd., 2020: 1)

Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi'ne göre sosyal sorumluluk faaliyetleri, toplumun hayat kalitesini iyileştirmesinin yanında ekonomik gelişmeye de katkı sağlamaktadır. Ayrıca özellikle kar amacı güden işletmelerin uzun vadeli refahı için gerekli faktörlerdendir (World Business Council For Sustainable, 2020: 7-8).

Birleşmiş Milletler Endüstriyel Kalkınma Örgütü sosyal sorumluluğu kurumsal boyutta bit yönetim konsepti olarak tanımlamaktadır. Sosyal ve çevresel faaliyetlerle bağlantılı politika ve stratejilerin toplamıdır (URL2).

2010 yılında, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO), ISO 26000 adlı uluslararası bir standart yayımlayarak, sosyal sorumluluğu, bir kuruluşun aldığı kararların, yaptıkları faaliyetlerin toplum ve çevre üzerindeki etkileri olarak ifade etmiştir (URL1).

Kurumsal sosyal sorumluluk faaliyetleri sosyal etki yaratmanın yanında görünürlüğü ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla kullanılan politikalardır. Literatüre bakıldığında ilk katkı 1953 yılında Howard Bowen tarafından yapılmıştır. Temelinde vatandaşın iyi olma hali, yaşam kalitesini artırma düşüncesi, sosyal eşitlik, cinsiyet dengesi ve insan hakları konuları bulunmaktadır ve bunlarla ilgili bir yolsuzluk durumunda mücadele önlemleri

#### **4. KADIN İSTİHDAMININ KALKINMADAKİ ROLÜ**

Cinsiyet kavramı insanlar için belirleyici etmenlerden biridir. Fiziksel, biyolojik ve genetik özellikler cinsiyetin şekillenmesinde oluşan farklılıklardır (Orhan, 2009: 3). XX kromozomundan kadın cinsiyetini oluşmakta, XY kromozomundan erkek cinsiyetini oluşmaktadır.

Cinsiyet biyolojik ve genetik temalı bir terim olup, toplumsal yaşamda anlamlara sahiptir. Kadın ve erkek terimleri toplumsal yaşamda anlam yüklenen ve belli kalıpları olan terimlerdir. Cinsiyet doğuştan kazanılan bir durum olup, toplumsal cinsiyet toplum içerisinde kazanılan bir durumdur. Yani toplumsal cinsiyet biyolojik cinsiyetten farklı bir kavramdır. Robert Stoller da bu durumu Sex and Gender isimli kitabında belirterek kadın erkek eşitsizliğine toplumsal cinsiyet açısından değinmiştir. Dolayısıyla cinsiyet doğuştan kazanılan sabit bir kavram olarak nitelendirilirken, toplumsal cinsiyet yer ve zamana göre şekillenebilen bir kavramdır. Bu durumda toplumsal cinsiyet rolleri öğrenilerek benimsenmektedir (Avşar, 2017: 226-227).

Toplumsal cinsiyet kavramı kadın ve erkekler üzerinde toplum tarafından oluşturulan öğrenilen kalıplardır. Toplumsal cinsiyet eşitliği kavramı ile de kadınların ve erkeklerin toplumsal yaşamın gerektirdiği her alanda eşit olmaları ifade edilmektedir. Kadın ve erkeklerin her alanda eşit imkanlara sahip olduğu bir durumdur. Sosyal refah devleti kapsamında sosyal adalet ilkesi gereğince toplumdaki tüm bireyler arasında fırsat eşitliğinin sağlanması gerekmektedir. Ülkelerin kalkınması için cinsiyet temelli bir eşitsizliğin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu bakımdan cinsiyet temelli bir eşitsizlik hak ve fırsatlardan eşit olarak yararlanamama durumunu ortaya çıkarmaktadır (Akkaş, 2019: 97-118)

Toplumsal cinsiyet eşitsizliği kadınlar üzerindeki eşit olmayan farklılıkları ortaya çıkaran kısıtlamalardır. Kadınların sosyal, kültürel ve ekonomik alandaki temel hak ve özgürlüklerini kullanmasını kısıtlayan cinsiyet temalı ayırım toplumsal cinsiyet eşitsizliğini açıklamaktadır (Orhan, 2009: 3). Toplumsal cinsiyet temelli eşitlik herhangi bir ayrımcılık olmadan herkesin eşit hak ve fırsatlara sahip olması durumudur. Eşitsizlikler giderilmeden ülke kalkınması mümkün değildir. Temel ekonomik ve sosyal yapının sarsılması beraberinde gelir dağılımında adaletsizliği, kaynakların eşit bir şekilde dağıtılmamasını hizmetlere ulaşımın eşit olmadığı bir ortamı doğurmaktadır.

Toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin kadın kimliğinde bıraktığı etkiyi anlamlandırabilmek için ataerkil toplum yapısını incelemek gerekmektedir. “Patriark” kelimesine karşılık gelen baba rolünü üstlenen ataerkil kelimesi erkek egemenliğini ifade etmektedir. Ataerkil toplum yapısında hiyerarşik bir düzen var olduğu için erkek aktif konumda kadın ise edilgen konumdadır (Korkmaz ve Başer, 2019: 72). Ataerkil yapı kadının gelişimi noktasında kadının önüne set kuran bir yapıdır. Kontrolün erkekte olduğu, kadının ikincil, kontrol edilen bir konumda olduğu mekanizmadır. Dolayısıyla ataerkil kurumlar, kadının ikincil bir varlık olarak görülmesine sebep olmaktadır. Bu bağlamda Aristo, erkeği aktif, kadını pasif olarak

nitelendirmiştir. Aristo'ya göre kadın "sakat erkek" ruhunda hükmedilmek için doğar, erkek ise kadın üzerinde hüküm vermek için doğmaktadır (Learner, 1989: 8-11).

Ataerkillik kavramı farklı düşünürler tarafından farklı şekillerde yorumlanmış olup, Sigmund Freud bu durumu kadının anatomisinin yine kadının kendi kaderinin eseri olduğuna bağlamıştır. Freud'a göre kadının psikolojisi rollerini belirlediği için normal insan, erkek olmak şeklinde açıklamıştır (Freud, 1997).

Engels'e göre ataerkil kavramı özel mülkiyetin gelişimine dayanmaktadır. Toplumda özel mülkiyet kavramı geliştikçe erkeğin gücü ve mülkiyeti elinde tutması kadını ikincillığe itmiştir. Bu ikincillik durumu hiyerarşik düzen içerisinde maddi düzeni kurarak kadının işgücü üzerindeki erkek kontrolünü arttırarak sınırlandırılmasına ve evcilleştirilmesine sebebiyet vermiştir (Engels, 1940).

Engels'in açıklamalarının aksine ataerkilliğin özel mülkiyet öncesinde de var olduğunu savunan radikal feministler (Brownmiller, 1976, Firestone, 1974) bütün kadınların bir sınıf olduğunu düşünerek temel sorunun cinsiyetler arasında olduğunu inanmaktadırlar.

Sosyalist feministlere göre ataerkilliğin değişmez ve evrensel olduğu bu durumun tarihsel materyalizme bağlı olduğunu savunmaktadırlar. Kadın ve erkek olgusu biyolojik yapıdan ziyade tarihsel sürecin sonucudur. Marksizmin temel prensipleri ile hareket eden yapı kadın ve erkek arasındaki mücadelenin üretim modelinin değişmesine ve işgücünün cinsiyet temelli bölünmesini değiştireceğine inanmaktadırlar (Beechey, 1977).

İnsan toplum halinde yaşayan, doğası gereği tek başına yaşayamayan bir varlıktır. Toplum içinde yaşayarak ekonomik, sosyal ve psikolojik bakımdan ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Yazoğlu, 2014: 3). İnsan toplum içinde ekonomik ihtiyaçlarını karşılayabilmek için belli bir emek sarfetmesi gerekmektedir ve sarfettiği bu emek karşılığında da ücret beklentisi olmaktadır. Bu beklenti durumu karşılandığında emek piyasasında çalışma hayatının temel motivasyonunu oluşturmaktadır.

