



isarc

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

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

5. ULUSLARARASI FEN BİLİMLERİ VE İNOVASYON KONGRESİ

EDITORS:

Assoc Prof. Dr. Gülen ÖZYAZICI

Res. Assist. Mustafa CERİTOĞLU



IKSAD
Publishing House

11 - 12 NOVEMBER 2022 / ANKARA

CONGRESS BOOK



CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

**5. INTERNATIONAL SCIENCES
AND INNOVATION CONGRESS**

DATE AND PLACE

11-12 NOVEMBER 2022, ANKARA/TURKEY ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

**ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER**

GENERAL COORDINATOR

Yasemin AĞAOĞLU

COORDINATOR

Gamze KÖYMEN

EDITOR

**Assoc. Prof. Dr. Gülen ÖZYAZICI
Res. Asst. Mustafa CERİTOĞLU**

ORGANIZING COMMITTEE

**Prof. Dr. Veli SHAKHMUROV
Prof. Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN
Prof. Dr. Mustafa Onur ALADAĞ
Assoc. Prof. Dr. Fatih ÇIĞ
Dr. Serkan KÖKSOY**

ISBN:978-625-8246-90-2

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Morakeng Edward Kenneth LEBAKA

University of Zululand/South Africa

Prof. Dr. Faiz Muhammad SHAİKH

Sindh Agriculture University Tando Jam

Prof. Dr. Anwar Ali Shah G. SYED

University of Sindh Jamshoro

Prof. Dr. Syed Ali Raza NAQVİ

Government College University, Pakistan

Prof. Dr. Abdullah ÖZTÜRK

Middle East Technical University

Prof. Dr. Aparna SRIVASTA

Noida International University

Prof. Dr. Edip ÖRÜCÜ

Bandırma Onyedi Eylül University

Prof. Dr. Erdin BOZKURT

Orta Doğu Technical University

Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK

Selcuk University

Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK

Gaziantep University

Prof. Dr. Nilüfer PEMBEÇİOĞLU

İstanbul University

Prof. Dr. Sevi ÖZ

Ankara Hacı Bayram Veli University

Assoc. Prof. Dr. A. İnci SÖKMEN ALACA

İstanbul Arel University

Assoc. Prof. Dr. Ahmet Umut HACİFEVZİOĞLU

Nişantaşı University

Assoc. Prof. Dr. Amit ARORA

Shaheed Bhagat Singh State University

Assoc. Prof. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Uludağ University

Assoc. Prof. Dr. Bahadır KILCAN

Gazi University



Assoc. Prof. Dr. Dinara FARDEEVA

Rusya Academy of Sciences

Assoc. Prof. Dr. Fatih ÇIĞ

Siirt University

Assoc. Prof. Dr. Iqbal HOSSAIN

Bangladesh University

Assoc. Prof. Dr. İsmail AKALTUN

Gaziantep Dr. Ersin Arslan Training and Research Hospital

Assoc. Prof. Dr. Jasmin LATOVIÇ

Southern Federal University

Assoc. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA

Kazakh National Women's Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ali AKKAYA

İzmir Kâtip Çelebi University

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN

Siirt University

Assoc. Prof. Dr. Merivan ŞAŞMAZ

Adıyaman University

Assoc. Prof. Dr. Murat DAL

Munzur University

Assoc. Prof. Dr. Murat EYVAZ

Gebze Teknik University

Assoc. Prof. Dr. Nebahat AKGÜN ÇOMAK

Galatasaray University

Assoc. Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN

Cumhuriyet University

Assoc. Prof. Dr. Syed Ali Raza NAQVI

Government College University Faisalabad

Assoc. Prof. Dr. Aydın ÜNAL

Kırklareli University

Dr. Fatma HAYIT

Yozgat Bozok University

Dr. Figen CERİTOĞLU

Siirt University

Dr. Hakan ALTUNAY

Süleyman Demirel University

Dr. Mubin KOYUNCU

Iğdır University



Dr. Murat POLAT

Dicle University

Dr. Sema KAYAPINAR KAYA

Munzur University

Dr. Serkan ATMACA

Sivas Cumhuriyet University

Dr. Serkan GÜLDAL

Adıyaman University

Dr. Süleyman ADAK

Mardin Artuklu University

Dr. Yasin YAKAR

Harran University

Dr. Yaşar SUBAŞI

Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Amira TANDİROVIĆ GURSEL

Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University

Dr. Babak SAFAEI

Tsinghua University

Dr. Bhavtosh AWASTHI

JECRC University India

Dr. Ercan ÇATAK

Eskişehir Osmangazi University

Dr. Faisal SULTAN

Hazara University

Dr. Ghanshyam BARMAN

Uka Tarsadia University

Dr. Hamdi DAĞISTANLI

MEV College Private Izmir Bornova Schools

Dr. Havva MEHTIEVA

Moskova Medical Academy

Dr. Meryem GÖKTAŞ

Bilecik Şeyh Edebali University

Dr. Muhammad IMRAN

Government College University Faisalabad

Dr. Sakına BAYRAMOVA

AMEA



Dr. Şükrü KALAYCI

Gazi University

Dr. Turan YANARDAĞ

Ankara University



ISARC

5. INTERNATIONAL SCIENCES
AND INNOVATION CONGRESS

11-12 NOVEMBER 2022

ANKARA

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom

Meeting ID: 8642200 4883

Passcode: 732422

<https://us02web.zoom.us/j/86422004883?pwd=TEtZVmN1MmVJd1pYWU42YmRNdHdaZz09>

PARTICIPATING COUNTRIES

Africa/Algeria/Azerbaijan/Belgium/France/Georgia/Horvatovac/Iraq/India/Indonesia/Iran/Italy/KKTC/Morocco/Nigeria/Pakistan/
Romania/Serbia/Tunisia/Ukraine

TOTAL NUMBER OF INTERNATIONAL PAPER: 79
PAPER FROM TURKEY: 71

zoom



ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ❖ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal Link Name” yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 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.

DİKKAT EDİLMESİ 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

11.11.2022

FRIDAY / 10:00-12:00

SESSION-1 HALL-1

MODERATOR: Uzm. Fzt. Tuba ÜNVER

Africa:09:00-11:00/Algeria:08:00-10:00/Azerbaijan:11:00-13:00/Belgium: 08:00-10:00/France: 08:00-10:00/
Georgia:11:00-13:00/Horvatovac: 08:00-10:00/Iraq:10:00-12:00/India:12:30-14:30/
Indonesia:14:00-16:00/Iran:10:30-12:30/Italy: 08:00-10:00/KKTC:10:00-12:00/Morocco: 08:00-10:00/Nigeria: 08:00-10:00/Pakistan:12:00-14:00/Romania:09:00-11:00/Serbia: 08:00-10:00/Tunisia: 08:00-10:00/Ukraine:09:00-11:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mehmet CANLI İrem VALAMUR	Kırşehir Ahi Evran University	Results Of Splint Application In A Patient With Boutonniere Deformity In The Index Finger After Rheumatoid Arthritis: A Case Report
Mehmet CANLI Mehmet YETİŞ İrem VALAMUR	Kırşehir Ahi Evran University	Long-Term Rehabilitation Results Of A Patient Taken To The Rehabilitation Program After Tibia-Fibula Fracture Surgery: Case Report
Alexander PLAKİDA Sergey GUSHCHA Boris NASİBULLİN	Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health of Ukraine	The Effect Of A Natural Magnesium-Containing Age On The State Of The Organism Of Rats With A Mod Of Post-Traumatic Stress Disorder
Soundaryaa R. S. Swetha S. Ranganayagi K. S.	Bannari Amman Institute of Technology, India	Patient Genic
M.Sc., Ph.D. Cüneyd YAVAŞ	Basaksehir Cam and Sakura City Hospital	Novel Mutation In SMPD4 Gene Of Turkish Patient With Shingomyelinase (nSMase) Enzyme Defect
Dr. Digvijay SHARMA Hina VAİSH	CSJM University, India	Effect Of Comprehensive Rehabilitation On Fatigue, Functional Capacity And Quality Of Life İn Longterm Sequelae Of COVID19 Survivors: A Study Protocol
Prof. Dr. Dragan KATANIĆ Dr. med. Svetlana TURUDIĆ Dr. med. Olivera SAVIĆ	Faculty of Medicine, Novi Sad, Serbia/ Kinderärztl. Klinikum Schönsicht Berchtesgaden, Germany/ Outpatient Clinic, Novi Sad-Serbia	Correlation Of Weather Change, Atmospheric Pressure, Full Moon, Seismic And Solar Activity Versus Exacerbations Of Chronic Meteoropathic Diseases In Childhood During One-Year Period
Asst. Prof. Dr. Fatma ERGÜN	Kırşehir Ahi Evran University	Determination Of Antioxidant Potential Of Juniper Fruits (<i>Juniperus Foetissima</i> , <i>Juniperus Communis</i> Var.)
NIVEDHITHA M. ARJUN P. SRIDHARAN M. SUJITH KUMAR B. PRANESHVEL S.	Bannari Amman Institute of Technology, India	A Tele-Medicine System For Measuring Heart Rate,Blood Pressure, and Drug Level Detection
SUJITHA N M. ARUN NIHIL KUMAR S. DINESH M. ADHARSH S.	Bannari Amman Institute of Technology, India	Smart Advance Health Monitoring Kit - Cardio Tech
Uzm. Fzt. Tuba ÜNVER Prof. Dr. Bayram ÜNVER Res. Asst. Kevser ŞEVİK	Dokuz Eylul University	Validity And Reliability Of Dubousset Functional Test In Individuals With Back Pain
Şüheda GİRGİN Hicret TEZCAN Yasemin HAMLACI BAŞKAYA	Sakarya University	The Use Of Simulation Technology In Midwifery Education

11.11.2022

FRIDAY / 10:00-12:00

SESSION-1 HALL -2

MODERATOR: Dr. Bahar ALTUNOK

Africa:09:00-11:00/Algeria:08:00-10:00/Azerbaijan:11:00-13:00/Belgium: 08:00-10:00/France: 08:00-10:00/

Georgia:11:00-13:00/Horvatovac: 08:00-10:00/Iraq:10:00-12:00/India:12:30-14:30/

Indonesia:14:00-16:00/Iran:10:30-12:30/Italy: 08:00-10:00/KKTC:10:00-12:00/Morocco: 08:00-10:00/

Nigeria: 08:00-10:00/Pakistan:12:00-14:00/Romania:09:00-11:00/Serbia: 08:00-10:00/Tunisia: 08:00-10:00/Ukraine:09:00-11:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Mustafa Burak TURKOZ Prof. Dr. Gürçan YILDIRIM	Karabuk University/ Abant İzzet Baysal University	The Spectral And Thermomechanical Analysis Of Ag/F ions Substituted Bioceramic Reinforced Membranes
Assoc. Prof. Dr. Mustafa Burak TURKOZ Dr. Ümit ERDEM Prof. Dr. Gürçan YILDIRIM Prof. Dr. Uğur ARİFOĞLU	Karabuk University/ Kirikkale University/ Abant İzzet Baysal University Sakarya University	Investigation Of Effect Of Eu Impurity On Slip Systems In Bi-2212 Crystal System With Vickers Microindentation Hardness Method Calculation Of Current And Voltage Values For All Operating Conditions In A Three-Phase Controlled Bridge Rectifier That Feeds Series-Connected E, R, L Loads
Ecen ERÇİN	Gaziantep University	Hybrid Impedance Control of a Two-Degree-of-Freedom Robotic Manipulator
Dursun Cengiz KARATAŞ Oğuz BAYAT	Altınbaş University	Planning Abc Analysis In Logistics And Supply Chain With Indoor Positioning Application
Emirhan DEMİR Ömer ZOR	Bursa Technical University	Electromagnetic Scattering Analysis Of Human-Like Body
Kenan ÖZEL Hatice AYDIN Taner DİNDAR	Ankara University	Analysis Of Irradiation And Temperature Dependent Electrical Characteristics Of 49.5 KW Photovoltaic (PV) System
Taner DİNDAR Hatice AYDIN Kenan ÖZEL	Ankara University	A Case Feasibility Study On Piezoelectric Energy Harvesting For Indoor Flooring Applications
Mine TURAN Prof. Fatih Emre BORAN	Nuclear Regulatory Authority, Ankara Gazi University	Application Of Mabac Method In Energy Source Selection Problem: The Case Of Türkiye
Dr. Salah BEZARI Amine BEKKOUCHE	Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, Algeria	Investigation Hydroponic Greenhouse Cultivation
Zameer Ali S. Shruthi Shree R. Harinath S.	Bannari Amman Institute of Technology, India	Respiratory Temperature Controlled Humidifier System

11.11.2022

FRIDAY / 12:30-14:30

SESSION-2 HALL -1
MODERATOR: Prof. Dr. Mete KALYONCU

Africa:11:30-13:30/Algeria:10:30-12:30/Azerbaijan:13:30-15:30/Belgium: 10:30-12:30/France: 10:30-12:30/Georgia:13:30-15:30/Horvatovac: 10:30-12:30/Iraq:12:30-14:30/India:15:00-17:00/Indonesia:16:30-18:30/Iran:13:00-15:00/Italy: 10:30-12:30/KKTC:12:30-14:30/Morocco: 10:30-12:30/Nigeria: 10:30-12:30/Pakistan:14:30-16:30/Romania:11:30-13:30/Serbia:10:30-12:30/Tunisia:10:30-12:30/Ukraine: 11:30-13:30

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Asst. Prof. Dr. Muhammet Enis BULAK Fatma Serra ÇİFTÇİ	Üsküdar University	Application Of Data Mining Algorithms In Forecasting Of Sales And Demand Data: A Case Study From Electrification Company
Mücella DEMİRER	Marshall Boya ve Vernik San.A.Ş.	Development Of The Rheological Properties Of Isolation Materials
Musa PEKÖKSÜZ İbrahim KILINÇOĞLU Prof. Dr. Mete KALYONCU	Akdaş Silah A.Ş., Huğlu/Konya/Türkiye/ Konya Teknik Üniversitesi	Effect Of Barrel Tuner On Muzzle Position
Sedat Can TİNİ Prof. Dr. Adalet ZEREN Lect. Dr. Yasemin YILDIRAN AVCU Assoc. Prof. Dr. Egemen AVCU	Ministry of National Defense Istanbul Shipyard Command/ Kocaeli University	Design Of A Cavitation Erosion Test Rig And An Experimental Study
Azim Mohamed P. Rawate Aryan BALAJI Himanshu Sudhir GARUD Khandelwal Kashish SURESH Asst. Prof. Dr. D. Arumuga PERUMAL	National Institute of Technology Karnataka, India	A Numerical Study on Natural Convection of Air in a Square Cavity using CFD Tool
Mohamed Dhia MASSOUDI Mohamed Bechir Ben HAMIDA	University of Monastir, Tunisia/ Imam Mohammad Ibn Saud Islamic University Riyadh, Saudi Arabia/ University of Sousse, Tunisia	Numerical Study Of Combined Effects Of Radiative Nanofluid And Fins Arrangements Cases On Heat Sink Efficiency
Muhammad Sohail JAMEEL Ayesha RANA Ali RAZA Asna AHMAD	University of Engineering and Technology, Pakistan	Inspection And Maintenance Of Oil & Gas Pipelines: A Review
Muhammad Sohail JAMEEL Ayesha RANA Ali RAZA Asna AHMAD	University of Engineering and Technology, Pakistan	Water Pipeline Failure in Active Zone in Pakistan
Dr. M. S. R. MARIYAPPAN Dr. C. VIJAI	Vel Tech Rangarajan Dr. Sagunthala R&D Institute of Science and Technology	A Study On The Impact Of Social Media On Customer Preference Regarding Royaloak Furniture
Dhiveya Sri K. Sri Logesh M.	Bannari Amman Institute of Technology, India	Smart Highway Lighting System Using IOT

11.11.2022

FRIDAY / 12:30-14:30

SESSION-2 HALL -2
MODERATOR: Dr. Bahar ALTINOK

Africa:11:30-13:30/Algeria:10:30-12:30/Azerbaijan:13:30-15:30/Belgium: 10:30-12:30/France: 10:30-12:30/Georgia:13:30-15:30/Horvatovac: 10:30-12:30/Iraq:12:30-14:30/India:15:00-17:00/Indonesia:16:30-18:30/Iran:13:00-15:00/Italy: 10:30-12:30/KKTC:12:30-14:30/Morocco: 10:30-12:30/Nigeria: 10:30-12:30/Pakistan:14:30-16:30/Romania:11:30-13:30/Serbia:10:30-12:30/Tunisia:10:30-12:30/Ukraine: 11:30-13:30

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
PHD on History Mayis Valimammad oglu Jafarov Guliyev Amrah Jabir oglu	Lankaran State University	Historiography of Teaching the Young Generation of Heydar Aliyev's Legacy
Rəhilə Hümətova, f.ü.f.d. dosent	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	Integrative Based Teaching Of Phonetics
Nacer HAMZA	Azerbaijan State Oil and Industry University	Produced Water Components, And Its Radiation Risks Assessment Methodology For Human Exposure To "NORM"
ANANTHAN L.	---	Smart AI Gym Trainer
Vorya SHABRANDI	International Relations University of Iran	Attitude To The Social Uprising Of The "Iranian World Movement Women's " And The " Women's Revolution" Of The Iranian People In Iran And World Within The Framework Of The Neil Smelser Theory To Form A Comprehensive And Transformative Social Movement
Moses Adeolu AGOI Solomon Abraham UKPANA	Lagos State University of Education, Lagos Nigeria	Exploring The Significance Of Access Control In Cloud Computing
Doğa MARTI Assoc. Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ Prof. Dr. Ergün ERASLAN	Ankara Yıldırım Beyazıt University	Evaluation Of Dust And Silica Exposure In The Brick And Tile Industry
Assoc. Prof. Dr. Abdullayeva Gültəkin Ataş qızı	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	Ways To Develop Students' Reading Skills

11.11.2022

FRIDAY / 12:30-14:30

SESSION-2 HALL-3

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Gülen ÖZYAZICI

Africa:11:30-13:30/Algeria:10:30-12:30/Azerbaijan:13:30-15:30/Belgium: 10:30-12:30/France: 10:30-12:30/

Georgia:13:30-15:30/Horvatovac: 10:30-12:30/Iraq:12:30-14:30/India:15:00-17:00/

Indonesia:16:30-18:30/Iran:13:00-15:00/Italy: 10:30-12:30/KKTC:12:30-14:30/Morocco: 10:30-12:30/

Nigeria: 10:30-12:30/Pakistan:14:30-16:30/Romania:11:30-13:30/Serbia:10:30-12:30/Tunisia:10:30-12:30/Ukraine: 11:30-13:30