Kadınlar anaerkil dönemden itibaren avcılık ve toplayıcılık yaparak toplumsal yaşamın merkezinde bulunmaktadır. Anaerkil dönemde kadınların rolü soyun devamına ve üretim sürecine katkıda bulunmaktır. Yerleşik hayata geçilmesiyle toplumsal düzen içerisinde bulunan kurumların oluşmasıyla üretim sürecinde kadınların aktif rolü gözlenmiştir (Duman, 2012: 25).

Avcılık ve toplayıcılıktan sonra devrim niteliğinde olan sabanın icat edilmesiyle tarımsal üretimi yapan kadının yerini erkek almıştır. Dolayısıyla kadının üretim sürecindeki statüsü değişmiştir (Michel, 1993: 23: akt. Bayram, 2011: 10). Kadın ev işlerine yönelerek ücretsiz emek haline dönüşmüştür.

Sanayi devrimi ile birlikte seri üretime geçilmesiyle daha fazla işgücü ihtiyacı gündeme gelmiştir. Sanayi devriminden önce “anne” rolü üstlenerek kendini ev işlerine veren kadın, işgücü ihtiyacı nedeniyle emek piyasasında çalışma hayatına girmeye başlamıştır.

Çalışma hayatı kadınlar için kolay ilerleyen bir süreç olmamıştır. Kadınlar erkeklere göre daha zorlu koşullardan geçmişlerdir. Sanayi devrimi döneminde kadınların düşük ücretle, kötü çalışma koşullarında ve günlük çalışma sürelerinin uzatıldığı bir dönemde kadınlar istihdam edilmiştir. Bu dönemdeki kadın erkek işgücünün ikamesi şeklindedir (Yılmaz vd., 2009: 91)

Küreselleşmeyle birlikte sektör genişlemesi ve büyümesi esnek çalışma ortamlarının oluşmasına zemin hazırlamıştır. Esnek çalışma ortamlarının oluşması kadınların ucuz işgücü olarak istihdama katılmalarına neden olmuştur (Sümer, 2015: 25). Kadınların elde ettikleri gelirlerin erkeklerden düşük olması gelirin orantısızlığının göstergesidir (Afşar ve Öğrekçi, 2014: 80)

Çalışma hayatı rutin işleyen bir süreç olmadığı için dış ve iç etkenlerden etkilenebilmektedir. Nitekim salgın döneminde çalışma koşulları rutin bir seyir göstermemiştir. Salgınla mücadele kapsamında dünya genelinde önlemler alınarak çalışma hayatı değiştirilmiştir. Uzaktan çalışma modeli getirilerek bu süreçte evde olan kadın hem ücretli çalışarak hem de ev işlerini yaparak potansiyel olarak dezavantajlı duruma düşmüştür (ILO, 2020: 18). ILO, “Geleceği Daha Adil İnşa Etmek: COVID-19 Sonrası Toparlanmanın Merkezinde Kadınların Çalışma Hakları ve Çalışma Yaşamındaki Hakları” açıklamasında kadın istihdamının %4,2 azalmasıyla 54 milyon işgücü kaybına sebebiyet verdiğini açıklamıştır (ILO, 2021: 1).

Sürdürülebilir kalkınmasının gerçekleştirilebilmesinde kadın istihdamının artırılması önemli rol oynamaktadır. Türkiye’de kadın istihdamı Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren çözüme kavuşturulmaya çalışılan bir sorun olmuştur. Kadınların istidama katılımlarının düşük düzeyde olması önemli bir sorun olmakla birlikte sosyal kalkınmanın da önüne set olmaktadır. Bu noktada geçmişten günümüze tarihsel süreç ele alındığında kadınların istihdam düzeylerindeki düşüklüğün nedenleri arasında toplumsal cinsiyet temelli iş bölümü,



geleneksel aile yapısındaki zayıflık, kadınların eğitim seviyelerindeki düşüklük gösterilmektedir (Hotar, 2011: 84-86).

Bu araştırmanın amacı baz alınarak kurumların istatistiki dönem verileri eşliğinde, kadınların istihdama katılmalarındaki teşvik edici sosyal sürdürülebilirlik alanındaki çalışmalar analiz edilmektedir. Bu amaçla Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) 2019-2022 verileri ve Türkiye İstatistik Kurumu 2019-2022 dönem verileri eşliğinde kadın istihdamı incelenmektedir.

**Tablo 1.** Ülkeler Bazında 15-64 Yaş Arası Kadın İstihdamı (%)

Ülke	2019	2020	2021	2022	Ülke	2019	2020	2021	2022
<b>ABD</b>	66,3	66,2	64,6	66,5	<b>Kolombiya</b>	53,4	44,9	44,6	49,5
<b>Almanya</b>	71,9	73,2	72,0	73,2	<b>Meksika</b>	47,0	44,6	46,2	48,0
<b>Avusturya</b>	70,0	68,6	71,1	73,8	<b>Kore</b>	57,8	56,7	57,7	66,0
<b>Hollanda</b>	74,1	73,9	76,6	78,1	<b>Şili</b>	53,3	46,6	49,0	53,1
<b>İsveç</b>	75,4	73,5	73,3	74,7	<b>Türkiye</b>	32,2	29,7	31,7	34,4
<b>Kanada</b>	71,7	66,9	70,5	72,8	<b>Kosta Rika</b>	48,6	41,4	43,9	47,1
<b>Danimarka</b>	72,2	71,4	72,6	74,5	<b>Yunanistan</b>	47,3	47,5	48,2	51,2

**Kaynak:** (OECD, 2022).

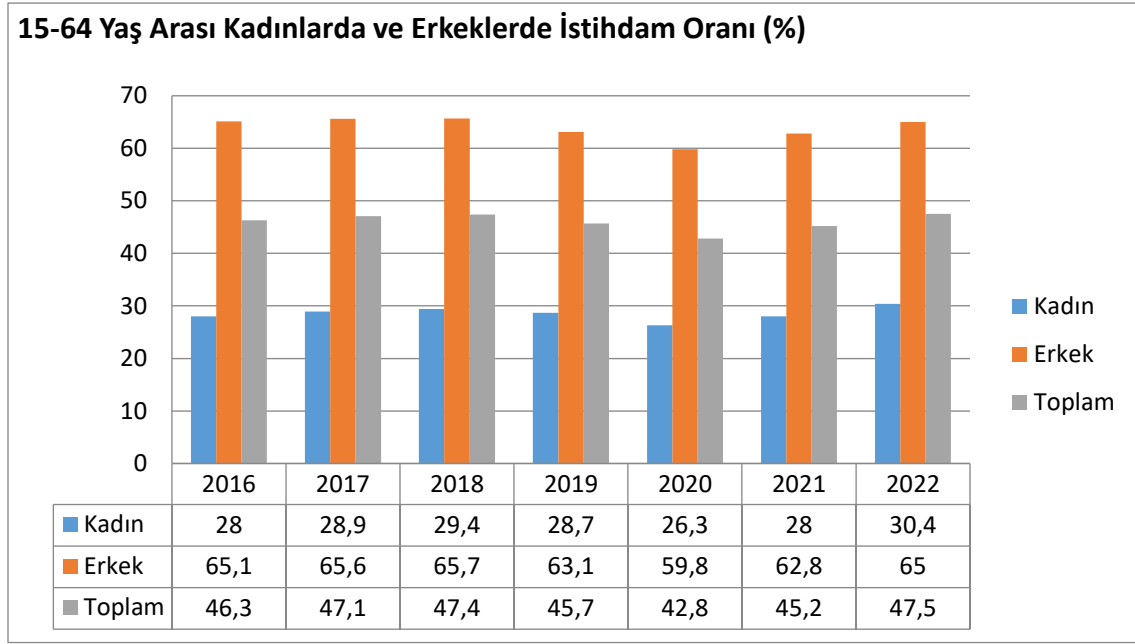
Tablo 1’de yer alan seçilmiş ülkeler bazında 15-64 yaş arası kadın istihdamı/nüfus oranı verilerine göre yukarıdaki bazı ülkelerin oranlarına bakıldığında 2019 ve 2020 yıllarında İsveç, Hollanda ve Danimarka kadınların istihdamında ilk üç sırada yer almaktadır. 2022 yılında %78,1’lik oranla İsveç’in önüne Hollanda geçmiştir. OECD’nin yayınladığı veriler ışığında Hollanda 2019-2022 yıllarında arasında izlediği kadın istihdam politikalarını etkin şekilde yürütmüştür denilebilir.