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Asst. Prof. Dr. Semih AÇIKBAŞ Assoc. Prof. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI	Siirt University	Determination Of Germination And Seedling Characteristics Of Bitter Vetch (<i>Vicia ervilia</i> L.) Plant Under Salt Stress
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI Asst. Prof. Dr. Semih AÇIKBAŞ	Siirt University	Effect Of Boric Acid Priming Application To Phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth) On Growth And Seedling Development Parameters
Res. Asst. Dr. Emre KARA Prof. Dr. Mustafa SÜRME	Aydın Adnan Menderes University	Impacts Of Biogas Digestate, Vermicompost And Manure Applications On Some Yield Components Of Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) Production
Muhammet ÖZEN Özden ÖZTÜRK	Selcuk University	Importance, Usage Areas And Agriculture Of The Safflower (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Plant For Turkey
Prof. Dr. Murat ERMAN Assoc. Prof. Dr. Fatih ÇİĞ Res. Asst. Mustafa CERİTOĞLU	Siirt University	Determination Of Adaptation Properties Of Different Lentil Varieties In The Van Ecological Conditions
Prof. Dr. Murat ERMAN Assoc. Prof. Dr. Fatih ÇİĞ Res. Asst. Mustafa CERİTOĞLU Halis ÖNER	Siirt University	Effect Of Different Plant Growth Promoting Bacteria Strains On Seedling Growth During Early Stage In Oat
Lilik FAUZİAH Susni HERWANTI Indra Gumay FEBRYANO Hari KASKOYO Christine WULANDARI NOVRİYANTI Dian ISWANDARU Arief DARMAWAN Yulia Rahma FİTRİANA Rahmat SAFE'	Universitas of Lampung	Analysis Of The Income Level Of Communities Who Manage Community Forests
Mesude ÜNAL	Kocaeli University	Precision Agriculture Applications And Fertilization
Assoc. Prof. Dr. Gülen ÖZYAZICI	Siirt University	Effect Of Salt Stress On Germination Traits Of Basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Plant
Assoc. Prof. Dr. Gülen ÖZYAZICI Asst. Prof. Dr. Semih AÇIKBAŞ Assoc. Prof. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI	Siirt University	Determination Of Priming Application Time With Silicon In Fenugreek (<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.) Plant
Asst. Prof. Dr. Okan ÜRKER	Çankırı Karatekin University	Evaluation Of Flora And Plant Ecology Features Of The Latmos (Bafa Lake And Beşparmak Mountains) Region In Terms Of Ecotourism Potential

11.11.2022

FRIDAY / 12:30-14:30

SESSION-2 HALL-4

MODERATOR: Asst. Prof. Dr. Ali YİĞİT

Africa:11:30-13:30/Algeria:10:30-12:30/Azerbaijan:13:30-15:30/Belgium: 10:30-12:30/France: 10:30-12:30/

Georgia:13:30-15:30/Horvatovac: 10:30-12:30/Iraq:12:30-14:30/India:15:00-17:00/

Indonesia:16:30-18:30/Iran:13:00-15:00/Italy: 10:30-12:30/KKTC:12:30-14:30/Morocco: 10:30-12:30/

Nigeria: 10:30-12:30/Pakistan:14:30-16:30/Romania:11:30-13:30/Serbia:10:30-12:30/Tunisia:10:30-12:30/Ukraine: 11:30-13:30

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mehmet KAPLAN	Siirt University	Status Of Insect-Plant Relations In The Ecosystem
Mehmet KAPLAN	Siirt University	Differences Between Organic And Conventional Agriculture In Terms Of Plant Protection
Mona KAMYAR Mohammad Reza KHALEGHI	Islamic Azad University, Iran	Modeling Of Groundwater Salinity On The Caspian Southern Coasts
Mona KAMYAR Mohammad Reza KHALEGHI	Islamic Azad University, Iran	Environmental Changes Assessment Using Remote Sensing (RS) And Geographic Information System (GIS)
M Kanwal SHABBIR Fakhar ud DIN Gul Majid KHAN	Islamic Azad University, Iran	Co-delivery of Rifampicin and Vancomycin via Transfersomal Gel For The Treatment Of Cutaneous Leishmaniasis
Mona KAMYAR Mohammad Reza KHALEGHI	Islamic Azad University, Iran	The Effects Of Land-Use Change On Soil Erosion And Runoff Generation
Ahmet ÇAT	Siirt University	A New Disease Observed In Wheat: Wheat Blast Caused By <i>Magnaporthe oryzae</i> pathotype <i>Triticum</i>
Ahmet ÇAT	Siirt University	Molecular Resistance Mechanisms To Brown Rust (<i>Puccinia triticina</i>) Disease In Wheat
Assoc. Prof. Dr. N. K. Udaya PRAKASH Mr. V. SRIRAMAN N. SRIPRIYA M. MANIKANDAN Dr. S. BHUVANESWARI	Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, India/ R and D, Marina Labs, Nerkundram, , India/University of Madras, India	Phytochemistry And Antioxidant Properties Of Common Green Leafy Vegetables
Asst. Prof. Houman HONARY	Islamic Azad University, Iran	Effect Of Water Stress & Mulch On German Chamomile (<i>Matricaria Chamomilla</i> L. var. Vallary) Yield And Yield Components
Asst. Prof. Dr. Ali YİĞİT	Aydın Adnan Menderes University	Climate Change And Wheat Phenology
Elif KURT Hacer LEVENT	Karamanoğlu Mehmetbey University	Physical Evaluation And Sensory Attributes Of Crackers Fortified With Red Sorghum Flour
Elif KURT Hacer LEVENT	Karamanoğlu Mehmetbey University	Quality Characteristics Of Noodles Enriched With Spinach, Purple Carrot And Carrot Powders

11.11.2022

FRIDAY / 15:00-17:00

SESSION-3 HALL- 1

MODERATOR: Prof. Dr. Nana JINCHARADZE

Africa:14:00-16:00/Algeria:13:00-15:00/Azerbaijan:16:00-18:00/Belgium:13:00-15:00/France:13:00-15:00/

Georgia:16:00-18:00/Horvatovac:13:00-15:00/Iraq:15:00-17:00/India:17:30-19:30/

Indonesia:19:00-21:00/Iran:15:30-17:30/Italy:13:00-15:00/KKTC:15:00-17:00/Morocco:13:00-15:00/

Nigeria:13:00-15:00/Pakistan:17:00-19:00/Romania:14:00-16:00/Serbia:13:00-15:00/Tunisia:13:00-15:00/Ukraine:14:00-16:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Kanwal SHABBIR Fakhar Ud-DIN Maryam ANWAR	Quaid-i-Azam University, Pakistan	Macrophage Targeting With Rifampicin-Loaded Nanotransfersomal Gel For Treatment Of Cutaneous Leishmaniasis
Prof. Dr. Nana JINCHARADZE	European University, Tbilisi, Georgia	Late- Onset Sepsis(LOS) of Preterm Newborns
Rahmuddin KHAN	School of Pharmaceutical Education and Research, India	Development And Evaluation Of A Novel Functional Excipient Nano Gel For The Assessment Of Psoriasis Therapy
Ekundayo T. AREH Olubunmi ATOLANI Learnmore KAMBIZI	Confluence University of Science and Technology, Nigeria /University of Ilorin,Nigeria/ Cape Peninsula University of Technology, South Africa	In Silico Evaluation Of The Antimalarial Potential Of The Phytoconstituents Of The Azadirachta Indica Plant
Tehreem UI WARA	Bahauddin Zakariya University	Fabrication of Electrospun Metal Oxide Nanofibers for Biomolecular Recognition
Ghita BENKIRANE Emilie DUMAS Laila MANNI Adem GHARSALLAOUI Samir ANANOU	Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer, Morocco/ Université Claude Bernard Lyon 1, France	Characterization, Immobilization And Evaluation Of Bacteriocins Produced By Lactic Acid Bacteria Isolated From Several Artisanal Food Products Of Moroccan Origin
Khaled Thamer Matar Al-SHAIBANI Hiba Riyadh Al-ABODI Asifa Matrood Yassin ALMAEHI	University of Al-Qadisiyah, Iraq	Epidemiological Study Of Some Intestinal Parasites Prevalent In Al-Diwaniyah City-Iraq
Pooja RASAL Dr. Aman UPAGANLAWAR	SNJBs SSDJ College of Pharmacy, India	Mycetoma : Neglected Tropical Disease
Chavan DIPTI Swati JADHAV Dr. Aman UPAGANLAWAR	SNJBs SSDJ College of Pharmacy, India	Tau protein: Role in neurodegenerative disease
Vyavahare PRIYANKA Mahajan MANOJ Dr. Aman UPAGANLAWAR	SNJBs SSDJ College of Pharmacy, India	Lesch Nyhan Syndrome: An Update
Shingi Anand RAJENDRA Dr. Aman UPAGANLAWAR Jadhav SWATI	SNJBs SSDJ College of Pharmacy, India	The Value Of Fecal Markers In Prognosticating Worsening In Inflammatory Bowel Diseases

11.11.2022

FRIDAY / 15:00-17:00

SESSION-3 HALL-2

MODERATOR: Asst. Prof. Dr. Zehra Funda AKBULUT

Africa:14:00-16:00/Algeria:13:00-15:00/Azerbaijan:16:00-18:00/Belgium:13:00-15:00/France:13:00-15:00/

Georgia:16:00-18:00/Horvatovac:13:00-15:00/Iraq:15:00-17:00/India:17:30-19:30/

Indonesia:19:00-21:00/Iran:15:30-17:30/Italy:13:00-15:00/KKTC:15:00-17:00/Morocco:13:00-15:00/

Nigeria:13:00-15:00/Pakistan:17:00-19:00/Romania:14:00-16:00/Serbia:13:00-15:00/Tunisia:13:00-15:00/Ukraine:14:00-16:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Adegbesan Ololade O. Babajide Soyemi OLUGBENGA	The Federal Polytechnic Ilaro Ogun State Nigeria	Finite Element Analysis of Shear Failure Mechanism In T-Beams Made With Coarse Sintered-Pulverised Fuel Ash, Lytag, Aggregate And Natural Sand
Research Assist. Melih Muhlis TEMİZ Melih SÜRMELİ	Bursa Technical University	Performance Evaluation Of A RC Building With A1 And A3 Plan Irregularities Designed According To TBEC-2018
Ms. Doğan BORİZAN Asst. Prof. Dr. Zehra Funda AKBULUT Prof. Dr. Soner GÜLER	Van Yüzüncü Yıl University	Atık Uçucu Kül Ve Silis Dumanı Malzemelerinin Beton Yollarda Kullanılabilirliğinin Genel Bir Değerlendirmesi
Ms. Emre TURANLI Asst. Prof. Dr. Zehra Funda AKBULUT Prof. Dr. Soner GÜLER	Van Yüzüncü Yıl University	Su Yalıtım Malzemelerinin Yapılarda Kullanımı
Ms. İdris SAKİN Asst. Prof. Dr. Zehra Funda AKBULUT Prof. Dr. Soner GÜLER	Van Yüzüncü Yıl University	The Use And Advantages Of Geopolymer Concretes In The Construction Industry
İlyas ÖZKAN Erdal ÇOKÇA	Necmettin Erbakan University/ Middle East Technical University	A Study On The Use Of Phosphogypsum And Silica Fume In Improvement Of Expansive Soil
Haydar Sadık ALTUN Yıldırım BAYAZIT	Bilecik Şeyh Edebali University	Conversion Of Existing Reservoirs To Pumped Storage Hydroelectric Power Plant: The Example Of Eğirdir Lake

11.11.2022

FRIDAY / 15:00-17:00

SESSION-3 HALL-3

MODERATOR: Prof. Dr. Baki ÇİÇEK

Africa:14:00-16:00/Algeria:13:00-15:00/Azerbaijan:16:00-18:00/Belgium:13:00-15:00/France:13:00-15:00/
Georgia:16:00-18:00/Horvatovac:13:00-15:00/Iraq:15:00-17:00/India:17:30-19:30/
Indonesia:19:00-21:00/Iran:15:30-17:30/Italy:13:00-15:00/KKTC:15:00-17:00/Morocco:13:00-15:00/
Nigeria:13:00-15:00/Pakistan:17:00-19:00/Romania:14:00-16:00/Serbia:13:00-15:00/Tunisia:13:00-15:00/Ukraine:14:00-16:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nazlı YENİHAN YÜZER Nilüfer HİLMİOĞLU	Kocaeli University	Development Of PVA/ZSM5 Composite Catalytic Membrane For The Synthesis Of Solketal
Nazlı YENİHAN YÜZER Nilüfer HİLMİOĞLU	Kocaeli University	Development Of Acidic And Hydrophilic Membranes For Solketal Synthesis
Omar AZOUGAGH Loubna JABIR Hayat El HAMMI Mohamed NOR Soumya ESSAYEH Hassan AMHAMDI Abderrahmane El IDRISI Mohamed ABOU-SALAMA Soufian EL BARKANY	Mohamed First University Morocco/ Abdelmalek Essaadi University, Morocco	Elaboration Of A New Deep Eutectic Solvent For Cellulose Dissolution: Theoretical And Experimental Study
Pınar CEYHAN DAŞ Soner ÇUBUK	Marmara University	Development Of Stability Indicating A HPLC Method For Nilotinib For The Determination And Validation Of Process-Related And Degradation Impurities
Research Assist. Muhammad Waseem FAZAL	COMSATS University Islamabad, Pakistan	ZnCo-C Decorated Electro-Spun Nano-Fibers For Electro-Catalytic Water Splitting
Rudra Prabu. S. Vikram K. M.	Bannari Amman Institute of Technology, Erode, India.	Zero-Carbon Cities
Maryem OUBELLA Mustapha AIT ALI Mohamed MAKHA Chaymae HEJJA Mohamed BAZZAOU	Université Ibn Zohr/ Cadi Ayyad university/ Mohamed 6 polytechnic University, Morocco.	Development Of Conductive Polymer Coatings For Corrosion Protection On Low Carbon Steel
Assoc. Prof. Dr. Ümit M. KOÇYİĞİT	Sivas Cumhuriyet University	Role Of Carbonic Anhydrase Inhibitors As Pharmaceutical Agents
Assoc. Prof. Dr. Ümit M. KOÇYİĞİT	Sivas Cumhuriyet University	Acetylcholinesterase Inhibitors As Pharmaceutical Agents
Omkar VALVADE Dr. Aman UPAGANLAWAR	SNJB's SSDJ College of Pharmacy, India	Relationship between Crp, Ferritin in Infectious People and Covid-19 with Meta-Analysis
Lect. Dr. Ümit ÇALIŞIR Prof. Dr. Baki ÇİÇEK	Siirt University Balıkesir University	Determination Of Adsorption Properties Of Thiole Modified Mwcnt Compounds
Lect. Dr. Ümit ÇALIŞIR Prof. Dr. Baki ÇİÇEK	Siirt University Balıkesir University	Synthesis And Characterization Of Ethyl 9-[[[2-Etoxy-2-Oxoethyl)Amino]Ethyl]-4-Oxo-3-Oxa-6,9,12-Triazatetradecan-14-Oat

11.11.2022

FRIDAY / 15:00-17:00

SESSION-3 HALL-4

MODERATOR: Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU

**Africa:14:00-16:00/Algeria:13:00-15:00/Azerbaijan:16:00-18:00/Belgium:13:00-15:00/France:13:00-15:00/
Georgia:16:00-18:00/Horvatovac:13:00-15:00/Iraq:15:00-17:00/India:17:30-19:30/**

Indonesia:19:00-21:00/Iran:15:30-17:30/Italy:13:00-15:00/KKTC:15:00-17:00/Morocco:13:00-15:00/

Nigeria:13:00-15:00/Pakistan:17:00-19:00/Romania:14:00-16:00/Serbia:13:00-15:00/Tunisia:13:00-15:00/Ukraine:14:00-16:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Neslihan GÜÇLÜ Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU Assoc. Prof. Dr. Tuğba DEMİR	Sivas Cumhuriyet University	Heavy Metal Pollution In Dairy And Dairy Products
Ahmet Burak BİNİŞ Assoc. Prof. Dr. Tuğba DEMİR Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU Deniz YILMAZ	Sivas Cumhuriyet University	Staphylococcal Food Poisoning
Vidya PADMAKUMAR	Bangalore University, India.	First Record of the Masked Finfoot in the Gorai Estuary, Mumbai, Western India
Esra NARLIÇAY Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU MSc, Res. Asst. Salih NARLIÇAY	Sivas Cumhuriyet University	The Effect Of Fast-Food Consumption On Reproduction
Dilara Pelçim ETE Feray ALTAN	Dicle University	Effects Of Mycotoxins On Gut Microbiota
Dr. Semih ALTAN	Dicle University	An Evaluation On Serum Biochemical Profile And Oxidative Status Of Traumatic Fractures In Newborn Calf
Assoc. Prof. Dr. Özgür KUZUKIRAN Dr. İlker ŞİMŞEK	Çankırı Karatekin University	Antibacterial Medicine Alternatives In Sustainable Livestock Production
Assoc. Prof. Dr. Özgür KUZUKIRAN Dr. İlker ŞİMŞEK	Çankırı Karatekin University	Wildlife And Antibacterial Resistance

11.11.2022

FRIDAY / 15:00-17:00

SESSION-3 HALL-5

MODERATOR: Dr. CHETOUI Imene

Africa:14:00-16:00/Algeria:13:00-15:00/Azerbaijan:16:00-18:00/Belgium:13:00-15:00/France:13:00-15:00/

Georgia:16:00-18:00/Horvatovac:13:00-15:00/Iraq:15:00-17:00/India:17:30-19:30/

Indonesia:19:00-21:00/Iran:15:30-17:30/Italy:13:00-15:00/KKTC:15:00-17:00/Morocco:13:00-15:00/