OECD’ nin yayınladığı ülkeler bazında 15-64 yaş arası kadın istihdamı/nüfus oranı verilerine göre kadın istihdamının nüfusa oranının en düşük olduğu ülke Türkiye’dir. Oranlar 2019 yılında %32,2, 2020 yılında %29,7, 2021 yılında %31,7 ve 2022 yılında %34,4 seyrindedir.

2019-2022 yılı verileri kapsamında tablodaki 14 ülkeden özellikle 2020 yılında Kosta Rika, Türkiye, Kolombiya ve Şili’de göze batan düşüşler görülmüştür. Bu durum da genel olarak kadın istidamı politikalarının etkin şekilde yürütülemediğinin göstergesidir.

Kadın istihdamı ve istihdamın iyileştirilmesi konusu tüm dünya gündeminde yer alan bir konudur. Türkiye’nin de gündeminde yer alan, politika uygulayıcılar tarafından teşvik edici kadın istihdamı politikaları hazırlanmaktadır.

**Grafik 1.** 15-64 Yaş Arası Kadınlarda ve Erkeklerde İstihdam Oranı (%)



**Kaynak:** TÜİK, İşgücü İstatistikleri, 2016-2022

Grafik 1’de Türkiye’deki 2016-2022 yılları arasında 15-64 yaş arası kadınların istihdam oranları verilmiştir. 2016 yılındaki %28,0 olan kadın istihdam oranı pozitif yönlü artış göstererek 2018 yılında %29,4’e yükselmiştir. 2019 yılında %0,7’lik bir azalma göstererek %28,7 düzeyine gerilemiştir. 2020 yılında tüm dünya genelinde etkisini gösteren salgın hastalık sebebiyle kadın istihdam oranı seviyesi olumsuz etkilenecek oran % 26,3’e gerilemiştir.

Türkiye’de kadın istihdamının durumunu incelemek için erkeklerle olan karşılaştırılmasına bakıldığında; kadınlar erkeklere oranla yaklaşık 2 kat daha az iş gücü piyasasında yer bulmuştur.

Kadınların istihdam verilerinin incelenmesinde sektörel olarak istihdam edilmişlik durumları istihdam edildikleri meslek grupları hakkında bilgi vermektedir.

**Tablo 2.** Türkiye’de 15-64 Yaş Arası Kadınların İstihdam Edildikleri Sektörler (Bin Kişi)

Sektörler	2019	2020	2021	2022
<b>Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık</b>	2081	1917	2047	2043
<b>İmalat</b>	1302	1278	1457	1661
<b>Eğitim</b>	995	964	1036	1107
<b>Toptan ve Perakende Ticaret</b>	986	950	1035	1155
<b>İnsan Sağlığı ve Sosyal Hizmet Faaliyetleri</b>	986	975	1070	1286
<b>Kamu Yönetimi ve Savunma, Zorunlu Sosyal Güvenlik</b>	374	383	397	408
<b>Konaklama ve Yiyecek Hizmeti Faaliyetleri</b>	429	357	402	506
<b>Mesleki, Bilimsel ve Teknik Faaliyetler</b>	350	349	384	397
<b>İdari ve Destek Hizmet Faaliyetleri</b>	370	334	375	439
<b>Diğer Hizmet Faaliyetleri</b>	328	271	264	331
<b>Finans ve Sigorta Faaliyetleri</b>	133	145	126	138
<b>Ulaştırma ve Depolama</b>	115	114	129	160
<b>İnşaat</b>	67	70	84	81
<b>Bilgi ve İletişim</b>	50	67	63	66
<b>Gayrimenkul Faaliyetleri</b>	49	53	60	68
<b>Kültür, Sanat, Eğlence, Dinlence ve Spor</b>	45	34	34	45
<b>Elektrik, Gaz, Buhar, Su Temini ve Kanalizasyon</b>	32	31	35	33
<b>Madencilik ve Taş Ocakçılığı</b>	6	7	8	10

Kaynak: TÜİK, İşgücü İstatistikleri, 2019-2022

Tablo 3’te Türkiye’deki 15-64 yaş arası ekonomik faaliyete göre istihdam edilenler yer almaktadır. TÜİK’in yayınladığı verilere göre kadınlar en çok tarım, ormancılık ve balıkçılık sektöründe istihdam edilmektedirler. Tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörü dışında,

kadınların en fazla istihdam edildikleri sektörün imalat sektörüdür. Arkasından eğitim, toptan ve perakende ticaret ile insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri sektörlerinin takip ettiği görülmektedir.

Küresel Toplumsal Cinsiyet Eşitsizliği Raporu (KTCE), toplumsal cinsiyet eşitsizliğini ölçmesi ve cinsiyete dayalı farklılıkları raporlaması bakımından önemli bir veri kaynağıdır (Durgun ve Oğuz Gök, 2017: 26) Dünya Ekonomik Formu (WEF) Küresel Cinsiyet Uçurum Formu Raporu yayınlamaya ülkeleri ekonomik katılım ve fırsat, eğitimsel kazanımlar, siyasi yetkilendirme ve sağlık kriterleri çerçevesinde değerlendirmektedir (WEF, 2022: 9). WEF 2023 raporuna göre 146 ülke arasındaki yaptığı sıralamada Türkiye %63,8'lik bir oranla cinsiyet eşitliğinde 129'uncu sıradadır. Bu bağlamda bir ülkenin sadece ekonomik kalkınmasının ekonomik büyüme ile ölçülemeyeceği gözlenmektedir. Ekonomik büyümenin yanında bireylerin sağlık, eğitim, toplumsal cinsiyet eşitliği gibi alanlarda da yaşam kalitesini yükseltmesi gerekmektedir (Durgun ve Oğuz Gök, 2017: 25) Tablo 4'te KTCE Raporu'nda Türkiye'nin yıllara göre endeks puanı ve ülkeler arası sıralaması verilmiştir.

**Tablo 3.** Türkiye'nin Yıllara Göre Endeks Puanı ve Ülkeler Arasındaki Sıralaması

Yıllar	Toplam Ülke Sayısı	Sıralama	Endeks Puanı
2006	115	105	0.585
2007	128	121	0.576
2008	130	123	0.585
2009	134	129	0.582
2010	134	126	0.587
2011	132	122	0.595
2012	135	124	0.601
2013	136	120	0.608
2014	142	125	0.618
2015	144	130	0.624
2016	144	130	0.623
2017	144	131	0.625
2018	149	130	0.628
2020	153	130	0.635
2021	156	133	0.638
2022	144	132	0.625
2023	146	129	0.638

**Kaynak:** The World Economic Forum (WEF), Global Gender Gap Report 2023

Türkiye'nin toplumsal cinsiyet endeksi 2006-2023 yılları arasındaki sıralamalarına bakıldığı zaman 2006 yılında 105. sırada iken 2023 yılında 129. sıraya gerilediği görülmektedir.

## 5. TÜRKİYE'DE SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK YAKLAŞIMI EKSENİNDE KADIN İSTİHDAMINA YÖNELİK PROJELER

Kadınların ekonomik yaşam içinde yer almaları, ekonomik ve toplumsal kalkınma açısından önem arz eden bir durumdur. Kadının dezavantajlı kesimden olması işsizlik sorunundan etkilenen grup olmasına neden olmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik ve kalkınma düzeylerini açıklayan önemli faktörlerden biri de kadın istihdamıdır. Kadın istihdamı sürdürülebilir kalkınmada önemli rol oynamaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın da sağlanabilmesi için cinsiyet eşitliğinin sağlanması gerekmektedir.

Geçmişten günümüze, toplumsal sorumluluğun farkında olan kurumlar bulunmakta ve bu kurumlar toplumun sorunlarından haberdar olup, var olan sorunların çözümüne yönelik projeler yaratıp uygulamalarla faaliyet yürüten kesimlerdir. Aynı zamanda 20. yy ın ortalarından itibaren toplumsal sorumluluk açısından bilinçli faaliyet gösteren kurumlar artmıştır. Grunig'e göre (1992) (akt. Kotler ve Lee, 2006: 171) sosyal sorumluluk, mükemmel yapıdaki örgütlerin işidir. Kurumsal itibar ve iş hedeflerinin başarıya ulaşması için ekonomik ve sosyal kalkınmada kilit anahtar rolünü üstlenmektedir. Sosyal sorumluluk faaliyetleri toplumsal duyarlılığı arttırmakta ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklemektedir (Demirtaş, 2015: 4).

Toplumsal cinsiyet eşitliği çalışmaları kadının güçlendirilmesi ve eşitliğe dair konumunun iyileştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Kadın ve erkek arasında eşitliğin sağlanması, cinsiyet ayrımcılığının ortadan kaldırılması için kurum ve kuruluşlar pek çok çalışma gerçekleştirmişlerdir.

2009 yılında Çalışma Bakanlığı, Avrupa Birliği ve İŞKUR işbirliği ile “Kadın İstihdamının Desteklenmesi Operasyonu Hibe Programı” projesi ile işgücü içinde olmayan kadınlar hedef kitle seçilerek 9856 kadına proje kapsamında eğitim verilmiş ve 914 kadın istihdam edilmiştir. 113 kadın ise kendi işini kurmuştur (Fidecon Regülasyon ve Rekabet Danışmanlığı Ltd. Şt., 2017: 38).

2011 Mart ayında Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nın başlattığı “Kadın İstihdamının Arttırılması Projesi” ile kadınların iş gücü piyasasına dahil olmasını engelleyen faktörler belirlenerek çözüm bulunması ve bu konuda eğitim verilerek kadın istihdam edilebilirliğin arttırılması amaçlanmıştır (T.C. ÇSGB Strateji Geliştirme Bakanlığı, 2011: 107).

2012 yılında Kadın Statüsü Genel Müdürlüğü, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve Türkiye Ziraat Odaları Birliği arasında imzalanan “Kadın Çiftçi Eğitimi İş Birliği Protokolü” ile kırsal kesimdeki kadınların toplumsal cinsiyet eşitliği, kadına yönelik şiddet, hak ve özgürlüklerinin neler olduğu konusunda eğitilmeleri amaçlanarak 771 kadın çiftçiye proje kapsamında eğitim verilmiştir (KSGM, 2018).

2014 yılında Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından İŞKUR ortaklığıyla “Kadınlar İçin Daha Çok ve İyi İşler: Türkiye’de İnsana Yaraşır İş İçin Kadınların Güçlendirilmesi Projesi” ile işsiz kadınlar ve genç kadın işsizler hedef kitle seçilmiştir (Şen, 2016: 73).

2015 yılında başlatılan kadınların en düşük istihdam edildiği uzmanlık dallarından biri olan mühendisliğe dikkat çekmek için “Türkiye’nin Mühendis Kızları” projesi ile toplam 94 kız öğrenciye burs imkanı sağlanmıştır (TMK, 2018: 1-4).

2016-2017 yılları arasında İŞKUR ve Petek Boya ve Kimya Sanayi Anonim Şirketi ortaklığı ile “Filli Kadın Ustalar Projesi” kapsamında kadınlara mesleki eğitim ve yetenek kazandırılarak 15 ilde 250 kadın olmak üzere toplamda 500 kadına istihdam sağlanması amaçlanmıştır (KSGM, 2018)

Kasım 201 2- Şubat 2017 tarihleri arasında Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı, Kadın Statüsü Genel Müdürlüğü ve Dünya Bankası tarafından “Kadınların Ekonomik Fırsatlara Erişiminin Arttırılması Projesi” ile Türkiye’de kadınların ekonomik fırsatlara ulaşımını arttırmak ve yoksulluğu azaltmak amaçlanmıştır (KSGM, 2018)

Nisan 2017- Nisan 2018 tarihleri arasında kadının insan haklarının korunması ve geliştirilmesine yönelik sosyal, ekonomik ve siyasal yaşamdaki yerlerini güçlendirmek amacıyla Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı desteği ile “Kadın İstihdamının Desteklenmesi İçin Büyükanne Projesi” ile çalışan kadınları istihdamdan koparmamak için çocuklara büyükanneleleriyle beraber büyüme olanağı sağlayarak 6500 büyükanneye 1 yıl süre ile 425 TL ödeme proje kapsamında yapılmıştır (KSGM, 2018).

Sosyal sürdürülebilirlik açısından kadın istihdamına yönelik çalışmalar eşitlik, kadının güçlenmesi ve kapsayıcılık konularına güncel yaklaşım oluşturmaktadır. Kurumların sosyal sürdürülebilirlik perspektifinden kurumsal sosyal sorumluluk çalışmalarındaki toplumsal cinsiyet eşitliği çalışmalarına dair yaptıkları uygulamalar eşitsizlik konusunda kadını güçlendirici uygulamalardır. Bu kurumlardan bazılarının yaptıkları kadına yönelik politikalar şu şekildedir:

Borusan Holding Grubu Türkiye'nin kalkınma sürecinin vazgeçilmez bir parçası olarak kadınların iş yaşamına katılması gerektiğini savunmaktadır. Hem kurum içindeki kadın çalışanları destekleyerek hem de toplumsal alandaki kadınlara istihdam ortamı yaratarak sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamaktadır (URL3).

Borusan Holding Grubu, 2012 yılında toplumsal cinsiyet eşitsizliğini dikkate alarak kadın çalışmalarını destekleyici ve cinsiyet ayrımını kaldırmaya yönelik sosyal sorumluluk politikaları geliştirmiştir. “Annemin İşi Benim Geleceğim” projesi ile kadın istihdamının önündeki engellere dikkat çekilmiştir. Uzun soluklu bir proje olup Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı desteğiyle kadın istihdamını arttırmayı hedeflemiştir

Borusan Holding Grubu kadın girişimcilere destek olmak amacıyla ilk Mikro Finans Şubesini Afyonkarahisar'da kurmuştur. 2013 yılında ikinci şubesini Bursa'da açarak 2800 kadın girişimciye kredi desteği vermiştir (URL3).

Borusan Grup Şirketlerinden Borçelik, 2018 yılında “Kadına Güç İş Yok” projesiyle kadınların her işi yapabileceğini vurgulayan projeyi hayata geçirerek, teknik eğitimlerle 26 kadına çeşitli işlerde istihdam sağlamışlardır (URL3).

Borusan Holding Grubu, Borusan Mannesmann fabrikalarında kadınların çalışabileceğini ve başarabileceklerini göstermek amacıyla İşkur iş birliği ile iş başı eğitim programları düzenlenerek kadın çalışma oranını yükseltmeyi başarmıştır (URL3).

Borusan Otomatik Grubu, “Anahtar Kadında” projesi ile kadın işi-erkek işi ayrımı yapmadan proje kapsamında 7 kadın teknisyene istihdam sağlamıştır. Borusan Cat'in toplumsal cinsiyet eşitliğini güçlendirme hedefiyle 6 kadın operatör eğitimleri başarıyla tamamlayarak sahada yerlerini almışlardır (URL4).

Boyner Grubu, sürdürülebilirlik yönetimi anlayışı faaliyetleriyle insan onuruna yakışan iş ortamlarını, çevre dostu uygulamaları ve müşteri memnuniyetini desteklemektedir (URL5).