Nigeria:13:00-15:00/Pakistan:17:00-19:00/Romania:14:00-16:00/Serbia:13:00-15:00/Tunisia:13:00-15:00/Ukraine:14:00-16:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Muhammad Bangkit Ikhwan Nur FADLI Abdullah Aman DAMAI,Erna ROCHANA SUPONO,Indra GUMAY,FEBRYANO	University of Lampung, Indonesia	Analysis Of Feed Use By Vaname Shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) Cultivation Group In Sriminosari Village, Labuhan Maringgai District, East Lampung
Feriel GHRIBI,Safa BEJAOU,Dr. Imene CHETOUI,Dr. Wafa TRABELSI,Michel MARENGO,Nejla SOUDANI	University of Tunis El Manar, Tunis/ High institute of Fishing and Aquaculture of Bizerte/ Tunis	Biometric Relationships For The Bivalve Ark Shell Arca Noae (Bivalvia; Arcidae) From The Bizerte Lagoon (Northern Tunisia)
Feriel GHRIBI,Dr. Imene CHETOUI,Safa BEJAOU,Chaima FOUZAI,Rosa ZUPA Giambattista BELLO,Nejla SOUDANI Aldo CORRIERO	University of Tunis El Manar, Tunis/ High institute of Fishing and Aquaculture of Bizerte/ Tunis	Reproductive Cycle Of The Bivalve Ark Shell Arca Noae (Bivalvia; Arcidae) From The Bizerte Lagoon (Northern Tunisia)
Neelam NAGORA	Govt. Girl's College Ajmer (India)	The Radioprotective Activity Of Plants Against Gamma Radiation
Dr. CHETOUI Imene,GHRIBI Feriel BEJAOU Safa,Dr. TRABELSI Wafa FOUZAI Chaima,EL CAFSI Mhamed AZAZA Mohamed Salah	University of Tunis El Manar, Tunis/ High institute of Fishing and Aquaculture of Bizerte/ Tunis	Incorporation Of $\Omega 3$ Fatty Acids In The Diets Of Nile Tilapia Juvenile (<i>Oreochromis Niloticus</i> , L.): Effects On Growth Performance, Fatty Acid Composition
Dr. CHETOUI Imene,BEJAOU Safa GHRIBI Feriel,FOUZAI Chaima Dr. TRABELSI Wafa,EL CAFSI Mhamed	University of Tunis El Manar, Tunis/ High institute of Fishing and Aquaculture of Bizerte/ Tunis	Annual Reproductive Cycle And Condition Index Of <i>Macra Stultorum</i> (Mollusca: Bivalvia) From The North Coast Of Tunisia
Bayu SAPUTRO Abdullah Aman DAMAI Indra Gumay FEBRYANO Erna ROCHANA Maya RIANTINI	University of Lampung, Indonesia	Welfare Of Coastal Communities, Muara Gading Mas Village, Labuhan Maringgai District,Lampung Timur, Lampung Province, Indonesia

11.11.2022

FRIDAY / 15:00-17:00

SESSION-3 HALL-6

MODERATOR: Asst. Professor G. MAHANTA

Africa:14:00-16:00/Algeria:13:00-15:00/Azerbaijan:16:00-18:00/Belgium:13:00-15:00/France:13:00-15:00/
Georgia:16:00-18:00/Horvatovac:13:00-15:00/Iraq:15:00-17:00/India:17:30-19:30/
Indonesia:19:00-21:00/Iran:15:30-17:30/Italy:13:00-15:00/KKTC:15:00-17:00/Morocco:13:00-15:00/
Nigeria:13:00-15:00/Pakistan:17:00-19:00/Romania:14:00-16:00/Serbia:13:00-15:00/Tunisia:13:00-15:00/Ukraine:14:00-16:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
C. Parida D. Mohanty G. Mohanta N. Sethy S. Shaw	C. V. Raman Global University, /Botswana International University of Science and Technology, India	Entropy Analysis Of 2D MHD Casson Fluid With The Influence Of Activation Energy And Chemical Reaction Over Non-Linier Exponential Stretching Surface
Prof. Dr. Memet ŞAHİN Asst. Prof. Dr. Abdullah KARGIN	Gaziantep University	Bipolar Neutrosophic Quintuple Numbers And Bipolar Set Valued Neutrosophic Quintuple Numbers
Asst. Prof. Dr. Abdullah KARGIN Prof. Dr. Memet ŞAHİN	Gaziantep University	Interval Neutrosophic Quintuple Numbers And Interval Set Valued Neutrosophic Quintuple Numbers
Asst. Professor G. MAHANTA N. K. SETHY S. SHAW,D. MOHANTY	C. V. Raman Global University, Botswana International University of Science and Technology, India	Mathematical model and simulation of modified SIRD model on COVID-19 outbreak in India
JEEVANKUMAR N. SANDEEP	Central University of Karnataka, India	Magnetic Induction Control On Cross Nanofluid Flow Above A Porous Elongated Region
MOHANTY G. MOHANTA N. SETHY S. SHAW	C. V. Raman Global University India	Impact of Activation Energy and Chemical Reaction on the Casson Fluid Flow Over an Exponential Stretching Surface
Ph.D. Research Scholar Debashis MOHANTY	C.V. Raman Global University	Error Analysis Of Cubic Spline Interpolation With A Noisy Lacunary And A Simple Noisy With Quasi Interpolation

11.11.2022

FRIDAY / 17:00-19:00

SESSION-4 HALL-1

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Can AKTAŞ

Africa:16:00-18:00/Algeria:15:00-17:00/Azerbaijan:18:00-20:00/Belgium: 15:00-17:00/France: 15:00-17:00/

Georgia:18:00-20:00/Horvatovac: 15:00-17:00/Iraq:17:00-19:00/India:19:30-21:30/

Indonesia:21:00-23:00/Iran:17:30-19:30/Italy: 15:00-17:00/KKTC:17:00-19:00/Morocco: 15:00-17:00/

Nigeria: 15:00-17:00/Pakistan:19:00-21:00/Romania:16:00-18:00/Serbia: 15:00-17:00/Tunisia: 15:00-17:00/Ukraine: 16:00-18:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Oktay Sh. MUKHTAROV Semih ÇAVUŞOĞLU	Tokat Gaziosmanpasa University/ Azerbaijan National Academy of Sciences	Finite Differences Method For Two-Interval Boundary Value Problems Involving Singular Interior Points
Sevda Nur ÖZTÜRK Oktay Sh. MUKHTAROV Kadriye AYDEMİR	Tokat Gaziosmanpasa University/ Azerbaijan National Academy of Sciences Amasya University	Eigenvalues And Eigenfunctions Of One Two-Interval Periodic Sturm-Liouville Problem
Vishal GUPTA Ishit SEHGAL	Maharishi Markandeshwar, Deemed to be University, India	Some Fixed Point Theorems In Soft Fuzzy Metric Spaces
Latif GÜNEŞ Mustafa YILMAZLAR Mithat TAKUNYACI	Sakarya University	Altıncı Sınıf Elektriğin İletimi Ünitesinin React Stratejisi İle Öğretiminin Öğrencilerin Tutumuna Etkisinin İncelenmesi
Hayati OLĞAR Oktay Sh. MUKHTAROV Kadriye AYDEMİR	Tokat Gaziosmanpasa University/ Azerbaijan National Academy of Sciences Amasya University	Lower Bound Estimation For Eigenvalues Of One Non-Classical Sturm-Liouville Problem
Oktay Sh. MUKHTAROV Kadriye AYDEMİR Hayati OLĞAR	Tokat Gaziosmanpasa University/ Azerbaijan National Academy of Sciences Amasya University	Some Qualitative Properties Of Periodic Sturm-Liouville Problem With Impulsive Conditions
Melis AMET MEMET Assoc. Prof. Dr. Can AKTAŞ	Çanakkale Onsekiz Mart University	Tsallis Holografik Karanlık Enerjinin $F(R, T)$ Teoride Davranışı Ve Durum Bulucu Parametreleri

11.11.2022

FRIDAY / 17:00-19:00

SESSION-4 HALL-2

MODERATOR: Dr. Bahar ALTUNOK

Africa:16:00-18:00/Algeria:15:00-17:00/Azerbaijan:18:00-20:00/Belgium: 15:00-17:00/France: 15:00-17:00/
Georgia:18:00-20:00/Horvatovac: 15:00-17:00/Iraq:17:00-19:00/India:19:30-21:30/
Indonesia:21:00-23:00/Iran:17:30-19:30/Italy: 15:00-17:00/KKTC:17:00-19:00/Morocco: 15:00-17:00/
Nigeria: 15:00-17:00/Pakistan:19:00-21:00/Romania:16:00-18:00/Serbia: 15:00-17:00/Tunisia: 15:00-17:00/Ukraine: 16:00-18:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ayşe SEVEN İbrahim MUTLU	Kocaeli University	Stress Analysis Of The Reconstructed Mandible In Three Different Teeth Clenching And Normal Mastication Conditions
Gauthamgiri K. Hariharan Senthilnathan Bharathan G.	S. S. Bannari Amman Institute Of Technology	Pulse Oximeter
Deniz Ece ŞALLI Deniz KÖM Gürsel KOLTUK Semiha ERİŞEN Assoc. Prof. Dr. Selma ONARICI	Yıldız Technical University/ Tubitak Marmara Research Center	Modifications In The Isoquinoline Pathway In Opium Poppy By Vigs
SWETHA B. SANJAY R. JANARTHAN S. CHANDRU R.	Bannari Amman Institute of Technology	Internet Of Things And Its Applications In Health
Asst. Professor K. R. PADMA K. R. DON Associate Professor, P. JOSTHNA Professor, R. USHA Associate Professor, B. KISHORI	Sri Padmavati Mahila VisvaVidyalayam (Women's) University, India Bharath University, India	Isolation Of Laccase Producing Fungal Strain And Its Ability In Stabilizing The Red Wine
Sureshkumar G. Manobalan M. Kousick C. K. Deepakraja M.	Bannari Amman Institute of Technology	Attempts To Predict The Corrosion Phenomena In Electronic Components And Formulate Ways To Countermeasure It
SIDDHARTH R. G. VIJAYASARATHI R. GUHAN KARTHICK C. MOHAMED RIAZ M.	Bannari Amman Institute of Technology	Respiratory Temperature Controlled Humidified System
Sivasambath K. Sundar K. J. Rishikesan	Bannari Amman Institute of Technology	Landmine Detection and Surveillance Robot
Dino DAVOSIR Ivana ŠOLA	University of Zagreb, Horvatovac	Antidiabetic And Anti-Obesity Potential Of Broccoli, Cauliflower And Kale Seedlings
Niraj RATHORE N. SANDEEP	Central University of Karnataka, India.	Effect of GO-TiO ₂ Hybrid Particles On Blood Flow Through Stenosis Artery

11.11.2022

FRIDAY / 17:00-19:00

SESSION-4 HALL-3

MODERATOR: Esra ASLAN

Africa:16:00-18:00/Algeria:15:00-17:00/Azerbaijan:18:00-20:00/Belgium: 15:00-17:00/France: 15:00-17:00/
Georgia:18:00-20:00/Horvatovac: 15:00-17:00/Iraq:17:00-19:00/India:19:30-21:30/
Indonesia:21:00-23:00/Iran:17:30-19:30/Italy: 15:00-17:00/KKTC:17:00-19:00/Morocco: 15:00-17:00/
Nigeria: 15:00-17:00/Pakistan:19:00-21:00/Romania:16:00-18:00/Serbia: 15:00-17:00/Tunisia: 15:00-17:00/Ukraine: 16:00-18:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
A. HACHMI A. EL MOUSSAOUY R. ESSAADAOUİ	University Mohamed I, Morocco/ The Science, Technology and Education Innovation Lab, Morocco	Historical Controversy As A Tool For Teaching The Nature Of Science And Developing A Qualitative Understanding Of The Light Wave
Esra ASLAN	Harran University	ZnO Ultraviyole Fotodetektörlerin Parametrelerine AL, Ba, CO, Ga, La, Sb, Sn, Ti ve Zr Elementlerinin Katkısının İncelenmesi
Esra ASLAN	Harran University	Çözelti Tabanlı SB ₂ S ₃ İnce Filmlerin Hazırlanması, Yapısal, Morfolojik Ve Fotohassasiyet Özelliklerinin İncelenmesi
Djelloul MOKADEM Nedjai SOFIANE	SAIDA; Algeria	Comparative Study Between Cnn, Eigenface And Lbph Techniques For Face Recognition
Milena NIKODIJEVIĆ Anita SADIKOVIĆ Čedomir ĐIMIĆ Dragan ĐORĐEVIĆ	University of Niš, Serbia	The Influence Of Raw Material Composition And Structural Parameters On The Mechanical Properties Of Fabrics For Production Airbags
Gülsen ŞAHİN	Adıyaman University	Preparation Methods And Physical Properties Of ZRO ₂ - Based Nanocomposite Thin Films: Mini Review
Abdullah GÖKTAŞ Gülsen ŞAHİN	Harran University Adıyaman University	Effect Of Annealing Temperature On The Structural And Optical Properties Of ZRO ₂ Thin Films
Aarthy Assist. Prof. Dr. D. Arumuga PERUMAL	B. Jain University/ National Institute of Technology Karnataka, India	Computation of Temperature Distributions on Bounded Domains Using Mesoscopic Method

11.11.2022

FRIDAY / 17:00-19:00

SESSION-4 HALL-4

MODERATOR: Assistant Professor Dr. Narendra NIRWAN

Africa:16:00-18:00/Algeria:15:00-17:00/Azerbaijan:18:00-20:00/Belgium: 15:00-17:00/France: 15:00-17:00/
Georgia:18:00-20:00/Horvatovac: 15:00-17:00/Iraq:17:00-19:00/India:19:30-21:30/
Indonesia:21:00-23:00/Iran:17:30-19:30/Italy: 15:00-17:00/KKTC:17:00-19:00/Morocco: 15:00-17:00/
Nigeria: 15:00-17:00/Pakistan:19:00-21:00/Romania:16:00-18:00/Serbia: 15:00-17:00/Tunisia: 15:00-17:00/Ukraine: 16:00-18:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Sahana D. R. Shivakumar C. M. Asst.Professor Siddaraju C. Rajendraprasad N.	University of Mysore/ Government First Grade College, India	Use Of Sodium Tetraphenyl Boron As Ion-Exchanger To Design New Potentiometric Sensors For Determination Of Fexofenadine And Rupatadine In Pharmaceuticals
Assist. Prof. Dr. Ancuța-Veronica LUPĂESCU Brîndușa Alina PETRE Laura ION-DARIE Robert GRĂDINARU Mircea OROIAN	Stefan cel Mare University of Suceava, Romania/ Al. I. Cuza University of Iasi, Romania	Ultrasound-Assisted Extraction And Antioxidant Evaluation Of Pollen Proteins
Anuradha Pandey DUBEY Madhuri SHARON	Sharon Institute of Nanotechnology, Parishkar College of Global Excellence, India	Polymer Conjugated Carbon Nano Fiber To Enhance Its Application: A Review
Rushikesh SONAWANE Dr. Aman UPAGANLAWAR	SNJBs SSDJ College of Pharmacy, India	Topic Name - Quality Of Life Of Patients With A Permanent Pacemaker
A. ABOUSSABEK A. Ait HASSI R. AZIAM S. EL QDHY M. ZERBET F. SINAN M. CHIBAN	Ibn Zohr University, Morocco	Optimization Of Textile Dyes Adsorption From Aqueous Solution On Natural Clay Using Response Surface Methodology Approach
BOUKARMA R. AZIAM S. NOUAA F. SINAN M.ZERBET M. CHIBAN	LACAPE, Morocco	Effects Of Some Environmental Factors And Isotherm Studies On Methylene Blue Removal By Corallina Officinalis Alga In Batch Reactor
Assistant Professor Dr. Narendra NIRWAN	SPC Government College, Ajmer, India	Amberlyst A-15: A recyclable catalyst using in greener and efficient one-pot synthesis of novel multi- substituted 3-(4,5-diphenyl-1H-imidazol-2-yl)-1H- indole derivatives



XXIV

Ahmet ÇAT ekranını görüntüleyorsunuz
Seçenekleri Görüntüle
Görüntüle

Hall-4 ali.yigit

Hall-4 ali.yigit

E

Elif KURT

Mehmet Kaplan

Mehmet Kaplan

Ahmet ÇAT

Ahmet ÇAT

Sesi aç
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekran Paylaşımı
Kaydet
Ara Odaları
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Beyaz Tahtalar
Odanı Çık

S2H3-Arif ÖZYAZICI ekranını görüntüleyorsunuz
Seçenekleri Görüntüle
Görüntüle

Bulgular

Results

15

Tuz (NaCl) dozları	Çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Çimlenme üniformite katsayısı	Çimlenme enerjisi	Çimlenme indeksi	Fide yaş ağırlığı (mg)	Fide güç indeksi
0 mM	93,3 a	2,57 c	36,12 a	64,0 a	10,0 a	185,6 a	17,3 a
50 mM	69,3 b	3,00 c	23,27 b	34,7 b	6,6 b	154,5 b	10,7 b
100 mM	48,0 c	3,50 b	13,83 c	18,7 c	4,1 c	110,0 c	5,2 c
150 mM	37,3 d	3,83 ab	9,77 d	9,3 d	2,9 d	98,4 cd	3,7 cd
200 mM	24,0 e	3,50 b	6,90 d	6,6 d	1,9 e	85,0 cd	2,0 de
250 mM	13,3 f	4,00 a	3,33 e	4,0 d	1,0 f	72,7 d	1,0 e
Önemlilik düzeyi							
	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0001**

2. ULUSLARARASI HAZAR BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ 11.11.2022

S2H3-Gülen ÖZYAZICI

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

S2H3-Arif ÖZYAZICI

S2H3-Mustafa CERİTOĞLU

S2H3 Mesude Ü...

S2H3 Mesude ÜNAL

s2 H3 muhamm...

s2 H3 muhammet ozen

H

Halis Öner

Sesi aç
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekran Paylaşımı
Kaydet
Ara Odaları
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Beyaz Tahtalar
Odanı Çık

Hall-2, Hamza Nacer ekranını görüntüyorsunuz Seçenekleri Görüntüle Görüntüle

Radionuclides	U^{238}	Th^{232}	K^{40}	Ra^{226}	Ra^{228}	Ra^{224}
Congo($Bq \cdot dm^{-3}$)	$<4.5 \times 10^{-3} e$	$<4.5 \times 10^{-3} e$	-	5.1c	-	-
Egypt	-	39.9c	66c	19c	-	-
Iraq	-	9.4c	66.4c	20.3c	-	-
Romania	(0.043-1.1)	(0.21-8)	(221-899)	(23-45)	-	-
Syria	-	19.2c	1460c	186.2c	-	-
Ghana	(0.11-1.03)	(0.21-0.56)	(1.65-11.99)	-	-	-
Ghana	-	-	(5.90-23.90)	(6.20-22.30)	(6.40-35.50)	(0.78-7)
Nigeria	-	-	39.8c	8.9c	8.1c	-
Nigeria	-	-	(9.08-155.22)	(2.01-13.19)	(0.75-12.30)	-
US ($pCl \cdot L^{-1}$)	-	-	-	(56-1494)	(69-600)	-
US	-	-	-	(30-2690)	(35-763)	-
US	-	-	-	(<0.002-58)	(0.02-59)	-
Azerbaijan	-	(ND-13.71)	(26.1-194.5)	(ND-101.7)	-	-
Poland	<30	-	75c	<2	<2	-
Texas	-	-	-	(0.1-5,150)	ND	-
Brazil	-	-	-	(0.012-6)	<0.05-12	-
Norway	-	-	-	3.3c	2.8c	-
Norway	-	-	-	(0.5-16)	(0.5-21)	-
Syria	-	-	-	51.9c	37.5c	(0.2-3.7)
Oman	-	-	(1522-1535)	(514-529)	-	-
Turkey	-	-	-	6c	3.17c	2.83c

Hall-2, Hamza Nacer
H-2 Rahilahummetova
ISARC Dr. Bahar ALTUNOK
Ecen ERÇİN
H-2 Moses Adeolu AGOI*
Ecen ERÇİN
D.Cengiz Karataş
Gultekin Abdulla...