Boyner Grup 2022 Sürdürülebilirlik Raporunu Sürdürülebilir İyilik Modeli başlığı ile yayınlarken toplumsal cinsiyet eşitliği rotasında çalışmalarını devam ettirdiklerini açıklamışlardır. Toplumsal cinsiyet eşitliğinin demokrasi ve hak meselesini olduğunu belirterek kadın girişimciliği desteklemiştir. “İyi İşler” projesi ile kadın girişimci sayısı 119 olmuştur. “Sıfır Atık” projesi ile karbon ayak izini azaltma hedeflenmektedir. “Yeşil Ofis” projesi ile su ve kağıt tüketimini minimum seviyede tutmaya yönelik çalışmalar



mevcuttur. Boyner Grup'ta Toplumsal Cinsiyet Eşitliği kapsamında kadın istihdam oranları şu şekildedir: Yönetim kurulu kadın üye oranı %50, kadın çalışan oranı %46, merkez kadro çalışanları içerisinde kadın çalışan oranı %44, mağaza çalışanları içerisinde kadın çalışan oranı %46, mavi yaka çalışanlar içinde kadın çalışan oranı %38, kadın yönetici oranı %43, eğitim ve gelişim çalışmalarına katılanlar içinde kadın çalışan oranı %50'dir (URL6).

Yapı Kredi Bankası uzun vadeli sürdürülebilir büyüme elde etmek amacıyla toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlayarak kadınların iş hayatındaki pozisyonunu güçlendirme hedefleri yer almaktadır. Toplumsal cinsiyet eşitliği kapsamındaki çalışmaları neticesinde, 2020 yılında Bloomberg Cinsiyet Eşitliği Endeksi'nde yer almaktadırlar. Endeks kapsamında şirketler; ücret eşitliği, cinsel taciz, mücadele politikaları ve kadın dostu marka kimliği alanlarında ele alınmaktadır. Aynı zamanda banka, toplumsal cinsiyet eşitliği ve kadın çalışan istihdamı konusunda öncü rol üstlenerek Fırsat Eşitliği Sertifikası'nı almaya hak kazanarak kadın üye sayısını 5 yıl içinde %30 arttırmıştır (URL7).

Kibar Holding, "Biz Eşitiz" sloganıyla kadınların ve erkeklerin sosyal hayata katılımı için sorumluluk çalışmaları başlatmıştır. Eşit ve adil bir şekilde hem iş hayatında hem de karar alma süreçlerinde etkin olarak yürüttükleri projelerle üst düzey yöneticilerde istidam edilen kadın oranı %24.9 artmıştır (URL8).

Akaryakıt sektörünün yenilikçi kuruluşu OPET'in toplumsal algıyı değiştirmek ve çalışma hayatında kadınlara fırsat eşitliği sunmak amacıyla kadın istihdamına yönelik başlattığı "Kadın Gücü" sosyal sorumluluk projesi kapsamında her istasyona en az iki kadın çalışanın olması hedeflenmektedir. OPET, Türkiye genelinde 81 ilde proje kapsamında 3150 kadın çalışanı istihdam etmektedir (URL9).

Akaryakıt sektörünün bir diğer önemli ismi Shell, "Shell'de Kadın Enerjisi" sosyal sorumluluk projesi ile kadınların hayatlarının değiştirilmesinin yanı sıra toplumun sosyal ve ekonomik gelişimine katkı sağlamak ve Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşunun 100.yılında 5 bin kadın istihdamı sağlamak amacıyla faaliyet gösteren bir kuruluştur (URL10).

2013 yılında Koç Holding, Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı liderliğinde toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin azaltılması amacıyla "İş'te Eşitlik Platformu" nun hazırladığı "İş'te Eşitlik Bildirgesi" kapsamında en fazla kadın istidamı sağlayan topluluk olarak öncü isimlerden biri olmuştur (URL11).

## SONUÇ

Geçmişten günümüze kadınlar üretimin her aşamasında bulunmuşlardır. Yalnız bölüşümden yeterli pay alamadıkları ve istihdam zorlukları yaşadıkları için yoksulluktan en fazla etkilenen kesim kadınlar olmuştur. Yoksulluk sadece kadınları etkileyen bir olgu olmamakla birlikte ekonomik kalkınma önündeki büyüme rakamlarını da etkileyen bir problemdir. Kadınların istidam seviyelerinin arttırılması sürdürülebilir ekonomik büyümeyi doğru oranda etkilemektedir.

Araştırma içerisindeki istatistiki veriler ışığında cinsiyete duyarlı bir bakış açısı kazandırılarak kadın istihdamının önündeki engellerin kaldırılmasına yönelik politikaların önemi aşikardır. İstihdam yaratma odaklı programların hedef kitlesi olan kadınların, eve kapatılarak edilgen bir hayat sürmeleri yerine, hak ettikleri geliri elde etme olanağı sağlama, kamusal alana çıkma ve saygı duyulan bir birey olabilmek fırsatı tanınmalıdır.

Kadın istihdamının arttırılması için toplumda algılanan “erkek işleri” ve “kadın işleri” ayrımının ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu ayrım sebebiyle meslek dalları cinsiyetçi yaklaşım sergilemekte ve bu meslek dallarında istihdam edilmeleri zorlaşmaktadır. Bu yapılan ayrım kadınlar üzerinde dezavantaj yaratarak emek piyasasındaki yerlerini zedelemektedir.

Kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan istihdam yaratma programları ile kadınların işgücü piyasasına girişlerinde anahtar görevini üstlenmektedir. Yaşadıkları çalışma deneyimi kadının özgüveninin artmasını ve üretken bir yapı sergilemesini sağlamıştır.

Sosyal refah devleti kapsamında insan yaşar bir hayat sunma görevi, tam istihdam yapısının hedeflenmesi ekonomik istikrar ve büyümeyi savunan devletin üstlendiği istihdam odaklı kalkınma yaklaşımı hedefleridir. Bu hedefleri gerçekleştirebilmek için politikaların, projelerin ve uygulamaların toplumsal cinsiyet eşitliği açısından yaratılması önemli bir dönüşüm yaklaşımı olacaktır.

## KAYNAKÇA

Afşar, B., Ögreci, S. (2014) Tarihsel Süreçte Kadının Gelişimi ve Ekonomideki Rolü: Toplayıcı Kadından Günümüzdeki Kadına Dönüşüm, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek okulu Dergisi, Cilt:17, Sayı:1, 65-86.

Akkaş, İ. (2019). Cinsiyet ve Toplumsal Cinsiyet Kavramları Çerçevesinde Ortaya Çıkan Toplumsal Cinsiyet Ayrımcılığı. *Ekev Akademi Dergisi*, 23(77), 97-118.

Ashraf, M., Magnan, G., Adams, M. ve Walker, T., (2020). Understanding the Conceptual Evolutionary Path and Theoretical Underpinnings of Corporate Social Responsibility and Corporate Sustainability, *Sustainability*,12, 760, 1-17.