Sesi aç Videoyu Başlat Katılımcılar Sohbet Ekran Paylaşımı Kaydet Ara Odaları Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Odadan Çık

S2H1-Sedat Can TINI ekranını görüntüyorsunuz Seçenekleri Görüntüle Görüntüle

Ph.D. Paper Presentation in English (Sedat Can TINI 196109003) (Uyumlu Modül) - Microsoft PowerPoint

5. INTERNATIONAL SCIENCES AND INNOVATION CONGRESS 11-12 NOVEMBER 2022 ANKARA
DESIGN OF A CAVITATION EROSION TEST RIG AND AN EXPERIMENTAL STUDY

Sedat Can TINI
Ministry of National Defense, Istanbul Shipyard Command
Atakan ZEİN
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering
Yavuzhan YILDIRAN AYCU
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering
Egemen AYCU
Kocaeli University, Ford Otomotiv Vocational School, Department of Machinery and Metal Technologies
11.11.2022

Musa PEKÖKSÜZ
Musa PEKÖKSÜZ
ISARC INTERNATIONAL SCIEN...
H1-Ayşe Aytaç
Mücella-SESSIO...
H1-Ayşe Aytaç
Mücella-SESSION-2 HALL -1
S2H1-Sedat Can...
S2H1-Sedat Can TINI
Muhammet Enis Bulak

Sesi aç Videoyu Başlat Katılımcılar Sohbet Ekran Paylaşımı Kaydet Ara Odaları Reaksiyonlar Uygulamalar Beyaz Tahtalar Odadan Çık

	INDEX	
CONGRES ID		I-V
PROGRAM		VI-XXIII
GALLERY		XXIV-XXVI
INDEX		XXVII-XXXVII

AUTHORS	TITLE	NO
Mehmet CANLI İrem VALAMUR	Results Of Splint Application In A Patient With Boutonniere Deformity In The Index Finger After Rheumatoid Arthritis: A Case Report	1-4
Mehmet CANLI Mehmet YETİŞ İrem VALAMUR	Long-Term Rehabilitation Results Of A Patient Taken To The Rehabilitation Program After Tibia-Fibula Fracture Surgery: Case Report	5-8
Sri Soundaryaa R. S. Swetha S. Ranganayagi K. S.	Patient Genic	9
Cüneyd YAVAŞ	Novel Mutation In Smpd4 Gene Of Turkish Patient With Shingomyelinase (Nsmase) Enzyme Defect	10-11
Fatma ERGÜN	Determination Of Antioxidant Potential Of Juniper Fruits (<i>Juniperus Foetidissima</i> , <i>Juniperus Communis</i> Var.)	12-18
Nivedhitha M. Arjun P. Sridharan M. Sujith Kumar B. Praneshvel S.	A Tele-Medicine System For Measuring Heart Rate, Blood Pressure, And Drug Level Detection	19
Sujitha N M. Arun Nihil Kumar S. Dinesh M. Adharsh S.	Smart Advance Health Monitoring Kit - Cardio Tech	20
Uzm. Fzt. Tuba ÜNVER Prof. Dr. Bayram ÜNVER Arş. Gör Kevser ŞEVİK	Validity And Reliability Of Dubousset Functional Test In Individuals With Back Pain	21-28
Şüheda GİRGIN Hicret TEZCAN Yasemin HAMLACI BAŞKAYA	The Use Of Simulation Technology In Midwifery Education	29-37
Mustafa B. TURKOZ Gürcan YILDIRIM	The Spectral And Thermomechanical Analysis OF Ag/F Ions Substituted Bioceramic Reinforced Membranes	38-49
Mustafa B. TURKOZ Umit ERDEM Gurcan YILDIRIM	Investigation Of Effect Of Eu Impurity On Slip Systems In Bi-2212 Crystal System With Vickers Microindentation Hardness Method	50-59
Ecen ERÇİN Tolgay KARA	Hybrid Impedance Control Of A Two-Degree-Of-Freedom Robotic Manipulator	60-69
Dursun Cengiz KARATAŞ Oğuz BAYAT	Planning Abc Analysis In Logistics And Supply Chain With Indoor Positioning Application	70-78

AUTHORS	TITLE	NO
Kenan ÖZEL Hatice AYDIN Taner DİNDAR	Analysis Of Irradiation And Temperature Dependent Electrical Characteristics Of 49.5 KW Photovoltaic (PV) System	79-85
Taner DİNDAR Hatice AYDIN Kenan ÖZEL	A Case Feasibility Study On Piezoelectric Energy Harvesting For Indoor Flooring Applications	86-91
Mine TURAN Prof. Fatih Emre BORAN	Application Of Mabac Method In Energy Source Selection Problem: The Case Of Türkiye	92-93
ZAMEER ALI S. SHRUTHI SHREE R. HARINATH S.	Respiratory Temperature Controlled Humidifier System	94
Muhammet Enis BULAK Fatma Serra ÇİFTÇİ	Application Of Data Mining Algorithms In Forecasting Of Sales And Demand Data: A Case Study From Electrification Company	95-104
Mücella DEMİRER	Development Of The Rheological Properties Of Isolation Materials	105-106
Musa PEKÖKSÜZ İbrahim KILINÇOĞLU Mete KALYONCU	Effect Of Barrel Tuner On Muzzle Position	107-116
Sedat Can TİNİ Adalet ZEREN Yasemin YILDIRAN AVCU Egemen AVCU	Design Of A Cavitation Erosion Test Rig And An Experimental Study	117-132
Muhammad Sohail JAMEEL Ayesha RANA Ali RAZA Asna AHMAD	Inspection And Maintenance Of Oil & Gas Pipelines: A Review	133-142
DHIVEYA SRI K. SRI LOGESH M.	Smart Highway Lighting System Using Iot	143
Valimammad oglu Jafarov Guliyev Amrah Jabir oglu	Historiography Of Teaching The Young Generation Of Heydar Aliyev's Legacy	144-145
Rəhilə Hümətova	Fonetikanın İntegrativ Əsaslı Tədrisi	146-147
Rəhilə Hümətova	Integrative Based Teaching Of Phonetics	148-158
Vorya SHABRANDI	Attitude To The Social Uprising Of The " Iranian World Movement Women's " And The "Women's Revolution" Of The Iranian People In Iran And World Within The Framework Of The Neil Smelser Theory To Form A Comprehensive And Transformative Social Movement	159-161
Moses Adeolu AGOI Solomon Abraham UKPANA	Exploring The Significance Of Access Control In Cloud Computing	162-167

AUTHORS	TITLE	NO
Doğa MARTİ Doç. Dr. Dilek ÖZTAŞ Prof. Dr. Ergün ERASLAN	Evaluation Of Dust And Silica Exposure In The Brick And Tile Industry	168-183
Abdullayeva Gültəkin Atəş qızı	Ways To Develop Students ' Reading Skills	184-189
Semih AÇIKBAŞ Mehmet Arif ÖZYAZICI	Determination Of Germination And Seedling Characteristics Of Bitter Vetch (<i>Vicia ervilia</i> L.) Plant Under Salt Stress	190-197
Mehmet Arif ÖZYAZICI Semih AÇIKBAŞ	Effect Of Boric Acid Priming Application To Phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth) On Growth And Seedling Development Parameters	198-205
Dr. Emre KARA Prof. Dr. Mustafa SÜRMEN	Impacts Of Biogas Digestate, Vermicompost And Manure Applications On Some Yield Components Of Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) Production	206-213
Muhammet ÖZEN Özden ÖZTÜRK	Importance, Usage Areas And Agriculture Of The Safflower (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Plant For Turkey	214-230
Murat ERMAN Fatih ÇİĞ Mustafa CERİTOĞLU	Determination Of Adaptation Properties Of Different Lentil Cultivars In Van Ecological Conditions	231-241
Murat ERMAN Fatih ÇİĞ Mustafa CERİTOĞLU Halis ÖNER	Effect Of Different Plant Growth Promoting Bacteria Strains On Seedling Growth During Early Stage In Oat	242-249
Mesude ÜNAL	Precision Agriculture Applications And Fertilization	250-256
Gülen ÖZYAZICI	Effect Of Salt Stress On Germination Traits Of Basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Plant	257-264
Gülen ÖZYAZICI Semih AÇIKBAŞ Mehmet Arif ÖZYAZICI	Determination Of Priming Application Time With Silicon In Fenugreek (<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.) Plant	265-272
Okan ÜRKER	Ekoturizm Potansiyeli Açısından Latmos (Bafa Gölü Ve Beşparmak Dağları) Bölgesi'nin Flora Ve Bitki Ekolojisi Özelliklerinin Değerlendirilmesi	273-307
Mehmet KAPLAN	Status Of Insect-Plant Relations In The Ecosystem	308-315
Mehmet KAPLAN	Differences Between Organic And Onventional Agriculture In Terms Of Plant Protection	316-324
Ahmet ÇAT	A New Disease Observed In Wheat: Wheat Blast Caused By <i>Magnaporthe oryzae</i> Pathotype <i>Triticum</i>	325-331

AUTHORS	TITLE	NO
Ahmet ÇAT	Molecular Resistance Mechanisms To Brown Rust (<i>Puccinia Triticina</i>) Disease In Wheat	332-338
Ali YİĞİT	Climate Change And Wheat Phenology	339-340
Elif KURT Hacer LEVENT	Physical Evaluation And Sensory Attributes Of Crackers Fortified With Red Sorghum Flour	341-347
Elif KURT Hacer LEVENT	Quality Characteristics Of Noodles Enriched With Spinach, Purple Carrot And Carrot Powders	348-356
Kanwal SHABBİR Fakhar UD DİN Gul Majid KHAN	Co-Delivery Of Rifampicin And Vancomycin Via Transfersomal Gel For The Treatment Of Cutaneous Leishmaniasis	357
Ekundayo T. AREH Olubunmi ATOLANI Learnmore KAMBIZI	In Silico Evaluation Of The Antimalarial Potential Of The Phytoconstituents Of The Azadirachta Indica Plant	358
Melih Muhlis TEMİZ Melih SÜRMELİ	Performance Evaluation Of A Rc Building With A1 And A3 Plan Irregularities Designed According To TBEC-2018	359-373
Ms. Doğan BORİZAN Dr. Öğr. Üyesi Zehra Funda AKBULUT Prof. Dr. Soner GÜLER	Atık Uçucu Kül Ve Silis Dumanı Malzemelerinin Beton Yollarda Kullanılabilirliğinin Genel Bir Değerlendirmesi	374-380
Ms. Emre URANLI Dr. Öğr. Üyesi Zehra Funda AKBULUT Prof. Dr. Soner GÜLER	Su Yalitim Malzemelerinin Yapılarda Kullanımı	381-386
Ms. İdris SAKİN Dr. Öğr. Üyesi Zehra Funda AKBULUT Prof. Dr. Soner GÜLER	The Use And Advantages Of Geopolymer Concretes In The Construction Industry	387-392
İlyas ÖZKAN Erdal ÇOKÇA	A Study On The Use Of Phosphogypsum And Silica Fume In Improvement Of Expansive Soil	393-399
Haydar Sadık ALTUN Yıldırım BAYAZIT	Conversion Of Existing Reservoirs To Pumped Storage Hydroelectric Power Plant: The Example Of Eğirdir Lake	400-408
Nazlı YENİHAN YÜZER Nilüfer HİLMİOĞLU	Development Of Acidic And Hydrophilic Membranes For Solketal Synthesis	409-410
Nazlı YENİHAN YÜZER Nilüfer HİLMİOĞLU	Development Of PVA/ZSM5 Composite Catalytic Membrane For The Synthesis Of Solketal	411-412
Pınar CEYHAN DAŞ Soner ÇUBUK	Development Of Stability Indicating A HPLC Method For Nilotinib For The Determination And Validation Of Process-Related And Degradation Impurities	413-414

AUTHORS	TITLE	NO
Maryem OUBELLA Mustapha AIT ALI Mohammed MAKHA Chymae HEJJAJ Mohamed BAZZAOU	Development Of Conductive Polymer Coatings For Corrosion Protection On Low Carbon Steel	415-430
Ümit M. KOÇYİĞİT	Role Of Carbonic Anhydrase Inhibitors As Pharmaceutical Agents	431-434
Ümit M. KOÇYİĞİT	Acetylcholinesterase Inhibitors As Pharmaceutical Agents	435-439
Ümit ÇALIŞIR Baki ÇİÇEK	Determination Of Adsorption Properties Of Thiole Modified Mwcnt Compounds	440-449
Ümit ÇALIŞIR Baki ÇİÇEK	Synthesis And Characterization Of Ethyl 9-{{(2-Etoxy-2-Oxoethyl)Amino}Ethyl}-4-Oxo-3-Oxa-6,9,12-Triazatetradecan-14-Oat	450-457
Neslihan ŞAHİN Elvan ÜSTÜN	Synthesis And Characterization Of A New Cyclobutyl Substituted Benzimidazolium Salt	458-464
Ahmet Burak BİNİŞ Tuğba DEMİR Sema AĞAOĞLU Deniz YILMAZ	Staphylococcal Food Poisoning	465-467
Vidya PADMAKUMAR	First Record Of The Masked Finfoot In The Gorai Estuary, Mumbai, Western India	468
Esra NARLIÇAY Sema AĞAOĞLU Salih NARLIÇAY	The Effect Of Fast-Food Consumption On Reproduction	469-470
Dilara Pelçim ETE Feray ALTAN	Effects Of Mycotoxins On Gut Microbiota	471-482
Semih ALTAN	An Evaluation On Serum Biochemical Profile And Oxidative Status Of Traumatic Fractures In Newborn Calf	483-484
Özgür KUZUKIRAN İlker ŞİMŞEK	Antibacterial Medicine Alternatives In Sustainable Livestock Production	485-496
Özgür KUZUKIRAN İlker ŞİMŞEK	Wildlife And Antibacterial Resistance	497-506
Muhammad Bangkit Ikhwan Nur FADLI Abdullah Aman DAMAI Erna ROCHANA SUPONO Indra Gumay FEBRYANO	Analysis Of Feed Use By Vaname Shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) Cultivation Group In Sriminosari Village, Labuhan Maringgai District, East Lampung	507
Bayu SAPUTRO Abdullah Aman DAMAI Indra Gumay FEBRYANO Erna ROCHANA Maya Riantini	Welfare Of Coastal Communities, Muara Gading Mas Village, Labuhan Maringgai District, Lampung Timur, Lampung Province, Indonesia	508-514

AUTHORS	TITLE	NO
C. PARIDA D. MOHANTY G. MOHANTA N. SETHY S. SHAW	Entropy Analysis Of 2d Mhd Casson Fluid With The Influence Of Activation Energy And Chemical Reaction Over Non-Linier Exponential Stretching Surface	515
Prof. Dr. Memet ŞAHİN Dr. Abdullah KARGIN	Bipolar Neutrosophic Quintuple Numbers And Bipolar Set Valued Neutrosophic Quintuple Numbers	516-531
Dr. Abdullah KARGIN Prof. Dr. Memet ŞAHİN	Interval Neutrosophic Quintuple Numbers And Interval Set Valued Neutrosophic Quintuple Numbers	532-547
N. K. SETHY D. MOHANTY G. MAHANTA S. SHAW	Mathematical Model And Simulation Of Modified Sird Model On Covid-19 Outbreak In India	548-571
D. MOHANTY G. MOHANTA N. SETHY S. SHAW	Impact Of Activation Energy And Chemical Reaction On The Casson Fluid Flow Over An Exponential Stretching Surface	572-586
Ph.D. Research Scholar Debashis MOHANTY	Error Analysis Of Cubic Spline Interpolation With A Noisy Lacunary And A Simple Noisy With Quasi Interpolation	587
Hayati OLĞAR Oktay Sh. MUKHTAROV Kadriye AYDEMİR	Lower Bound Estimation For Eigenvalues Of One Non-Classical Sturm-Liouville Problem	588-596
Oktay Sh. MUKHTAROV Kadriye AYDEMİR Hayati OLĞAR	Some Qualitative Properties Of Periodic Sturm-Liouville Problem With Impulsive Conditions	597-603
Oktay Sh. MUKHTAROV Semih ÇAVUŞOĞLU	Finite Differences Method For Two-Interval Boundary Value Problems Involving Singular Interior Points	604-611
Sevda Nur ÖZTÜRK Oktay Sh. MUKHTAROV Kadriye AYDEMİR	Eigenvalues And Eigenfunctions Of One Two-Interval Periodic Sturm-Liouville Problem	612-616
Latif GÜNEŞ Mustafa YILMAZLAR Mithat TAKUNYACI	Altıncı Sınıf Elektriğin İletimi Ünitesinin React Stratejisi İle Öğretiminin Öğrencilerin Tutumuna Etkisinin İncelenmesi	617-626
Özgür KUZUKIRAN İlker ŞİMŞEK	Tsallis Holografik Karanlık Enerjinin $F(R, T)$ Teoride Davranışı Ve Durum Bulucu Parametreleri	627-628
Ayşe SEVEN İbrahim MUTLU	Stress Analysis Of The Reconstructed Mandible In Three Different Teeth Clenching And Normal Mastication Conditions	629-647
Gauthamgiri K. Harisharan S. Senthilnathan S. Bharathan G.	Pulse Oximeter	648
Deniz Ece ŞALLI Deniz KÖM Gürsel KOLTUK Semiha ERİŞEN Selma ONARICI	Modifications In The Isoquinoline Pathway In Opium Poppy By Vigs	649-650

AUTHORS	TITLE	NO
SWETHA B. SANJAY R. JANARTHAN S. CHANDRU R.	Internet Of Things And Its Applications In Health	651
Sureshkumar G. Manobalan M. Kousick C. K. Deepakraja M.	Attempts To Predict The Corrosion Phenomena In Electronic Components And Formulate Ways To Countermeasure It	652
Esra ASLAN	Preparation And Investigation Of Structural, Morphological And Photosensitivity Properties Of Solution-Based Sb ₂ S ₃ Thin Films	653-654
Esra ASLAN	Effect Of Al, Ba, Co, Ga, La, Sb, Sn, Ti AND Zr Elements Doping On Ultraviolet Photodetector Parameters Of ZnO	655-656
Gülşen ŞAHİN	Preparation Methods And Physical Properties Of ZrO ₂ -Based Nanocomposite Thin Films: Mini Review	657-681
Abdullah GÖKTAŞ Gülşen ŞAHİN	Effect Of Annealing Temperature On The Structural And Optical Properties Of ZrO ₂ Thin Films	682-688
Alexander PLAKIDA Sergey GUSHCHA Boris NASIBULLIN	The Effect Of A Natural Magnesium-Containing Agent On The State Of The Organism Of Rats With A Model Of Post-Traumatic Stress Disorder	689
Dr. Digvijay SHARMA Hina VAISH	Effect Of Comprehensive Rehabilitation On Fatigue, Functional Capacity And Quality Of Life In Long Term Sequelae Of COVID 19 Survivors: A Study Protocol	690
Prof. Dr. Dragan KATANIĆ Dr. med. Svetlana TURUDIĆ Dr. med. Olivera SAVIĆ	Correlation Of Weather Change, Atmospheric Pressure, Full Moon, Seismic And Solar Activity Versus Exacerbations Of Chronic Meteoropathic Diseases In Childhood During One-Year Period	691-692
Salah BEZARI Amine BEKKOUCHE	Investigation Hydroponic Greenhouse Cultivation	693
Azim Mohamed P. Rawate Aryan BALAJI Himanshu Sudhir GARUD Khandelwal Kashish SURESH Arumuga Perumal D.	A Numerical Study On Natural Convection Of Air In A Square Cavity Using CFD Tool	694
Mohamed Dhia MASSOUDI Mohamed Bechir Ben HAMIDA	Numerical Study Of Combined Effects Of Radiative Nanofluid And Fins Arrangements Cases On Heat Sink Efficiency	695
Muhammad Sohail JAMEEL Ayesha RANA Ali RAZA Asna AHMAD	Water Pipeline Failure In Active Zone In Pakistan	696-703

AUTHORS	TITLE	NO
Dr. M. S. R. MARIYAPPAN Dr. C. VIJAI	A Study On The Impact Of Social Media On Customer Preference Regarding Royaloak Furniture	704-714
Nacer HAMZA	Produced Water Components, And Its Radiation Risks Assessment Methodology For Human Exposure To “Norm”	715
ANANTHAN L.	Smart AI Gym Trainer	716
Lilik FAUZIAH Susni HERWANTI Indra Gumay FEBRYANO Hari KASKOYO Christine WULANDARI NOVRIYANTI Dian ISWANDARU Arief DARMAWAN Yulia Rahma FITRIANA Rahmat SAFE'I	Analysis Of The Income Level Of Communities Who Manage Community Forests	717
Mona KAMYAR Mohammad Reza KHALEGHI	Environmental Changes Assessment Using Remote Sensing (Rs) And Geographic Information System (Gis)	718
Mona KAMYAR Mohammad Reza KHALEGHI	Modeling Of Groundwater Salinity On The Caspian Southern Coasts	719
Mona KAMYAR Mohammad Reza KHALEGHI	The Effects Of Land-Use Change On Soil Erosion And Runoff Generation	720
Dr. N. K. Udaya PRAKASH Mr. V. SRIRAMAN N. SRIPRIYA M. MANIKANDAN Dr. S. BHUVANESWARI	Phytochemistry And Antioxidant Properties Of Common Green Leafy Vegetables	721
Houman HONARY	Effect Of Water Stress & Mulch On German Chamomile (<i>Matricaria Chamomilla</i> L. Var. Vallery) Yield And Yield Components	722
Kanwal SHABBIR Fakhar UD-DIN Maryam ANWAR	Macrophage Targeting With Rifampicin-Loaded Nanotransfersomal Gel For Treatment Of Cutaneous Leishmaniasis	723
Nana JINCHARADZE	Late- Onset Sepsis(Los)Of Preterm Newborns	724
Rahmuddin KHAN	Development And Evaluation Of A Novel Functional Excipient Nano Gel For The Assessment Of Psoriasis Therapy	725
Tehreem UI WARA	Fabrication Of Electrospun Metal Oxide Nanofibers For Biomolecular Recognition	726

AUTHORS	TITLE	NO
Ghita BENKIRANE Emilie DUMAS Laila MANNI Adem GHARSALLAOUI Samir ANANOU	Characterization, Immobilization And Evaluation Of Bacteriocins Produced By Lactic Acid Bacteria Isolated From Several Artisanal Food Products Of Moroccan Origin	727
Khaled Thamer Matar AL-SHAIBANI Hiba Riyadh AL-ABODI Asifa Matrood Yassin ALMAEHI	Epidemiological Study Of Some Intestinal Parasites Prevalent In Al-Diwaniyah City-Iraq	728
Pooja RASAL Aman UPAGANLAWAR	Mycetoma : Neglected Tropical Disease	729
Chavan DIPTI Swati JADHAV Aman UPAGANLAWAR	Tau Protein: Role In Neurodegenerative Disease	730
Vyavahare PRIYANKA Mahajan MANOJ Aman UPAGANLAWAR	Lesch Nyhan Syndrome: An Update	731
Shingi Anand RAJENDRA Aman UPAGANLAWAR Jadhav SWATI	The Value Of Fecal Markers In Prognosticating Worsening In Inflammatory Bowel Diseases	732
Adegbesan Oloade O. Olugbenga Babajide SOYEMI	Finite Element Analysis Of Shear Failure Mechanism In T-Beams Made With Coarse Sintered-Pulverised Fuel Ash, Lytag, Aggregate And Natural Sand	733
Omar AZOUGAGH Loubna JABIR Hayat El HAMMI Mohamed NOR Soumya ESSAYEH Hassan AMHAMDI Abderrahmane El IDRISSI Mohamed ABOU-SALAMA Soufian EL BARKANY	laboration Of A New Deep Eutectic Solvent For Cellulose Dissolution: Theoretical perimental Study	734-735
Research Assist. Muhammad Waseem FAZAL	Znco-C Decorated Electro-Spun Nano-Fibers For Electro-Catalytic Water Splitting	736
Rudra Prabu.S. Vikram K. M.	Zero-Carbon Cities	737
Omkar VALVADE Aman UPAGANLAWAR	Relationship Between Crp, Ferritin In Infectious People And Covid-19 With Meta-Analysis	738

AUTHORS	TITLE	NO
Feriel GHRIBI Imene CHETOUI Safa BEJAOUI Chaima FOUZAI Rosa ZUPA Giambattista BELLO Nejla SOUDANI Aldo CORRIERO	Reproductive Cycle Of The Bivalve Ark Shell <i>Arca Noae</i> (<i>Bivalvia</i> ; <i>Arcidae</i>) From The Bizerte Lagoon (Northern Tunisia)	739-740
Feriel GHRIBI Safa BEJAOUI Imene CHETOUI Wafa TRABELSI Michel MARENGO Nejla SOUDANI	Biometric Relationships For The Bivalve Ark Shell <i>Arca Noae</i> (<i>Bivalvia</i> ; <i>Arcidae</i>) From The Bizerte Lagoon (Northern Tunisia)	741-742
Neelam NAGORA	The Radioprotective Activity Of Plants Against Gamma Radiation	743
CHETOUI Imene GHRIBI Feriel BEJAOUI Safa TRABELSI Wafa FOUZAI Chaima EL CAFSI Mhamed AZAZA Mohamed Salah	Incorporation Of $\Omega 3$ Fatty Acids In The Diets Of Nile Tilapia Juvenile (<i>Oreochromis Niloticus</i> , L.): Effects On Growth Performance, Fatty Acid Composition	744
CHETOUI Imene BEJAOUI Safa GHRIBI Feriel FOUZAI Chaima TRABELSI Wafa EL CAFSI Mhamed	Annual Reproductive Cycle And Condition Index Of <i>Macrura Stultorum</i> (<i>Mollusca: Bivalvia</i>) From The North Coast Of Tunisia	745
Vishal GUPTA Ishit SEHGAL	Some Fixed Point Theorems In Soft Fuzzy Metric Spaces	746
K. R. PADMA K. R. DON P. JOSTHNA R. USHA B. KISHORI	Isolation Of Laccase Producing Fungal Strain And Its Ability In Stabilizing The Red Wine	747
Siddharth R. G. Vijayasarith R. Guhan Karthick C. Mohamed Riaz M.	Espiratory Temperature Controlled Humidified System	748
Sivasambath K. Sundar K. J. RISHIKESAN	Landmine Detection And Surveillance Robot	749
Dino DAVOSIR Ivana ŠOLA	Antidiabetic And Anti-Obesity Potential Of Broccoli, Cauliflower And Kale Seedlings	750
A.HACHMI B.El MOUSSAOUY R. ESSAADAUI	historical Controversy As A Tool For Teaching The Nature Of Science And Developing A Qualitative Understanding Of The Light Wave	751
Djelloul MOKADEM Nedjai SOFIANE	Comparative Study Between CNN, Eigenface And Lbph Techniques For Face Recognition	752
Milena NIKODIJEVIĆ Anita SADIKOVIĆ Čedomir DIMIĆ Dragan ĐORĐEVIĆ	The Influence Of Raw Material Composition And Structural Parameters On The Mechanical Properties Of Fabrics For Production Airbags	753

AUTHORS	TITLE	NO
Aarthi B. Arumuga Perumal D.	Computation Of Temperature Distributions On Bounded Domains Using Mesoscopic Method	754
Sahana D. R. Shivakumar C. M. Siddaraju C. Rajendraprasad N.	Use Of Sodium Tetraphenyl Boron As Ion-Exchanger To Design New Potentiometric Sensors For Determination Of Fexofenadine And Rupatadine In Pharmaceuticals	755-756
Ancuța-Veronica LUPĂESCU Brîndușa Alina PETRE Laura ION-DARIE Robert GRĂDINARU Mircea OROIAN	Ultrasound-Assisted Extraction And Antioxidant Evaluation Of Pollen Proteins	757
Anuradha Pandey DUBEY Madhuri SHARON	Polymer Conjugated Carbon Nano Fiber To Enhance Its Application: A Review	758
Rushikesh SONAWANE Dr. Aman UPAGANLAWAR	Quality Of Life Of Patients With A Permanent Pacemaker	759
APPROACH A. ABOUSSABEK A. Ait HASSI R. AZIAM S. El QDHY M. ZERBET F. SINAN M. CHIBAN	Optimization Of Textile Dyes Adsorption From Aqueous Solution On Natural Clay Using Response Surface Methodology	760
L. BOUKARMA R. AZIAM S. NOUAA F. SINAN M. ZERBET M. CHIBAN	Effects Of Some Environmental Factors And Isotherm Studies On Methylene Blue Removal By Corallina Officinalis Alga In Batch Reactor	761
Dr. Narendra NIRWAN	Amberlyst A-15: A Recyclable Catalyst Using In Greener And Efficient One-Pot Synthesis Of Novel Multi-Substituted 3-(4,5-Diphenyl-1 <i>H</i> -Imidazol-2-Yl)-1 <i>H</i> -Indole Derivatives	762
Emirhan DEMİR Ömer ZOR	Electromagnetic Scattering Analysis Of Human-Like Body	763-768
Uğur ARİFOĞLU	Calculation Of Current And Voltage Values For All Operating Conditions In A Three-Phase Controlled Bridge Rectifier That Feeds Series-Connected E, R, L Loads	769-782

ROMATOİD ARTRİT SONRASI İŞARET PARMAĞINDA DÜĞME İLİĞİ DEFORMİTESİ GELİŞEN HASTAYA SPLİNT UYGULAMASI SONUÇLARI: VAKA SUNUMU

Mehmet CANLI

Kırşehir Ahi Evran University, School of Physical Therapy and Rehabilitation

ORCID ID: 0000-0002-8868-9599

İrem VALAMUR

Physiotherapist

ORCID ID: 0000-0003-4478-3660

ÖZET

Romatoid Artrit (RA), etiyolojisi bilinmeyen, ilk olarak eklemleri etkileyen daha sonra eklem dışı belirtileri olan çok faktörlü otoimmün bir hastalıktır. Düğme iliği deformitesi, parmakta proksimal interfalangeal (PİF) eklem fleksiyonu ve distal interfalangeal (DİF) eklem hiperekstansiyonunu tanımlayan tıbbi bir durumdur. Bu vaka sunumunda işaret parmağında düğme iliği deformitesi gelişen hastaya yapılan splint tedavisinin sonuçlarını sunduk. 57 yaşında RA tanısı alan hasta sağ el işaret parmağında ağrı ve fonksiyon kaybı şikayetleri ile el rehabilitasyon kliniğimize başvurdu. Yapılan değerlendirme sonrasında işaret parmağında düğme iliği deformitesi gözlendi. Olguya üç nokta prensibine dayalı düğme iliği splinti tasarlandı ve sekiz hafta splinti takması istendi. Olgunun splintleme öncesi ve sonrası, eklem hareket açıklığı manuel bir gonyometre yardımı ile, elin fonksiyonelliği Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (DASH) ile, ağrı seviyesi Görsel Analog Skalası (GAS) ile değerlendirildi. Hastaların sekiz haftalık splint kullanımından sonra 30° DİF eklem hiperekstansiyonu ve 50° PİF eklem fleksiyonu düzelmiştir. Hastanın GAS istirahat skoru 5'ten 1'e, GAS aktivite skoru 7'den 2'ye ve GAS gece skoru 4'ten 1'e düşmüştür. Ayrıca hastanın DASH skoru 30'dan 6'ya düşmüştür. RA'nın sebep olduğu düğme iliği deformitesinde splintlemenin el parmakları eklem hareket açıklığını, ağrı seviyesini ve fonksiyonelliğini olumlu yönde geliştirdiğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Romatoid Artrit, Düğme iliği deformitesi, Splintleme

RESULTS OF SPLINT APPLICATION IN A PATIENT WITH BOUTONNIERE DEFORMITY IN THE INDEX FINGER AFTER RHEUMATOID ARTHRITIS: A CASE REPORT

ABSTRACT

Rheumatoid Arthritis (RA) is a multifactorial autoimmune disease of unknown etiology that first affects the joints and then has extra-articular manifestations. Boutonniere deformity is a medical condition that describes flexion of the proximal interphalangeal (PIF) joint and hyperextension of the distal interphalangeal (DIF) joint in the finger. In this case report, we presented the results of splint treatment applied to a patient who developed a boutonniere

deformity in the index finger. A 57-year-old patient diagnosed with RA applied to our hand rehabilitation clinic with complaints of pain and loss of function in the right index finger. After the evaluation, a boutonniere deformity was observed in the index finger. A boutonniere splint was designed based on the three-point principle and patient was asked to wear the splint for eight weeks. Before and after splinting, the range of motion of the joint was evaluated with the help of a manual goniometer, the functionality of the hand was evaluated with the Disability Arm, Shoulder and Hand Problems Questionnaire (DASH), and the pain level was evaluated with the Visual Analog Scale (VAS). After eight weeks of splint use, the patients' 30° DIF joint hyperextension and 50° PIP joint flexion improved. The patient's VAS resting score decreased from 5 to 1, VAS activity score from 7 to 2, and VAS night score from 4 to 1. In addition, the patient's DASH score decreased from 30 to 6. We think that splinting improves finger joint range of motion, pain level and functionality in boutonniere deformity caused by RA.

Keywords: Rheumatoid arthritis, Boutonniere deformity, Splinting

1.GİRİŞ

Romatoid Artrit (RA), kıkırdak ve kemik yıkımı ile karakterize kronik inflamatuvar otoimmün bir hastalıktır.[1] RA'lı hastaların ellerindeki karakteristik deformiteleri tanımlamak için kullanılan romatoid el, tipik olarak değişen derecelerde başparmak deformitesini, parmak deformitelerini ve ulnar deviasyonları içerir.[2] Bunlardan biri olan düğme iliği deformitesi parmağın proksimal interfalangeal ekleminde (PİF) fleksiyonu ve distal interfalangeal ekleminde (DİF) hiperekstansiyonu tanımlayan tıbbi bir durumdur. Düğme iliği deformitesinde bir çok tedavi yaklaşımı bulunmaktadır. Amaç etkilenen parmağın tam eklem hareket açıklığını kazandırmaktır. Tedavi seçenekleri hem cerrahi hem de cerrahi olmayan yöntemleri içermektedir. Splintleme cerrahi olmayan bir tedavidir. Splintlemenin amacı PİF eklemindeki fleksiyonu azaltmak ve etkilenen ekleminde harekete izin vermemektir. Splintlerin genellikle hastanın yaşına ve patolojinin ciddiyetine bağlı olarak 3 ila 6 hafta arasında takılı kalması istenir.[3] Bu çalışmada RA sonrası işaret parmağında düğme iliği deformitesi gelişen hastaya özel tasarlanan splint tedavisi sonuçları sunulmuştur.

2.VAKA

57 yaşında RA'lı erkek hastaya sağ el işaret parmağında düğme iliği deformitesi tanısı konmuştur. Hasta ağrı, eklem hareket açıklığı kısıtlılığı ve fonksiyon kaybı şikayetleri ile kliniğimize başvurdu (Resim 1). Olgunun splint öncesi ve splint kullanımı sonrası eklem hareket açıklığı manuel gonyometre ile, ağrı düzeyi Görsel Analog Skalası (GAS) ile, fonksiyonel durumu ise Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (DASH) ile değerlendirildi.



Resim 1. Hastanın işaret parmağında gelişen düğme iliği deformitesi

Değerlendirme sonrası hastaya üç nokta prensibine dayanan düğme iliği splinti tasarlandı ve hastadan 8 hafta takması istendi.



Resim 2. Düğme iliği splinti

8 hafta sonra splint çıkarıldığında DİF eklem hipersktansiyonu 30°'den 0°'ye, PİF fleksiyonunun ise 50°'den 35°'ye düştüğü gözlenmiştir.

Splint çıkarıldıktan sonra yapılan değerlendirmeler sonucunda hastanın GAS istirahat skoru 5'den 1'e, GAS aktivite skoru 7'den 2'ye, GAS gece skorunun ise 4'den 1'e düştüğü gözlenmiştir.

Ayrıca DASH skorunun ise 30'dan 6'ya düştüğü belirlenmiştir.

Tablo 1. Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası Ölçümler

Değerlendirmeler	Splint Kullanımı Öncesi	Splint Kullanımı Sonrası
GAS İstirahat (Skor)	5	1
GAS Aktivite (Skor)	7	2
GAS Gece (Skor)	4	1
DASH (Skor)	30	6
PİF eklem hareket açıklığı (°)	50	35
DİF eklem hareket açıklığı (°)	30	0

GAS: Görsel Analog Skala, DASH: Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi, PİF: Proksimal interfalangeal eklem, DİF: Distal interfalangeal eklem

3. TARTIŞMA

RA, hastaların günlük yaşam aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen, el kavrama kuvvetini azaltan el ve bilek deformiteleri ile sonuçlanabilir. RA el deformitelerinde tedavi yönetimleri oldukça karmaşıktır. Literatür incelendiğinde RA hastalarında yapılan çalışmalar splint kullanımının ağrı ve kavrama gücünde iyileşmelerle sonuçlanacağını belirtmişlerdir ancak tek başına eklemlerde kalıcı stabilizasyonu sağlamada etkili olmadığını göstermişlerdir [4, 5]. Esnek deformitelerde splintleme fayda sağladığından, erken teşhis ve müdahale oldukça önemlidir. Bizim çalışmamızda da görüldüğü gibi splintleme düğme iliği deformitesinde eklem pozisyonlarını nötral pozisyona yaklaştırabilir.

Çıkar Beyannamesi

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Etik Kurul İzni

Hastadan bilgilendirilmiş onam formu aldık.