- Beechey, V. (1977). Kapitalist üretimde kadın ücretli emeği üzerine bazı notlar. *Sermaye ve Sınıf*, 1 (3), 45-66.
- Bingöl, O. (2014). Toplumsal Cinsiyet Olgusu ve Türkiye’de Kadınlık. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2014(3), 108-114.
- Bramley, G., Power, S. (2009), “Urban Form And Social Sustainability: The Role Of Density And Housing Type”, *Environment and Planning B, Planning and Design*, 36(1), 30-48.
- Brownmiller, S. 1976. *Against Our Will: men women and rape*. Harmonds Worth: Penguin.
- De Kruijf H.A., Van Vuuren D.P. (1998) Following Sustainable Development In Relation To The North-South Dialogue: Ecosystem Health And Sustainability Indicators. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 40: 4–14.
- Duman, M. Z. (2012). Aile Kurumu Üzerine Tarihsel Bir Okuma Girişimi ve Muhafazakar İdeolojinin Aileye Bakışı. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 9, 19-51.
- Durgun C., ve Oğuz Gök G. (2017). Toplumsal Cinsiyet Eşitsizliği Bağlamında BRICS ve G7 Ülkelerinin Karşılaştırmalı Analizi. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (2), 20-32.
- Engels, F. 1940. *The Origin of the Family, Private Property and the State*. London: Lawrence and Wishart.
- Eren, M. V. (2020). Cinsiyet Eşit(siz)liğinde Genç Kadın İşsizliği ile Kalkınma Arasındaki İlişki: Avrupa Birliği Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(59), 598-614.
- Fidecon Regülasyon ve Rekabet Danışmanlığı Ltd. Şt. (2017). Evde Çocuk Bakımı Projesi Etki Analizi Raporu. SGK Strateji Geliştirme Başkanlığı AB ve Dış İlişkiler Daire Başkanlığı. erişim tarihi: 11 Mayıs 2019. <http://www.sgk.gov.tr/yayinlar/etki-analiz-raporu.pdf>.
- Firestone, S. 1974. *The Dialectic of Sex: The case for feminist revolution*. New York: Morrow.
- Freud, S. 1977. *On Sexuality*. Harmondsworth: Penguin
- Gençoğlu, Ü. G., Aytaç, A. (2016), “Kurumsal Sürdürülebilirlik Açısından Entegre Raporlamanın Önemi ve BIST Uygulamaları”, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 72: 51- 66.
- [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GGGR\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2023.pdf) (Erişim Tarihi: 29.11.2023)
- HOTAR, N., “Ekonomik Toplumsal Kalkınma ve Kadın İstihdamı”, *TÜRK – İş Dergisi*, Sayı: 392, Ankara, Mart 2011, ss.84-86.
- International Labour Organization. (2020). Policy Brief, Building Forward Fairer: Women’s Rights to Work and at Work at The Core of The COVID-19 Recovery. Geneva.
- ILO, Uluslararası Çalışma Örgütü WESO Raporu, (2021), *Dünyada İstihdam ve Sosyal Görünüm: Eğilimler 2021 (WESO Eğilimler)*, [https://www.ilo.org/ankara/areas-of-work/employmentpromotion/WCMS\\_797464/lang--tr/index.htm](https://www.ilo.org/ankara/areas-of-work/employmentpromotion/WCMS_797464/lang--tr/index.htm).
- Kotler, P., Lee, N. (2005), *Kurumsal Sosyal Sorumluluk*, İstanbul, MediaCat Yayınları.
- Korkmaz, A., & Başer, M. (2019). Toplumsal cinsiyet rolleri bağlamında ataerkillik ve iktidar ilişkileri. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 28(1), 71-76.
- KSGM (2018). *Kadının Statüsü Genel Müdürlüğü Tamamlanan Projeler*. [https://www.ailevecalisma.gov.tr/KSGM/PDF/ksgb\\_tamamlanan\\_projeler\\_ekim\\_2018.pdf](https://www.ailevecalisma.gov.tr/KSGM/PDF/ksgb_tamamlanan_projeler_ekim_2018.pdf)
- Lerner, G. 1989. *The Creation of Patriarchy*. Oxford University Press: New York.

- McKenzie, S. (2004), “Social Sustainability: Towards Some Definitions”, Hawke Research Institute, *Working Paper Series*, 27, 1-31.
- Moldan, B., Janousková, S., Hak, T. (2012), “How To Understand And Measure Environmental Sustainability: Indicators And Targets”, *Ecological Indicators*, Vol:17, 4-13.
- Morelli, J. (2011), “Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals”, *Journal of Environmental Sustainability*, Vol: 1(1), Article 2, 1-10.
- OECD. <https://stats.oecd.org/> (Erişim Tarihi: 30.11.2023)
- Ozanne, L. K., Phipps, M., Weaver, T., Carrington, M., Luchs, M., Catlin, J., Gupta S., Santos, N. J.C., Scott, K. ve Williams, J. (2016), *Managing the Tensions at the Intersection of the Triple Bottom Line: A Paradox Theory Approach to Sustainability Management*, *Journal of Public Policy & Marketing*, 35(2), 249-261.
- Sümer, G. (2015). Kadınlara Yönelik Sosyal Politikaların Kadı İşgücü Katılımına ve İstihdamına Etkisi: Bursa’da Dul ve Yetim Aylığı Alanlar Üzerine Bir Uygulama. Uludağ Üniversitesi SBE Çalışma Ekonomisi Yüksek Lisans Tezi.
- Şen, Mustafa (2016). “Aktif İş Gücü Piyasası Politikaları Kapsamında Türkiye’de Mesleki Eğitim Kurslarının Analizi”. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*. 2(1): 67-89.
- Tatar, M. ve Ergün, S. (2021). COVID-19 Salgınının Türkiye İşgücü Piyasasına Yansımaları. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 8(4), 46-60.
- T.C. ÇSGB Strateji Geliştirme Başkanlığı (2011). *Bakanlığımız ve İlgili Kuruluşlarca Yürütülen Projeler*. 1-114.
- Türk Medeni Kanunu. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.4721.pdf> (Erişim Tarihi: 28.11.2023)
- Toplumsal Cinsiyet Eşitliği Ulusal Eylem Planı, (2008). T.C. Başbakanlık Kadının Statüsü Genel Müdürlüğü: Ankara, 3- 6 – 14.
- TÜİK Kadın İstatistikleri, (2021), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=%C4%B0%C5%9Fg%C3%BCc%C3%BC-%C4%B0statistikleri-Ocak-2023-49386&dil=1>
- Tüm, K. (2014), “Kurumsal Sürdürülebilirlik ve Muhasebeye Yansımaları: Sürdürülebilirlik Muhasebesi”, *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 5(1): 58-81.
- UNDP, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, (2002), Gender Equality: Practice Note: 7- 8.
- URL1: <https://www.iso.org/iso-26000-social-responsibility.html> Erişim Tarihi: 29.11.2023
- URL2:[https://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-sinai-kalkinma-teskilati-\\_unido\\_.tr.mfa](https://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-sinai-kalkinma-teskilati-_unido_.tr.mfa) ,2020 Erişim Tarihi: 29.11.2023
- URL3: <https://www.borusan.com> Erişim Tarihi: 01.12.2023
- URL4:<https://www.ebelediye.info/haberler/borusan-cat-ve-altynalmas-is-sahalarinda-kadin-istihdamini-artiriyor/> Erişim Tarihi: 01.12. 2023
- URL5: <https://www.boynergroup.com> Erişim Tarihi: 01.12.2023
- URL6: <https://www.boynergroup.com/tr/toplumsal-cinsiyet-esitligi> Erişim Tarihi: 01.12.2023
- URL7:<https://www.yapikrediinvestorrelations.com/tr/surdurulebilirlik/detay/Toplumsal-Cinsiyet-Esitligi/745/2286/0> Erişim Tarihi: 01.12.2023

URL8: <https://www.kibar.com/tr-tr/surdurulebilirlik/kibar-grubunda-surdurulebilirlik> Erişim Tarihi: 01.12.2023

URL9: <https://www.opet.com.tr/sosyal-sorumluluk-projeleri/kadin-gucu-projesi> Erişim Tarihi: 01.12.2023

URL10: <https://www.shell.com.tr/surdurulebilirlik/communities-backup/shell-de-kadin-enerjisi.html> Erişim Tarihi: 01.12.2023

URL11: <https://www.koc.com.tr/surdurulebilirlik/insan-icin-birlikte/cesitlilik-ve-kapsayicilik> Erişim Tarihi: 01.12.2023

WEF, World Economic Forum, (2022), The Global Gender Gap Report

<https://www.weforum.org/reports/global-gender-gap-report-2022>)

World Business Council for Sustainable Development, (2020). Corporate Social Responsibility: Making Good Business Sense, <http://www.ceads.org.ar/downloads/Making%20good%20business%20sense.pdf> , Erişim Tarihi: 29.11.2023

Vallance, S., Perkins, H., Dixon, J. (2011), “What Is Social Sustainability? A Clarification Of Concepts”, *Geoforum*, 42, 342-348.

Yazoğlu, R. (2014). Ebu'l-Hasan Harakâni'de Hoşgörü ve İnsan Sevgisi, *Kafkas Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 0(1), 1-10.

Yılmaz, A., Bozkurt, Y. ve İzci, F. (2008). “Kamu Örgütlerinde Çalışan Kadın İşgörenlerin Çalışma Yaşamlarında Karşılaştıkları Sorunlar Üzerine Bir Araştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 89-114.