KAYNAKLAR

1. Wang Y, Chen S, Du K, Liang C, Wang S, Boadi EO, et al. Traditional herbal medicine: Therapeutic potential in rheumatoid arthritis. *Journal of ethnopharmacology*. 2021;279:114368.
2. Toyama S, Tokunaga D, Tsuchida S, Kushida R, Oda R, Kawahito Y, et al. Comprehensive assessment of alterations in hand deformities over 11 years in patients with rheumatoid arthritis using cluster analysis and analysis of covariance. *Arthritis Research & Therapy*. 2021;23(1):1-9.
3. McCue FC, Honner R, Johnson MC, Gieck JH. Athletic injuries of the proximal interphalangeal joint requiring surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am*. 1970;52(5):937-56.
4. Johnsson PM, Eberhardt K. Hand deformities are important signs of disease severity in patients with early rheumatoid arthritis. *Rheumatology*. 2009;48(11):1398-401.
5. Steultjens EE, Dekker JJ, Bouter LM, Schaardenburg DD, Kuyk MAM, Van den Ende EC. Occupational therapy for rheumatoid arthritis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2004(1).

**TİBİA-FİBULA KIRIĞI CERRAHİSİ SONRASI REHABİLİTASYON
PROGRAMINA ALINAN HASTANIN UZUN DÖNEM REHABİLİTASYON
SONUÇLARI: VAKA SUNUMU**

Mehmet CANLI

Kırşehir Ahi Evran University, School of Physical Therapy and Rehabilitation

ORCID ID: 0000-0002-8868-9599

Mehmet YETİŞ

Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Medicine, Department of Orthopedics and Traumatology

ORCID ID: 0000-0002-8193-4344

İrem VALAMUR

Physiotherapist

ORCID ID: 0000-0003-4478-3660

ÖZET

Bu vaka sunumunda düşme sonrası tibia kırığı ve fibulada shaft kırığı sonrası açık redüksiyon ve internal fiksasyon uygulanmış hastanın uzun dönem rehabilitasyon sonuçlarını sunduk. Cerrahi sonrası bir ay immobilize kalan hasta kliniğimize ağrı, ödem, eklem hareket açıklığı kısıtlılığı, bağımlı ambulasyon şikayetleriyle gelmiştir. Hastaya eklem hareket açıklığı egzersizleri, diz eklemi kuvvetlendirme egzersizleri, faradik akım, klasik masaj ve kademeli olarak artan ağırlık aktarma egzersizleri verilmiştir. Hastanın tedavi öncesi ve altı aylık rehabilitasyon takibi sonrası, ağrı düzeyi Görsel Analog Skalası (GAS) ile, eklem hareket açıklığı manuel bir gonyometre yardımı ile, diz eklemi ekstansör kas kuvveti dinamometre ile, ayak ve ayak bileği fonksiyonel durumu ise Amerikan Ortopedik Ayak-Ayak bileği Derneği (AOFAS) ölçeği ile değerlendirilmiştir. Altı aylık rehabilitasyon programı sonrası takipte hastanın diz eklemi fleksiyon derecesi 100°'den 140°'ye yükseldi. GAS istirahat skoru 5'ten 1'e, GAS aktivite skoru 8'den 2'ye, GAS gece skoru ise 7'den 1'e düşmüştür. Diz eklemi ekstansör kas kuvveti 6 kg'dan 20 kg'a yükselmiştir. AOFAS skoru ise 20'den 80'e yükselmiştir. Tibia ve fibula kırıkları sonrası erken mobilizasyon ve rehabilitasyon günlük yaşam aktivitelerine dönüşü hızlandırır ve kırığa bağlı gelişen semptomların azalmasını sağlar.

Anahtar Kelimeler: Tibia, Fibula, Kırık, Rehabilitasyon

**LONG-TERM REHABILITATION RESULTS OF A PATIENT TAKEN TO THE
REHABILITATION PROGRAM AFTER TIBIA-FIBULA FRACTURE SURGERY:
CASE REPORT**

ABSTRACT

In this case report, we presented the long-term rehabilitation results of a patient who underwent open reduction and internal fixation after tibia fracture, fibula shaft fracture after fall. The patient, who was immobilized for one month after surgery, came to our clinic with complaints of pain, edema, limited range of motion, and dependent ambulation. The patient was given range of motion exercises, knee joint strengthening exercises, faradic current, classical massage and gradually increasing weight transfer exercises. Before the treatment and after six months

of rehabilitation follow-up, the pain level of the patient was determined by Visual Analogue Scale (VAS), the range of motion of the joint was determined by a manual goniometer, the knee joint extensor muscle strength was determined by a dynamometer, and the functional status of the foot and ankle was determined by the American Orthopedic Ankle-Ankle Association (AOFAS) scale. After the six-month rehabilitation program, the patient's knee flexion degree increased from 100° to 140° in the follow-up. The VAS rest score decreased from 5 to 1, the VAS activity score decreased from 8 to 2, and the VAS night score decreased from 7 to 1. Knee joint extensor muscle strength increased from 6 kg to 20 kg. The AOFAS score increased from 20 to 80. Early mobilization and rehabilitation after tibia and fibula fractures accelerates the return to daily life activities and reduces the symptoms associated with the fracture.

Keywords: Tibia, Fibula, Fracture, Rehabilitation

1.GİRİŞ

Tibia kırıkları tüm kırık vakalarının %64'ünü oluşturan en sık kırılan kemiklerden birisidir. Yüksek enerjili travma ve düşme sonrası kırılabilir. Genellikle tibia kırıklarına fibula kırıkları da eşlik etmektedir.[1,2] Bu vaka sunumunda tibia kırığı sonrası açık redüksiyon ve internal fiksasyon cerrahisi geçirmiş bir hastanın uzun dönem rehabilitasyon sonuçları sunulmuştur.

2. VAKA

42 yaşında erkek hasta düşme sonrası tibia kırığı ve fibula kırığı (Resim 1) tanısıyla açık redüksiyon ve internal fiksasyon yöntemi ile opere edilmiştir. Hastanın sağ taraf alt ekstremitesi 1 ay alçı uygulaması ile immobilize kalmıştır. İmmobilizasyon sonrası hasta ödem, fonksiyon kaybı, eklem hareket açıklığı kısıtlılığı, yürüyememe şikayetleri ile kliniğimize başvurdu. Olgunun altı aylık rehabilitasyon öncesi ve sonrası eklem hareket açıklığı manuel gonyometre ile, ağrı düzeyi görsel analog skala (GAS) ile, fonksiyonel durumu Amerikan Ortopedik Ayak-Ayak Bileği Derneği (AOFAS) Ölçeği ile, diz eklemi ekstansör kas kuvveti dinamometre ile, ödem seviyesi mezura yardımı ile değerlendirildi.



Resim 1. Operasyon öncesi kırığın görüntüsü

Değerlendirme sonrası hasta 6 ay boyunca rehabilitasyon programına alındı. Hastaya eklem hareket açıklığı egzersizleri, diz eklemi kuvvetlendirme egzersizleri, faradik akım, klasik masaj ve kademeli olarak artan ağırlık aktarma egzersizleri verilmiştir.

Tedavi sonrası yapılan değerlendirmeler sonucunda hastanın GAS istirahat skoru 5'ten 1'e, GAS aktivite skoru 8'den 2'ye, GAS gece skoru ise 7'den 1'e düşmüştür.

Sekiz şekilli ölçümde hastanın kırık bölgesi çevre ölçümü 48 cm'den 44 cm'ye düşmüştür.

Diz fleksiyon derecesi 100°'den 140°'a yükselmiştir ve diz ekstansör kas kuvveti 6 kg'dan 20 kg'a yükselmiştir.

Ayrıca AOFAS skoru 20'den 80'e yükselmiştir.



Resim 2. Post-op anteriordan görünüm



Resim 3. Post-op 6.ay lateralden görünüm

Tablo 1. Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası Ölçümler

Değerlendirmeler	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
GAS İstirahat (Skor)	5	1
GAS Aktivite (Skor)	8	2
GAS Gece (Skor)	7	1
AOFAS (Skor)	20	80
Ödem Ölçümü (cm)	48	44
Diz fleksiyonu (°)	100	140
Diz ekstansiyon kuvveti (kg)	6	20

GAS: Görsel Analog Skala, AOFAS: Amerikan Ortopedik Ayak-Ayak Bileği Derneği Ölçeği

3. TARTIŞMA

Çalışmamızda tibia ve fibula kırığı sonrası erken mobilizasyon ve rehabilitasyonun hastalarda günlük yaşam aktivitelerine dönüşü hızlandırdığı ve semptomları azalttığı sonuçlarına ulaştık.

Literatür incelendiğinde, tibia kırıklarının fonksiyonel uzun dönem sonuçları kötü olarak rapor edilmiştir.[3,4] Pollak ve ark.[5] üç yıldan fazla takip ettikleri tibia kırıklı olgularda sağlıklı ilgili yaşam kalitesinin önemli ölçüde düşük olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızı literatürle karşılaştırmak için 2-3 yıl gibi daha uzun takip sürelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çıkar Beyannamesi

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Etik Kurul İzni

Hastadan bilgilendirilmiş onam formu aldık.

KAYNAKLAR

1. Metsemakers, W. J., Morgenstern, M., McNally, M. A., Moriarty, T. F., McFadyen, I., Scarborough, M., ... & Verhofstad, M. H. J. (2018). Fracture-related infection: a consensus on definition from an international expert group. *Injury*, 49(3), 505-510.
2. H. Bezstarosti, E. M. M. van Lieshout, L. W. Voskamp et al., "Insights into treatment and outcome of fracture-related infection: a systematic literature review," *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, vol. 139, no. 1, pp. 61–72, 2019.
3. Cutillas-Ybarra MB, Lizaur-Utrilla A, Lopez-Prats F. Prognostic factors of health-related quality of life in patients after tibial plafond fracture. A pilot study. *Injury*. 2015;46(11):2253-7.
4. De-las-Heras-Romero J, Lledo-Alvarez AM, Lizaur-Utrilla A, Lopez-Prats FA. Quality of life and prognostic factors after intra-articular tibial pilon fracture. *Injury*. 2017;48(6):1258-63.
5. Pollak AN, McCarthy ML, Bess RS, Agel J, Swiontkowski MF. Outcomes after treatment of high-energy tibial plafond fractures. *JBJS*. 2003;85(10):1893-900.

PATIENT GENIC**SRI SOUNDARYAA R. S.**

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

SWETHA S.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

RANGANAYAGI K. S.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

Usually we consult a number of doctors .The doctors find it difficult to know about our previous medical history and allergies. So it takes them some time to understand our body conditions so the treatment gets delayed. By creating a single database for every patient furnishing their medical records and accessing the records by generating a unique value I'd . So that the patient will be retained by that hospital. By creating a single database for every citizen furnishing their medical history by scanning it . It will be helpful for the doctors to treat their patients. The patient's medical history can be accessed easily by using a unique ID such as aadhar id. By doing this the medical records of every citizen can be Computerized. Patients get all the information about their medical records in a single click. Doctor investigation is so simple. Treatment can be started immediately seeing patient past records. Doctors can see previous Doctor Advice regarding a patient's past treatment and medicine allergies etc.

Keywords: Medical history, Records ,Unique ID, Treatment

SFİNGOMYELİNAZ (nSMase) ENZİM DEFEKTİ OLAN TÜRK HASTANIN *SMPD4* GENİNDE NOVEL MUTASYON

Cüneyd YAVAŞ

M.Sc., Ph.D., Basaksehir Cam and Sakura City Hospital, Genetic Diseases Center

ORCID ID: 0000-0002-1597-5922

ÖZET

Mikrosefali, artrogripoz ve yapısal beyin anomalileri ile birlikte nörogelişimsel bozukluk (NEDMABA) hastalığı mikrosefali, artrogripoz ve yapısal beyin anomalilerinin eşlik ettiği nörogelişimsel bozukluk, genellikle hipotoni, baş kontrolü dışında spontan hareketlerin yoksunluğu, konuşma yokluğu, entelektüel gerilik, distal kontraktürler, gelişimsel gerilik ile karakterize otozomal resesif bir hastalıktır. Mikrosefali, dismorfik yüz özellikler, artrogripozis gibi distal iskelet anomalileri görülmektedir. Hastaların beyin görüntülemesinde genel olarak serebral korteksin basitleştirilmiş bir giral paternini, gecikmiş miyelinasyonu, ince korpus kallozum, beyin sapı ve beyincik hipoplazisi görülmektedir. Bu hastalık genellikle konjenital görülmekle birlikte beslenme ve nefes alma problemleri eşliğinde ölümle sonuçlanabilmektedir. Hastalığın etiyolojisinden Sphingomyelin phosphodiesterase 4 enzimini ifade eden *SMPD4* genindeki bialelik patojenik varyasyonlar sorumlu tutulmaktadır. Bu enzim fosforilkolin ve seramid oluşturmak için membran sfingomiyelinin hidrolizini katalize ettiği düşünülmektedir. Sunumumuza konu olan Türk hasta, 3 yaşında bir kadın olup gelişim geriliği ve solunum yetmezliği sonucu takibe alınmış olup yapılan muayenelerde korpus kallozum agenezisi, spastisite, glabellar hemangioma, alt ekstremitelerde belirgin hipertonsite, ağır hipotoni ve her iki gözde de içe doğru şaşılık olduğu tespit edilmiştir. Hastaya tüm ekzom dizileme (WES) analizi planlandı ve analiz neticesinde elde edilen genetik varyasyonlar *in siliko* araçların yardımıyla değerlendirildi. Hastada, muhtemel patojenik olduğu düşünülen *SMPD4* geni [NM_017751.4] c.914T>C (p.Phe305Ser) varyasyonu homozigot olarak bulundu. Daha sonra Sanger dizileme ile ilgili varyasyonun varlığı doğrulandı ve aile segregasyonu yapıldı. Varyasyonda tarif edilen 305. pozisyonadaki fenilalanin amino asidi, türlerin birçoğu arasında korunmuştur. Varyasyon neticesinde 305. pozisyonadaki fenilalanin amino asidi serine dönüşmekte olup, 22 farklı *in siliko* analiz aracından 8 tanesi bu varyasyonu hastalık nedeni, 12 tanesi belirsiz ve 2 tanesi benign olarak öngörmüştür. Saptadığımız varyasyona gnomAD, ClinVar ve PubMed taramalarında rastlanmadığından novel bir varyasyon olduğu sonucuna varılmıştır. *SMPD4*'ün fonksiyonel domainini etkileyerek hücrel metabolizmayı bozan varyasyonlar, hastalarda farklı fenotipik tutulumlar ortaya çıkarabilmektedir. Bu noktada sunulan olgunun literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Nörogelişimsel gerilik, mikrosefali, *SMPD4*, otozomal resesif

NOVEL MUTATION IN SMPD4 GENE OF TURKISH PATIENT WITH SHINGOMYELINASE (nSMase) ENZYME DEFECT

ABSTRACT

Microcephaly, arthrogriposis and structural brain abnormalities as well as neurodevelopmental disorder (NEDMABA) disease is an autosomal recessive disorder characterized by microcephaly, arthrogriposis and structural brain abnormalities, neurodevelopmental disorder, usually hypotonia, deprivation of spontaneous movements outside the control of the head, absence of speech, intellectual retardation, distal contractures, developmental retardation. Distal skeletal anomalies such as microcephaly, dysmorphic facial features, arthrogriposis are seen. Brain imaging of patients generally shows a simplified giral pattern of the cerebral cortex, delayed myelination, thin corpus callosum, brainstem and cerebellum hypoplasia. Although this disease is usually congenital, it can result in death accompanied by feeding and breathing problems. Bilateral pathogenic variations in the *SMPD4* gene, which expresses the enzyme Sphingomyelin phosphodiesterase 4 (nSMase), are responsible for the etiology of the disease. This enzyme is thought to catalyze the hydrolysis of membrane sphingomyelia to form phosphorylcholine and ceramide. The Turkish patient who was the subject of our presentation was a 3-years-old woman who was followed up as a result of developmental retardation and respiratory failure, and it was determined that there was corpus callosum agenesis, spasticity, glabellar hemangioma, significant hypertonicity in the lower extremities, severe hypotonia and inward strabismus in both eyes. All exome sequencing (WES) analysis was planned and the genetic variations obtained as a result of the analysis were evaluated with the help of in silico tools. In the patient, the *SMPD4* gene [NM_017751.4] c.914T>C (p.Phe305Ser) variation, which is thought to be potentially pathogenic, was homozygous. Later, the existence of variation related to Sanger sequencing was confirmed and family segregation was performed. The amino acid phenylalanine at position 305, described in the variation, has been conserved among many of the species. As a result of the variation, the amino acid phenylalanine at heading 305 is substitutioned to serine, and of the 22 different in silico analysis instruments, 8 predicted this variation as pathogenic, 12 as uncertain, and 2 as benign. Since the variation we detected was not found in the gnomAD, ClinVar and PubMed scans, it was concluded that it was a novel variation. Variations that disrupt cellular metabolism by affecting the functional domain of *SMPD4* may cause different phenotypic involvements in patients. At this point, we think that the case presented will contribute to the literature.

Keywords: Neurodevelopmental delay, microcephaly, *SMPD4*, autosomal recessive

ARDIÇ MEYVELERİNİN (*Juniperus Foetidissima*, *Juniperus Communis* Var.) ANTIÖKSİDAN POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Fatma ERGÜN

Faculty of Health Sciences, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-5587-1581

ÖZET

Bu çalışma, *Juniperus communis* var. (JC) ve *Juniperus foetidissima* (JF) ardıç türlerine ait meyvelerden elde edilen metanol ekstraktların fenolik ve flavonoid profillerini belirlemek ve antioksidan potansiyelini tanımlamak için tasarlanmıştır. Çalışmada toplam fenolik içerik JC'de $8,69 \pm 0,30$ mg GAE/g, JF'de $9,56 \pm 1,44$ mg GAE/g olarak ve toplam flavonoid içerik ise JC'de $1,03 \pm 0,18$ mg KE/g, JF'de $1,24 \pm 0,75$ mg KE/g olarak tespit edilmiştir. Ardıç türlerinin meyvelerine ait antioksidan kapasitesi, 2,2-Dimetil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasite yöntemine göre JC'de $10,07 \pm 0,32$ µg TE/ml ve JF'de $15,08 \pm 0,45$ µg TE/ml olduğu tespit edildi. Fe^{3+} iyonu indirgeyici antioksidan güç yöntemiyle (FRAP) indirgeyici güç JC'de $2,13 \pm 0,04$ µg TE/mL ve JF'de $2,24 \pm 0,47$ µg TE/mL olarak hesaplandı. Ayrıca $Cu^{+2}-Cu^{+1}$ indirgeme antioksidan potansiyel yöntemine (CUPRAC) göre ise JC'de $29,53 \pm 2,86$ µg TE/ml ve JF'de $41,98 \pm 5,55$ µg TE/ml olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak tıbbi bitki olarak yaygın kullanıma sahip bu iki ardıç türünün antioksidan potansiyelinin olduğu ve yaygın kullanımının yanında bu amaçla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Juniperus foetidissima*, *Juniperus communis* var., Ardıç, Antioksidan potansiyel

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT POTENTIAL OF JUNIPER FRUITS (*Juniperus Foetidissima*, *Juniperus Communis* Var.)