## **Exploring the Concept of Market Equilibrium in Macroeconomic Analysis**

**Hilya Hana Putri**

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman  
Wahid Pekalongan Indonesia  
**ORCID:** 0009-0001-9068-1289

**Mohammad Kaka Syahwa Abbas**

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman  
Wahid Pekalongan Indonesia  
**ORCID:** 0009-0005-3515-5015

**Siti Amalia Nurul Hadidah**

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman  
Wahid Pekalongan Indonesia  
**ORCID:** 0009-0000-0107-5985

**Muhammad Taufiq Abadi**

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman  
Wahid Pekalongan Indonesia  
**ORCID:** 0000-0001-9705-7756

**M. Aris Safii**

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman  
Wahid Pekalongan Indonesia  
**ORCID:** 0000-0002-4882-5218

### **ABSTRACT**

Market equilibrium and economic balance are key concepts in Islamic macroeconomics that describe how a country's economy can function efficiently and fairly in accordance with Islamic principles. This article presents an in-depth analysis of the relationship between market equilibrium and economic balance in the context of Islamic macroeconomics. The study begins by explaining the basic concepts of market equilibrium in Islam, including the notions of fair price and appropriate exchange. Next, the article illustrates how economic equilibrium in Islamic macroeconomics involves the proper regulation of the factors of production, fair distribution, and an active government role in maintaining economic stability.

In addition, this article discusses the challenges and constraints that may be faced in achieving market equilibrium and economic balance in the context of Islamic macroeconomics, including the issues of commodity price instability and trade imbalances. The results of this study suggest that an in-depth understanding of market equilibrium and economic balance in an Islamic macroeconomic perspective can help Muslim-majority countries to achieve sustainable economic growth, more equitable wealth distribution, and greater economic stability.

**Keywords:** Market Balance, Economic Balance, Islamic Macroeconomics, Wealth Distribution, Economic Stability.

## **INTRODUCTION**

Along with the times, this has resulted in developments and our increasing needs as humans require us to do more intelligent and creative in meeting life's needs. As a social human we will never be able to fulfill our own needs. Producing all the necessities of life yourself, because that's what it is. There are many companies that produce goods and services for meeting the living needs of all mankind. This is what giving rise to a goods market, which is a place where sellers meet and buyers to carry out transactions for certain goods and services.

To support the market for goods in the production and consumption process as well money markets are needed. Money Market for a Company or institution other institutions the money market has become a target for smooth business and to develop business. As is the case with most markets other things, the money market from our perspective consists of demand and offer. What is meant by money offer here is the amount of money circulating in society, namely consisting of currency and money crazy. While what is meant by demand for money, on the other hand, is the community's need for cash, of course for fulfillment necessities of life such as buying goods and services on the goods market.

In Indonesia there are still problems that can hinder it increased economic growth. These problems are high unemployment, inadequate job opportunities, and decreasing state income. IS-LM analysis is an analysis tool fiscal and monetary policy in macroeconomics. Fiscal policy and Monetary policy is used to strengthen the rate of economic growth which is slowing down IS-LM is used to determine balance general aggregative macroeconomics. The balance of the goods market and the money market (IS-LM) occurs if all markets are in equilibrium.

## **MATERIALS AND METHODS**

The method used in writing this journal uses one of the qualitative approaches, namely by using the library research method or commonly referred to as literature review. This method is a series of research processes related to collecting sources from the library, or research whose research objects come from various kinds of library information in the form of scientific journals, encyclopedias, books, newspapers, magazines, and documents. Literature-based research is a form of research that uses literature as an object of study. The data used in this research is secondary data, namely books, and written documents. In addition, articles taken from economic journals were also used.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

### **Market Equilibrium Theory**

#### **1. Understanding Market Equilibrium**

Market balance (market balance) will be achieved if the amount the product demanded is equal to the quantity of product supplied or the basic price offered is the



same as the product price requested buyer. At that time a transaction will occur between the seller and the buyer, because there has been an agreement regarding the price and/or quantity of the product.

Markets tend towards equilibrium for example When the price is initially above the market equilibrium level, producers will try to produce and sell more goods than is available consumers to buy. As a result, there will be an increased surplus, producers will started lowering prices. Eventually prices fall, quantity demanded will rise and quantity supply will fall until the equilibrium price is reached.

Shortage, namely a situation where the number of requests exceeds the quantity offer. This results in prices being pushed upwards as consumers compete with each other each other to get existing offers and manufacturers respond with price increases and increases output and prices will eventually reach the equilibrium price.

## **2. Shifting Market Balance**

### **a. Shifting demand**

Production costs lower results in production falling and sales increasing. In fact, the reduction in costs is gradual caused by advances in technology and better management is an important driving force for growth economy.

### **b. Supply shift**

In many markets, both demand curves and demand curves offering changes over time. Disposable income consumers change with economic growth (or decline, during an economic recession). Demand for some goods shifts according to the season, with mutually beneficial changes in prices of goods related (an increase in oil prices will increase demand on natural gas) or simply due to a change in taste. Likewise wages, costs, capital costs and raw material prices also change over time time and these changes will shift the supply curve.

### **c. Shifts in demand and supply**

In general, the price and quantity of goods will be changes depending on how much the supply curve shifts and demand and the shape of these curves. To predict the magnitude and direction of such changes, quantitatively we must be able to recognize the nature of the dependence of supply and demand on prices and other variables.

## **3. Basic Price and Maximum Price Policy**

In connection with several types of goods produced and consumed by many people, the government needs to determine basic price and maximum price policies. In general it can be said that this policy aims to stabilize prices. The base price is the lowest price that cannot be exceeded. Very low price caused by too many goods being offered or produced producers lose. If there are many and many producers weak, the government is obliged to protect them. The method is to establish a basic pricing policy. Thus policy price floors are intended to keep producers afloat willing to undertake production. If the price of goods reaches the floor price, The government is obliged to purchase these goods.

Price The maximum is the highest price that cannot be exceeded. The price very high due to the small number of goods available offered by the manufacturer. This price will harm consumers. If These consumers are large and weak, the government is obliged set a maximum price policy.

Basic price and maximum price policies are implemented in various countries, including developed countries. In Indonesia, examples of the types of goods referred to above are examples is grain. This policy is disseminated to the public and implemented by Logistics Agency (Bulog) at the central level by the Logistics Depot (Dolog) at provincial level, as well as by sub-Dolog at district level. On implementation Sub Dolog operations are assisted by village unit cooperatives, abbreviated as KUD (Sugiyanto & Romadhina, 2020).

### **Goods Market and Money Market Equilibrium**

The equilibrium of the goods market and the money market is often called the equilibrium of the real sector and the monetary sector, both of which are important to understand because they contribute greatly to the formation of aggregate demand in the macroeconomics system.

In a conventional economy, general equilibrium can occur if the goods market and the money market are in balance. In this situation, the amount of national income and interest rate that occurs will reflect the balance of national income and interest rate, both in the goods market and in the money market (Suprayitno, 2005).

The term "real sector" in macroeconomics refers to the condition of the economy from the perspective of demand and supply of goods and services. It is also often referred to as the goods sector.

The supply side reflects the ability of the economy to produce goods and services in a given period, while the demand side reflects spending by various economic actors such as households, firms, government, and abroad. Macroeconomic stability is realized when there is a balance between demand and supply in the market (Suprayitno, 2005).

The goods market in conventional thinking has major components such as consumption, investment, and government spending. However, in the context of Islamic economics, there is an important difference related to the use of interest rates as a determinant of investment. In conventional economics, interest rates play an important role in driving investment. However, in Islamic economics, interest rates are considered as usury and are prohibited. In an Islamic economy, interest rates are replaced with a profit-sharing economic system, where the incentive to invest is based on profit sharing and greater return on investment (ROI), rather than interest rates.

Investment demand is influenced by the availability of resources, profit potential, capital, as well as entrepreneurial ability. The profit is measured against a minimum wage standard, and an entrepreneur will start a business if the risks and returns reach the minimum wage. Capital size also plays a role, where investment will reach maximum profit before declining.