ABSTRACT

This study was designed to determine the phenolic and flavonoid profiles and antioxidant potential of methanol extracts obtained from the fruits of *Juniperus communis* var. (JC) and *Juniperus foetidissima* (JF) juniper species. In the study, total phenolic content was determined 8.69 ± 0.30 mg GAE/g in JC, 9.56 ± 1.44 mg GAE/g in JF. Total flavonoid content was determined 1.03 ± 0.18 mg QE/g in JC, 1.24 ± 0.75 mg QE/g in JF. The antioxidant capacity of the fruits of juniper species, according to the 2,2-Dimethyl-1-picrylhydrazil (DPPH) radical scavenging capacity method, was determined as 10.07 ± 0.32 µg TE/mL in JC and 15.08 ± 0.45 µg TE/mL in JF. By the Fe^{3+} ion reducing antioxidant power method (FRAP), the reducing power was calculated as 2.13 ± 0.04 µg TE/mL in JC and 2.24 ± 0.47 µg TE/mL in JF. In addition, according to the $Cu^{2+}-Cu^{1+}$ reduction antioxidant potential method (CUPRAC), it was

determined as $29.53 \pm 2.86 \mu\text{g TE/mL}$ in JC and $41.98 \pm 5.55 \mu\text{g TE/mL}$ in JF. As a result, it was concluded that these two juniper species, which are widely used as medicinal plants, have antioxidant potential and can be used for this purpose besides their widespread use.

Keywords: *Juniperus foetidissima*, *Juniperus communis* var., Juniper, Antioxidant potential

1. GİRİŞ

Selvigiller (*Cupressaceae*) familyasından *Juniperus* cinsine ait ardıç türleri orman envanterinde yer alan bir ağaç türü iken şimdilerde park ve yaşam alanlarımızın yeşillendirme çalışmalarında vazgeçilmez tür haline gelmiştir (Tümen ve Hafızoğlu 2003). Ardıç ağaçlarının ormancılık endüstrisinde kullanılıyor olmalarının yanı sıra ezoryon önleyici çevresel etkileri de vardır. Bu türlere ait meyveler kuşlar ve memeliler için önemli bir besin kaynağıdır. Ayrıca bu meyvelerin tıbbi ve aromatik özelliklerinin olduğu da bilinmektedir (Adams ve ark., 2003)

Kokulu ardıç olarak isimlendirilen *J. foetidissima*, *Juniperus* cinsi içinde yer alan bir türdür. Ülkemizde doğal yayılım gösteren bu türün sosyoekonomik ve ekolojik katkısı büyüktür (Eraslan ve ark., 2021). Meyvelerinin ve yapraklarının antibakteriyal etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Öztürk ve ark., 2011; Sela ve ark., 2015). Bunlardan elde edilen katranın yaraların tedavisinde yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (İsmihan ve Alim 2017). Ayrıca bu türün meyveleri bazı bölgelerde çay olarak tüketilmektedir (Özüdoğru ve ark., 2011).

Juniperus cinsi içinde yer alan *J. communis* ise iğne yapraklı bir ardıç türüdür. Yetiştigi bölgelerde adi ardıç olarak isimlendirilirler. Meyveleri tıbbi bitki özelliğine sahip, tatları acı, renkleri yeşil/mor renkte ve kendine has (terebentine benzer) kokusu vardır (Topçu ve ark., 1999). Bu meyvelerin antibakteriyel, analjezik, gaz giderici ve idrar söktürücü özelliklerin yanında başta barsak parazitleri olmak üzere tifo, kolera ve dizanteri gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Banerjee ve ark., 2013; Höferl ve ark., 2014; Bais ve ark., 2014; Khare, 2020)

Bu çalışmada, ülkemizde doğal olarak yayılım gösteren *J. communis* (JC) ve *J. foetidissima* (JF) ardıç türlerinden toplanan meyvelerden elde edilen metanol ekstraktlarının antioksidan kapasitesinin belirlenmesi ve meyvelere ait fenolik ve flavonoid madde miktarlarının tespiti amaçlanmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Materyal ve Yöntem

Bitki Örneklerinin Toplanması: Bitki numuneleri Erzurum Olur ilçesinde özel mülk içerisinde bulunan ağaçlardan toplanmıştır. Toplama işleminde meyvelerin olgun ve temiz olmalarına dikkat edilmiştir. Toplanan örnekler oda şartlarında sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuş ve numuneler $+4^{\circ}\text{C}$ 'de saklanmıştır.

Ekstraktların Hazırlanması: Başlangıçta kurutulmuş numuneler öğütücü yardımıyla parçalanmıştır. Her bir örnekten 10gr alınarak ağzı kapalı iki erlene yerleştirilerek üzerlerine kütlelerinin 20 katı olacak şekilde metanol ilave edilmiş manyetik karıştırıcı yardımıyla karışmaları sağlanmıştır. Elde edilen karışımlar süzöldükten sonra, içerilerindeki metanol evaporatör yardımıyla (45 °C) uzaklaştırılmıştır. Elde edilen ekstraktlardan çalışmada kullanılmak üzere 1000 ppm stok çözelti hazırlanmıştır (Ergün, 2021).

Ektraktlarda Polifenol Miktarlarının Belirlenmesi: Fenolik madde miktarını belirlemek için Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır (Slinkard ve Singleton., 1977). Gallik asit ile hazırlanan standart grafik yardımıyla numunelerin toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğeri (mg GAE /g) olarak tespit edilmiştir. Numunelerin toplam flavonoid madde miktarı tayini alüminyum nitrat metoduna göre yapılmıştır ve hazırlanan standart grafik yardımıyla numunelerin miktarları kuersetine eşdeğer (mg KE/g) olarak belirlenmiştir (Nieva Moreno ve ark., 2000).

DPPH• Serbest Radikal Giderme Aktivitesi Tayini: Bu işlemde yöntem olarak Blois (1958) metodu, standart olarak troloks kullanılmıştır. Çalışma sonucunda meyve numunelerine ait DPPH radikal giderici aktivite troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.

Fe³⁺ -Fe²⁺ İndirgeme Gücü Tayini: Oyaizu (1986) metodu kullanılarak yapılmış ve numunelere ait Fe³⁺ -Fe²⁺ indirgeme gücü troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.

Cu²⁺ -Cu⁺ Azaltma Kapasitesi (CUPRAC Yöntemi): Apak ve ark., (2004) geliştirmiş oldukları metod kullanılarak numunelere ait Cu²⁺-Cu⁺ azaltma kapasitesi troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.

Ekstraktların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi çalışmalarında standart olarak sentetik antioksidan olan bütillenmiş hidrotoksi toluen (BHT) kullanılmıştır.

İstatistiksel Analiz: Çalışma sonuçlarının incelenmesinde SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Bütün analizler üç paralel olarak planlanmış ve sonuçlar 3 tekrarlı ölçümlerin ortalaması ± standart sapma olarak ifade edilmiştir.

2.2. Deneysel Sonuçlar

Bu çalışmada, ülkemizde doğal yayılım gösteren *J. communis* ve *J. foetidissima* ardıç türlerine ait meyvelerden elde edilen metanol ekstraktlarının fenolik ve flavonoid madde miktarı tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları

	Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g)	Flavonoid Madde Miktarı (mg KE/g)
JF	9,56 ± 1,44	1,24± 0,75
JC	8,69 ± 0,30	1,03 ± 0,18

*: JC *Juniperus communis* var.

*: JF *Juniperus foetidissima*

Gıda maddelerinde fenolik bileşiklerin tespiti antioksidan kapasitenin varlığına işaretler. Çalışmada meyve numunelerine ait toplam fenolik içerikler JC’de $8,69 \pm 0,30$ mg GAE/g, JF’de $9,56 \pm 1,44$ mg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Numuneler arasındaki değer farklılıklarının türler arasındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde *J. communis* üzerinde yapılmış çalışmalarda toplam fenolik madde miktarının, Tang ve ark (2020) $9,08 \pm 0,01$ mg GAE/g olduğunu ve Miceli ve ark.(2011) ise 59.17 ± 1.65 mg GAE/g olduğunu bildirmişlerdir. *J. communis* meyve numunelerinde bulduğumuz değer Tang ve ark., (2020) buldukları değere benzerlik gösterirken, Miceli ve ark., (2011)’kinden düşüktür. Orhan ve ark., (2011)’de *J. foetidissima* türü üzerinde yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarının 55.85 ± 1.17 mg GAE/g olduğunu bildirmişlerdir. Bulduğumuz değer bu değerden çok düşüktür. Ayrıca Yağlıoğlu ve Eser (2017) yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarının kateşine eşdeğer 32.15 ± 5.2 mg/g DW, rutin eşdeğer ise 5.21 ± 0.2 mg/g DW olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca *Juniperus oxycedrus* L. türü ile yapılan farklı bir çalışmada ise bu değer olgun meyvelerde 17.89 ± 0.23 mg GAE/g olduğu olgunlaşmamış meyvelerde ise 5.14 ± 0.06 mg GAE/g olduğu tespit edilmiştir (Taviano ve ark., 2013).

Çalışmada toplam flavonoid içerik ise JC’de $1,03 \pm 0,18$ mg KE/g, JF’de $1,24 \pm 0,75$ mg KE/g olarak tespit edilmiştir. Numuneler arasındaki farklılık beklenen bir durum olarak karşımıza çıkmış ve sonucun tür farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği sonucuna varılmıştır. *J. communis* ile yapılmış bir çalışmada toplam flavonoid madde miktarının $2,25 \pm 0,01$ mg KE/g olduğunu tespit edilmiştir (Tang ve ark., 2020). Aynı tür üzerinde yapılmış farklı bir çalışmada ise bu değer 2.56 ± 1.49 mg KE/g olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada *J. foetidissima*’ya ait toplam flavonoid miktarı ise $7,09 \pm 0,78$ mg KE/g olarak bildirilmiştir (Orhan ve ark., 2011). Bulduğumuz değer bu değerden küçüktür. Bu sonucun oluşmasında yetiştirme, iklim ve meyve olgunluğunun etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada meyva ekstraktlarının IC₅₀ değeri, DPPH• serbest radikal giderme aktivitesi (DPPH), Fe³⁺ -Fe²⁺ indirgeme gücü tayini (FRAP), Cu²⁺ -Cu⁺ azaltma kapasitesi (CUPRAC) değerleri hesaplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Bitki ekstraktına ait toplam IC₅₀, DPPH, FRAP, CUPRAK değerleri

	IC ₅₀ (µg /ml)	DPPH (µg TE/mL)	FRAP (µg TE/mL)	CUPRAK (µg TE/mL)
BHT	38,34±0,24	115,08±1,45	4,42±0,95	320,21±0,38
JF	588,08±8,56	15,08±0,45	2,24±0,47	41,98±5,55
JC	344,74±5,20	10,07±0,32	2,13±0,04	29,53±2,86

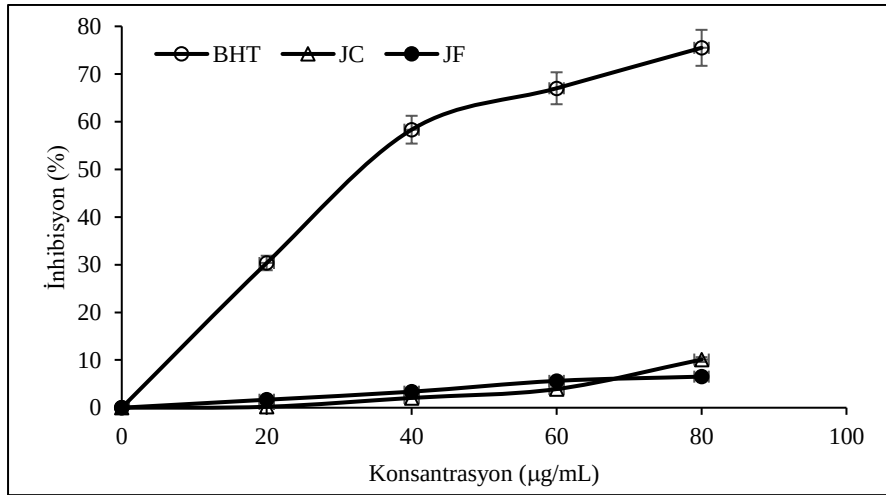
*: BHT Bütillenmiş hidroksitoluen

*: JC *Juniperus communis* var.

*: JF *Juniperus foetidissima*.

Çalışmada standart olarak BHT kullanılmıştır. Numunelerin DPPH• serbest radikal giderme aktiviteleri sırasıyla JC’de 10,07±0,32 µg TE/mL ve JF’de ise 15,08±0,45 µg TE/mL olarak belirlenmiştir. Živić, ve ark. (2019) yılında yaptıkları çalışmada DPPH• serbest radikal giderme aktiviteleri *J. communis* türünde 28.55 ± 0.24 µg /ml olarak bildirmişlerdir. Her iki türde de bulduğumuz değerler bu değerden küçüktür.

Numunelerin ve BHT’nin farklı konsantrasyonlarda radikal giderme aktiviteleri belirlendi. En yüksek çalışma konsantrasyonu olan 80 µg /mL’de standarttan düşük olmasına rağmen JC’de daha yüksek inhibisyon gözlenmiştir (şekil 1). Numunelerin değişen konsantrasyonlarına karşı %inhibisyon değerleri ayrı ayrı grafik edildi ve grafik denklemleri kullanılarak IC₅₀ değerleri hesaplandı. IC₅₀ değeri ile radikal giderme aktivitesi arasında ters orantı vardır. Bu nedenle radikal giderme aktivitesi BHT> JC> JF şeklindedir.



Şekil 1. Ardıç türlerine ait meyve ekstraktlarının DPPH• radikal giderme aktivitelerinin BHT ile karşılaştırılması (20-80 µg/mL) (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, JC: *J. communis* ekstraktı, JF: *J. foetidissima* ekstraktı).

Fe³⁺ iyonu indirgeyici antioksidan güç yöntemi (FRAP) kullanılarak numunelerin indirgeyici güçleri JC’de 2,13±0,04 µg TE/mL ve JF’de ise 2,24±0,47 µg TE/mL olarak hesaplandı. *J. communis* türü üzerinde yapılmış farklı çalışmada bu değer 2,02 ± 0,01 mg AAE/g olarak bildirilmiştir (Tang ve ark., 2020). Bulduğumuz değerler ile bu değer benzerlik göstermektedir. *Juniperus oxycedrus* L. türünün aromatik yağ ve aromatik su örneklerinde yapılan bir

çalışmada indirgeme gücünün olduğu bildirilmiştir (Isık ve ark., 2020). Ayrıca çalışmada ardıç türlerine numunelerin Cu^{2+} - Cu^{+1} indirgeme antioksidan potansiyel (CUPRAC) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Cu^{2+} indirgeme potansiyelinin JC'de $29,53 \pm 2,86 \mu\text{g TE/mL}$ ve JF'de ise $41,98 \pm 5,55 \mu\text{g TE/mL}$ olduğu hesaplanmıştır.

3. SONUÇ

Çalışmada ülkemizde doğal yayılış gösteren ardıç türlerinden *J. communis* ve *J. foetidissima* türlerinden toplanan olgun meyvelerin toplam polifenol miktarları ve antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Sonuç olarak her iki türe ait meyvelerin antioksidan kapasiteye sahip olduğu ayrıca *J. foetidissima* türü meyve ekstraktlarının toplam fenolik ve flavonoid bileşik miktarının *J. communis* meyve ekstraktlarından daha fazla olmasına rağmen antioksidan özelliklerinin birbirine benzer olduğu tespit edilmiştir. Diyetle günlük ihtiyacın karşılanması amacıyla tüketilmeleri ve doğal antioksidan kaynağı olarak endüstriyel kullanımını yaygınlaştırmak için daha kapsamlı yeni çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Adams R.P., Pandey R.N., Leverenz J.W., Dignard N., Hoegh K., Thorfinnson T. 2003. Pan-Arctic variation in *Juniperus communis*: history biogeography based on DNA fingerprinting. Biochem. Syst. Ecol. 31, 181-192.
- Apak R., Güçlü K., Özyürek M., Karademir S.E. 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52:26. 7970-7981.
- Arslan E.S., Gülçin D., Sarıkaya A.G., Ölmez Z., Gülcü S., Şen İ., Özücü Ö.K. 2021. Kokulu Ardıç'ın (*Juniperus foetidissima* Willd.) Günümüz ve Gelecekteki Potansiyel Yayılışının Makine Öğrenmesi ile Modellenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (22): p. 1-12.
- Bais S., Gill N.S., Rana N., Shandil S. 2014. A phytopharmacological review on a medicinal plant: *Juniperus communis*. Int. Sch. Res. Not.2014; 634723.
- Banerjee S., Singh H., Chatterjee T.K. 2013. Evaluation of anti-diabetic and anti-hyperlipidemic potential of methanolic extract of *Juniperus communis* (L.) in streptozotocinnicotinamide induced diabetic rats. Int. J. Pharma Bio Sci. 4, 10-17.
- Blois M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature, 181: 1199- 1200.
- Ergün F. 2021. *Lonicera iberica* M. Bieb.: Investigation Antioxidant Activity and Bioactive. Chemicals.Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. 9(6): 1124-1128.
- Höferl M, Stoilova I., Schmidt E., Wanner J., Jirovetz L., Trifonova D., Krastev L., Krastanov A. 2014. Chemical Composition and Antioxidant Properties of Juniper Berry (*Juniperus communis* L.) Essential Oil. Action of the Essential Oil on the Antioxidant Protection of *Saccharomyces cerevisiae* Model Organism. Antioxidants. 3(1), 81-98.
- Isık A.R., Ozkaya S., Erbas S., Koknaroglu H. 2020. Determination of antibacterial and antioxidant activities of juniper (*Juniperus oxycedrus* L.) essential oils and aromatic water. Erciyes Üniv Vet Fak Derg., 17(2): 88-94.
- İsmihan G., Alim A. 2017. Antimicrobial And Antioxidant Activities in Essential Oil of *Juniperus Foetidissima* Willd Berries Growing in Turkey. Institute of Health Sciences. 2: 9-14.