Investment is also affected by people's income and the profit sharing ratio. The larger the profit sharing ratio, the larger the share claimed by capital owners in investment. The relationship between the profit sharing ratio and national income creates equilibrium in the goods market in the Islamic economy. This relationship is negative, as an increase in the profit sharing ratio will reduce the motivation to invest. This decrease in aggregate investment will eventually lead to a decrease in national output (Huda, 2018).

The demand for money in an Islamic economy is influenced by two main factors: the level of income and the expected return on financial assets. The level of income relates to how much cash is needed for daily expenses and the frequency of spending. High expected returns from financial assets make cash less useful if it is just held and not

invested. This means that in an Islamic economy, the demand for money is also influenced by the desire to invest money to generate higher returns.

Equilibrium in the money market is based on the assumption of a fixed money supply and price level, so the real amount of money in circulation remains constant. This results in a positive relationship between profit sharing and income levels, where an increase in income levels can result in an increase in the amount of money required to maintain equilibrium (Huda, 2018).

In a conventional economy, the money market reaches equilibrium when the supply of money equals the demand for money. The supply of money in this context is usually determined by the government or fixed. Meanwhile, the demand for money is affected by changes in income. When income rises, spending also tends to increase, which means that people conduct more transactions that require money. As a result, the demand for money also increases along with the increase in income (Ambarwati, 2008).

### **IS-LM Curve**

Economic equilibrium is the ultimate goal in an economy, and can be measured in various ways, such as the employment count in the classical view or the intersection of actual and planned expenditure in the Keynesian view. The IS-LM curve combines these two approaches to measure the equilibrium level.

Economists today tend to use the IS-LM curve model to measure the level of equilibrium of the economy. They believe that equilibrium occurs when there is a balance between the market for goods-services and money markets, with interest as the connecting variable.

In economic analysis, it is necessary to distinguish between short-term and long-term. In the short run, prices tend to be fixed or rigid, while in the long run, the price level is flexible and can respond to changes in supply and demand. In the short run, prices tend to be fixed or rigid, while in the long run, the price level is flexible and can respond to changes in supply and demand. Hence, a time difference is required in measuring the equilibrium level of the economy.

According to Mankiw, the IS-LM model is designed to explain the economy in the short run with a fixed price level, but it can also be used to explain the economy in the long run with price level adjustments. However, this approach has some weaknesses. In the IS curve, the relationship between interest and savings is the focus, whereas investment and savings interest have different characteristics. Investment is more influenced by the short-term real interest rate, while savings are more influenced by the nominal interest rate set by the central bank.

The IS curve refers to investment demand which is affected by the real interest rate, while the LM (money demand) curve is related to nominal interest. A higher interest rate will reduce the demand for money. In the long run, the IS-LM curve is also irrelevant because it does not include price variables, while the price level always changes in the long run (Wicaksono, 2019).

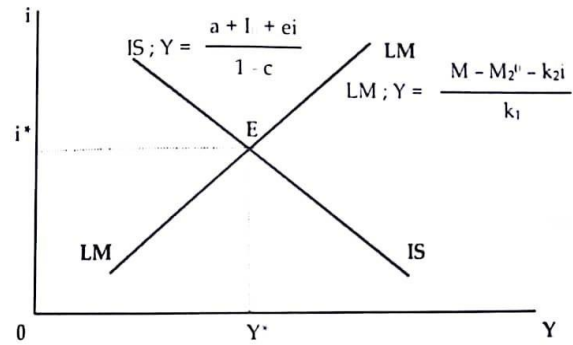


Figure 1.1. IS-LM Curve

In the IS-LM curve, equilibrium occurs at the level of income (Y) and interest rate (i) at point E, which is the general equilibrium point between the goods market and the money market. For to plot the IS-LM function graph, all variables in both markets must be converted into equilibrium form first.

After finding the equilibrium value of all variables, the value can be applied in the IS-LM function graph.

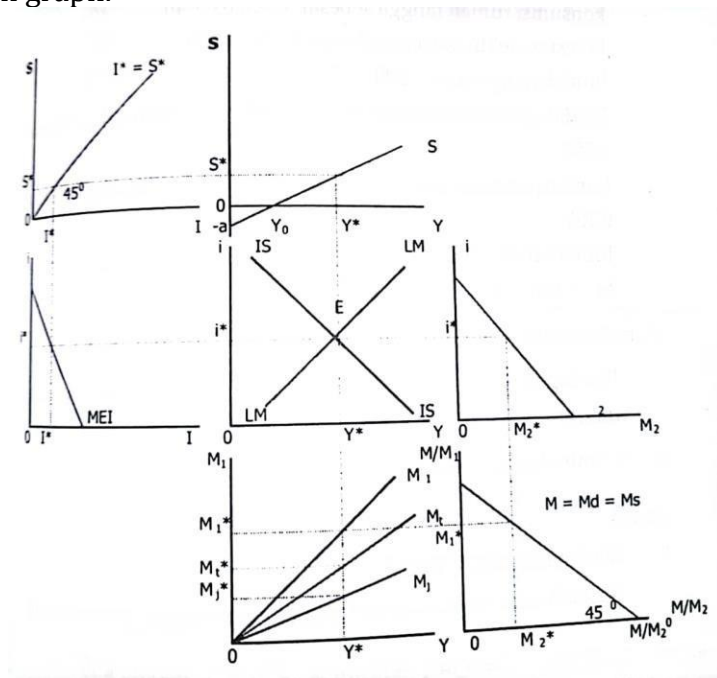


Figure 1.2 IS-LM Function Graph

In the graph, point E shows the general equilibrium point between the goods market and the money market, where the entire economy is in a state of equilibrium, so all economic variables are also in a state of equilibrium (Waluyo, 2019).

## CONCLUSION

Market equilibrium, which is the point at which the amount of product demanded equals that offered, depends on the supply and demand curves. Changes in variables such as wages, cost of capital, and income will affect this equilibrium position. The government can set a floor price and a maximum price to achieve price stability across different types of goods produced and consumed by society. A floor price is a lower limit that cannot be exceeded, while a maximum price is an upper limit that cannot be exceeded. In addition, the market for goods and services is influenced by factors such as consumption,

investment, and government spending, which impact the balance of the real sector and the financial sector in the country's economy.

In economics, a market equilibrium is formed when supply and demand interact, and changes in economic variables such as prices, wages, and income affect the equilibrium position. The government can intervene by setting a price floor and maximum price to control inflation or keep prices reasonable. In addition, in macroeconomic analysis, markets for goods and services have a significant impact on the economy as a whole, depending on factors such as consumption, investment, and government spending. The relationship between the real sector and the financial sector is reflected in the IS curve and LM curve, which help describe the equilibrium of the national economy.

### **BIBLIOGRAPHY:**

Sugiyanto, & Romadhina, A.P. (2020). *Introduction to Micro and Macro Economics*.

Banten: Yayasan Pendidikan dan Sosial Indonesia Maju (YPSIM).

Goenadhi, L., & Nobaiti. (2017). *Introduction to Microeconomics*. Banjarbaru: Scripta Cendekia.

Pindyck, R.S., & Rubinfeld, D.L. (2009). *Mikroökonomie*. Pearson Deutschland GmbH.

Suprayitno, E. (2005). *Islamic Economics: An Islamic Macroeconomic Approach and Conventional*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.

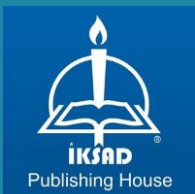
Karim, A.A. (2007). *Islamic Macroeconomics*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Huda, N. (2018). *Islamic Macroeconomics: A Theoretical Approach*. Jakarta: Prenada Media Group.

Ambarwati, S. (2008). Market Equilibrium of Goods and Money: IS-LM Curve in Conventional and Islamic Economics. *Kuliah Umum Ekonomi-Syariah*.

Wicaksono, J.W. (2020). The Relevance of the IS-LM Model of Goods Market and Money Market Equilibrium in Islam. *Dinar: Jurnal Prodi Ekonomi Syari'ah*, 3 (1).

Waluyo, D.E. (2019). *Macroeconomics*. Malang: UMM Press.



<https://www.isarconference.org/>

ISBN: ' 978-625-367-519-6 '