- Miceli N., Trovato A., Marino A., Bellinghieri V., Melchini A., Dugo P., Cacciola F., Donato P., Mondello L., Güvenç A., De Pasquale R., Taviano M.F. 2011. Phenolic composition and biological activities of *Juniperus drupacea* Labill. berries from Turkey. Food Chem. Toxicol., 49: 2600-2608
- Nieva Moreno M.I., Isla M.I., Sampietro A.R., Vattuone M.A. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina Journal of Ethnopharmacology. 71: 109-114
- Orhan N., Orhan I.E., Ergun F. 2011. Insights into cholinesterase inhibitory and antioxidant activities of five *Juniperus* species. Food Chem. Toxicol. 49: 2305-2312.
- Oyaizu M. 1986. Study on products of Browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Jpn. J. Nutr, 44: 307-315.
- Öztürk M., Tümen İ., Uğur A., Aydoğmuş Öztürk F., Topçu G. 2011 Evaluation of fruit extracts of six Turkish *Juniperus* species for their antioxidant, anticholinesterase and antimicrobial activities. 91(5): 783-968. 17.
- Özüdoğru B., Akaydın G., Erik S., Yeşilada E. 2011. Inferences from an ethnobotanical field expedition in the selected locations of Sivas and Yozgat provinces (Turkey). J Ethnopharmacol. 137: 85-98.
- Selaa F., Karapandzovaa M., Stefkova G., Cvetkovikja I., Trajkovska-Dokikjb E. 2015. Antimicrobial activity of berries and leaves essential oils of Macedonian *Juniperus foetidissima* Willd. (Cupressaceae) Macedonian pharmaceutical bulletin, 61(1): 3-11.
- Slinkard K., Singleton V.L. 1977. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture. 28: 49-55.
- Tang J., Dunshea F.R., Suleria H.A.R. 2020. LC-ESI-QTOF/MS characterization of phenolic compounds from medicinal plants (hops and juniper berries) and their antioxidant activity. Foods, 9(1): 7.
- Taviano M.F., Marino A., Trovato A., Bellinghieri V., Melchini A., Dugo P., Cacciola F., Donato P., Mondello L., Güvenc A., De Pasqualea R., Miceli N. 2013. *Juniperus oxycedrus* L. subsp. oxycedrus and *Juniperus oxycedrus* L. subsp. macrocarpa (Sibth. & Sm.) ball. "berries" from Turkey: comparative evaluation of phenolic profile, antioxidant, cytotoxic and antimicrobial activities. Food and Chemical Toxicology, 58: 22-29.
- Topçu G., Erenler R., Çakmak O., Johansson C.B., Çelik C., Chai H., Pezzuto J.M. 1999. Diterpenes from the berries of *Juniperus excelsa*. Phytochemistry, 49: 1195-1199.
- Tümen İ., Hafizoğlu H. 2003. Türkiye'de yetişen ardıç (*Juniperus l.*) türlerinin kozalak ve yaprak uçucu yağlarının bileşiminde bulunan terpen grupları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 5 (5): 78-87.
- Yaglioglu A.S., Eser F. 2017. Screening of some *Juniperus* extracts for the phenolic compounds and their antiproliferative activities. S. Afr. J. Bot., 113: 29-33.
- Živić N., Milošević S., Dekić V., Dekić B., Ristić N., Ristić M., Sretić L. 2019. Phytochemical and antioxidant screening of some extracts of *Juniperus communis* L. and *Juniperus oxycedrus* L. Czech J. Food Sci., 37, 351-358.

A TELE-MEDICINE SYSTEM FOR MEASURING HEART RATE, BLOOD PRESSURE, AND DRUG LEVEL DETECTION

NIVEDHITHA M.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

ARJUN P.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

SRIDHARAN M.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

SUJITH KUMAR B.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

PRANESHVEL S.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

In today's world of automation, the field of biomedicine is no longer behind. Application engineering and technology has proven its importance in the field of biomedicine. It not only made the doctors more efficient but also helped them to improve the overall medication process. The Patient monitoring system is also a new step in the automation of surveillance for doctors. This article presents the present invention for monitoring the health of a patient through continuous observation. The basic idea of this project is that whether a person is at home, on a trip or at this workplace, he can stay connected to the doctor and he can intervene immediately if necessary. The solution for doctors is provided by the telemedicine system. It continuously provides the following information to doctors. Heart rate, body temperature and drug level detection. The same system that is used in the hospital can be used for a person who is not under the constant supervision of a doctor, he can check his vital signs with the sensors in this project, if the output of the sensors starts to fluctuate above the normal frequency, then immediately send an indication to medical mobile via the GSM network.

Keywords: ARM processor, GSM, heart rate sensor, body temperature sensor.

SMART ADVANCE HEALTH MONITORING KIT - Cardio Tech**SUJITHA N M.**

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

ARUN NIHIL KUMAR S.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

DINESH M.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

ADHARSH S.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

The probability of mortality rate in the world is rapidly increasing due to various malady and when subjects fail to diagnose it at the earlier stages. Focusing on chronic disease and few others , one of the foremost diseases that people aren't capable of diagnosing at the earlier stage is the Cardiovascular Disease (CVD) and diabetes. The ritual of routine visits for most chronic diseases usually includes monitoring to check on the progress or regress of the disease and the development of complications, this process would be easy if the patient is admitted in the hospital . But in the case of home medic patients monitoring would be even more easier if there was an extended smart tools and wearable device. Keeping all this in mind we have developed a kit which as an whole can assist monitoring in a different way, while most doctors use acoustic stethoscope On the contrary we have the phonocardiogram (Digital Stethoscope) which can easily detect the murmurs and minute sounds produced from the heart and would create a graphical data according to the frequency recorded in it.

Keywords: Phonocardiogram, Ecg, Diabetes Monitoring...

BEL AĞRILI BİREYLERDE DUBOUSSET FONKSİYON TESTİNİN GEÇERLİLİK VE GÜVENİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Uzm. Fzt. Tuba ÜNVER

Dokuz Eylul University, Health Sciences Institute Department Of Physiotherapy And Rehabilitation

ORCID ID: 0000-0002-9652-4276

Prof. Dr. Bayram ÜNVER

Dokuz Eylul University, Health Sciences Institute Department Of Physiotherapy And Rehabilitation

ORCID ID: 0000-0002-9829-5884

Arş. Gör Kevser ŞEVİK

Dokuz Eylul University, Health Sciences Institute Department Of Physiotherapy And Rehabilitation

ORCID ID: 0000-0003-1675-0757

ÖZET

Bu çalışmanın amacı bel ağrılı bireylerde fonksiyonel düzeyi değerlendirmede Dubousset fonksiyonel testinin geçerlilik ve güvenilirliğinin incelenmesidir. Çalışmaya (ortalama yaş:42,10±11,98 bayan:60 erkek:15) bel ağrısı olan 18 yaş ve üzeri araştırmaya katılmaya gönüllü olan 75 kişi dâhil edildi. Katılımcılara beş tekrarlı Otur Kalk Testi, Dubousset Fonksiyonel Testinin bileşenleri olan Kalk ve Yürü Testi, Basamak Testi, Otur ve Kalk Testi ve Çift Görev Testi uygulandı saniye cinsinden süreleri belirlendi. Hastalar 1 saat dinlendirilip Dubousset Fonksiyonel Testi tekrar uygulandı. Ağrı düzeyi Vizüel Analog Skala ile değerlendirildi. Ağrı düzeyi hasta değerlendirmeye alınmadan önce ve test tamamlandıktan sonra bir daha yapıldı. Beş Tekrarlı Otur kalk testi ise yalnızca bir defa uygulandı. Öz bildirim dayalı değerlendirme Rolland Morris Özür anketi ile yapıldı. Elde ettiğimiz sonuçlara göre incelenen Dubousset Fonksiyonel Testinin bileşenleri olan Kalk ve Yürü Testi, Basamak Testi, Otur ve Kalk Testi ve Çift Görev Testinin test-tekrar test güvenilirliklerinin mükemmel ($ICC \geq 0.86$) olduğu bulundu. Dubousset Fonksiyon Testinin Standart Ölçüm Hatası değerleri sırasıyla Kalk ve Yürü Testi için 0,32 sn, Basamak Testi 0,12sn, Otur ve Kak Testi 0,14sn, Çift Görev Testi 0,25sn olarak bulundu.

Çalışmamızdaki sonuçlara göre Dubousset Fonksiyonel Testi bel ağrılı hastaları değerlendirmede geçerli ve güvenilirdir. Klinikte bel ağrılı hastalarda fonksiyonun değerlendirilmesinde kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: Bel Ağrısı, Dubousset fonksiyonel test, Fonksiyonel Değerlendirme, Geçerlilik, Güvenilirlik

VALIDITY AND RELIABILITY OF DUBOUSSET FUNCTIONAL TEST IN INDIVIDUALS WITH BACK PAIN

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the validity and reliability of the Dubousset functional test in evaluating the functional level in individuals with low back pain.

In the study (mean age: 42.10 ± 11.98 female:60 male:15) 75 people aged 18 years and over who volunteered to participate in the study with low back pain were included. The five repetition sit and stand test, the components of the Dubousset Functional Test, The Up and Walking Test, The Step Test, The Down and Sitting Test, and the Dual- Tasking Test were administered to the participants. Their duration in seconds was determined. Patients were rested for 1 hour and Dubousset Functional Test was applied again. Pain level was evaluated with the Visual Analogue Scale. Pain level was measured again before the patient was evaluated and after the test was completed. Five repetitive sit and stand test was applied only once. Self-report assessment was made using The Roland Morris Disability Questionnaire. According to the results we obtained, the test-retest reliability of the Up and Go Test, Step Test, Sit and Stand Test and Double Task Test, which are the components of the Dubousset Functional Test, were found to be excellent ($ICC \geq 0.86$). The Standard Measurement Error values of the Dubousset Function Test were respectively. It was found to be 0.32 sec for The Up and Walking Test, 0.12 sec for The Step Test, 0.14 sec for The Down and Sitting Test, and 0.25 sec for the Dual-Tasking Test.

According to the results of our study, Dubousset Functional Test is valid and reliable in evaluating patients with low back pain. It can be used in the clinic for the evaluation of function in patients with low back pain.

Key ords: Back pain, Function Assesment , Dubousset Functional Test Reliability, Validity

1. GİRİŞ

Bel ağrısı, büyük ölçüde kendi kendini sınırlayan bir sağlık problemi olarak görülür. Bununla birlikte ağrı kronik bir problem haline geldiğinde, çoğunlukla uzun vadeli sakatlık ve dolayısıyla önemli bir sosyoekonomik yük ile ilişkilendirilir. Sağlık bakımı ve sosyal maliyetlerin yaklaşık % 80'i, kronik ağrı ve sakatlığı olan vakaların % 10'una bağlanmaktadır. Doğru şekilde, bel ağrısı ile başvuran hastalar arasında prognozu iyi veya kötü olan bireylerin belirlenmesi, mevcut bel ağrısı araştırmalarında önemli bir hedeftir. Hasta özelliklerinin tedavi öncesi değerlendirmesine dayalı olarak bel ağrısı hastalarının prognozunu tahmin edebilmek, kronikliğin önlenmesinde tedavi yöntemlerinin daha etkili ve verimli kullanılmasının yanı sıra daha gerçekçi iyileşme beklentilerine yol açabilir.

Uzun süreli bel ağrısı riski taşıyan hastalarda değiştirilebilen veya değiştirilemeyen faktörlerin belirlenmesi, hedeflenen tedaviden büyük olasılıkla fayda görecektir hastaların seçimini kolaylaştırabilir (1).

Günlük pratikte ve bilimsel araştırmada, fonksiyonelliği değerlendirmek için çoğunlukla kendi kendine bildirilen anketler kullanılmıştır. Bu, bir hastanın performansının gerçek kapasitesini yansıtmayan bilgiler verir. (2).

Bel ağrısı deneyiminin doğasına yönelik araştırmalar ve bel ağrısı için tedavi yaklaşımlarının değerlendirilmesi, hasta durumunu ölçmenin sağlam ve anlamlı yollarını gerektirir. Genel olarak, birey için bel ağrısının fonksiyonel sonuçlarının nicelleştirilmesinin, klinik durumu tanımlamada birinci derecede önemli olduğu kabul edilmektedir (3).

Bel ağrısı olan hastaların tedavisinin temel amacı, aktivite ve katılım düzeylerini artırmaktır. Klinik sonuçların geçerli araçlarla değerlendirilmesi, tedavinin etkinliğinin ve kalitesinin geliştirilmesine yardımcı olur (4).

Spinal patolojileri olan yetişkinlerin fonksiyonel kapasitelerini objektif olarak ölçmek için Dubousset Fonksiyonel Testi (DFT) geliştirilmiştir (5).

Ancak bu testin bel ağrılı hastalarda güvenilirlik ve geçerlilikleri daha önce incelenmemiştir. Bu çalışmanın amacı bu testin güvenilirlik ve geçerliği incelemektir.

Bu bilgiler ışığında çalışmamızın amacı; Bel ağrılı bireylerde Dubousset fonksiyonel testinin geçerlilik ve güvenilirliğinin incelenmesidir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Dâhil Etme Kriterleri

- Bel ağrısı olması
- Bel ağrısı nedeniyle başvuran veya tedaviye gönderilen hastalar dâhil edildi.
- Araştırmaya katılmaya gönüllü olması

2.2. Araştırmanın Dışlama Kriterleri

- VKİ değeri 40 kg/m² ve üzeri olması,
- Yürüme bozukluğuna neden olan, daha önceden geçirilmiş ortopedik veya nörolojik bozukluğa sahip olması
- Spinal stenoz, spondilolistezis tanısına sahip olması
- Şiddetli madde bağımlılığı, hamilelik, kırık, fiziksel eforu engelleyen hastalığa sahip olma

Özel Uyum Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezine bel ağrısı tanısıyla başvuran 75 hasta çalışmaya alındı. Çalışma öncesi güç analizi yapıldı. Çalışmayı kabul eden 75 bel ağrılı bireylerin yaş, cinsiyet, boy, kilo, vücut kitle indeksi, meslek, eğitim, çocuk sayısı gibi demografik bilgileri alındı.

Bel ağrılı bireylerin ağrı düzeyleri VAS ile derecelendirildi.

VAS testi hasta değerlendirmeye alınmadan önce ve testler tamamlandıktan sonra bir daha yapıldı.

Bel ağrılı bireylere fonksiyonel seviye ve denge düzeyinin belirlenmesi için 5 Tekrarlı Otur Kalk Testi 1 kez uygulandı.

Fonksiyonel kapasiteyi objektif ölçmek için Dubousset Fonksiyonel Testi uygulandı ve saniye

cinsinden süreleri belirlendi. Hastalar 1 saat dinlendirilip tekrar bu değerlendirmeler test edildi. DFT aşağıdaki bileşenleri içermektedir:

- 1- Kalk ve Yürü Testi: Katılımcılar, kolları olmayan bir sandalyede oturmuş bir pozisyondan yardım almadan kalkar, 5 metre (500 cm) yürüyüp geri dönüp 5 metre geriye yürür ve yardım almadan tekrar oturur.
- 2- Basamak Testi: Katılımcılar 50 cm uzaklıktaki üç basamak merdiven çıkar, üçüncü basamakta döner ve aşağıya iner.
- 3- Otur ve kalk testi: Katılımcılar ayakta durdukları yerden yere oturur ve gerekirse yardım alarak tekrar ayağa kalkar.
- 4- Çift Görev Testi: Katılımcılar, hafıza egzersizi yaparken (2 aralıklı 50'den geri sayım) 5 metre ileri yürür ve geri döner

Öz bildirime dayalı değerlendirme Rolland Morris Özür anketi ile yapıldı.

3. BULGULAR

Yapılan analizde çalışmaya dâhil edilen 75 hastanın yaş ortalaması $42,10 \pm 11,98$ ve 15'inin erkek 60'ının kadın olduğunu gösterdi. Çalışmaya dâhil edilen hastaların fiziksel özellikleri (yaş, boy, kilo, vücut kütle indeksi) gibi fiziksel verilerine ait veriler Tablo 1 de gösterilmiştir. Bireylerin demografik verileri (cinsiyet dağılımı, eğitim düzeyi ve medeni durum) Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Hastaların Fiziksel Özellikleri

Fiziksel Özellikler	Minimum	Maximum	Ort.± SS
Yaş(yıl)	23	66	$42,10 \pm 11,98$
Boy(cm)	137	188	$164,02 \pm 9,02$
Kilo(kg)	47	105	$72,24 \pm 14,9$
VKİ(kg/m ²)	15,26	39,10	$26,9 \pm 5,31$

Ort: Ortalama SS: Standart Sapma cm: Santimetre, kg: Kilogram, VKİ=Vücut Kitle İndeksi, m:Metre

Dubousset Fonksiyon Testinin Alt Bileşenlerinin Güvenirliğini İnceleme

Dubousset fonksiyon testinin alt bileşenlerinin test-tekrar test güvenilirliğini incelemek için bir saat ara ile elde edilen ölçüm sonuçları Sınıf içi Güvenilirlik Katsayısı (ICC) kullanılarak karşılaştırıldı. Analiz sonucunda UWT, ST, DST, DTT test-tekrar test güvenilirliklerinin mükemmel ($ICC \geq 86$) olduğu görüldü. Dubousset fonksiyon testinin alt bileşenlerinin 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm sonuçlarının ortalama ve standart sapma değerleri, %95 güven aralığında ICC değerleri, standart hata ölçüm seviyeleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. DFT Alt Bileşenlerinin Test-Tekrar Test Güvenilirlikleri, Standart Hata Ölçümleri

	1.ÖLÇÜM	2.ÖLÇÜM	ICC(%95 GA)	SEM
UWT(sn)	10,28±2,75	9,08±2,26	0,91	0,31
ST(sn)	4,03±1,14	3,41±0,87	0,86	0,12
DST(sn)	3,70±1,25	3,05±1,04	0,89	0,14
DTT(sn)	11,15±2,67	9,74±2,23	0,89	0,25

UWT : Kalk Ve Yürü Testi. ST: Basamak Testi. DST: Otur Ve Kalk Testi. DTT 1: Çift Görev Testi. sn: saniye. ICC: Sınıf içi Korelasyon Katsayısı; SEM: Standart Hata Ölçümü.

Testlerin birbirleriyle olan ilişkileri spearmen korelasyon analizi ile incelenmiştir. Sonuçlar Tablo-3’de verilmiştir.

Tablo 3. RMDQ ile DFT Bileşenleri, VAS-1 ve Yaş arasında korelasyonunun incelenmesi.

DFT	rho	p
UWT-1	0,83	p<0.01
ST-1	0,83	p<0.01
DST-1	0,79	p<0.01
DTT-1	0,83	p<0.01
DTT-2	0,85	p<0.01
VAS-1	0,86	p<0.01
YAŞ	0,53	p<0.01

*Sperman Korelasyon Katsayısı(rho). DFT:Dubousset Fonksiyon Testi. UWT 1 : Kalk Ve Yürü Testi 1.ölçüm. ST-1: Basamak Testi 1.ölçüm. DST-1: Otur Ve Kalk Testi 1.ölçüm. DTT-1: Çift Görev Testi 1.ölçüm. DTT-2: Çift Görev Testi 2.ölçüm.VAS- 1:Vizüel analog skalası 1.ölçüm. RMDQ: Roland Morris Özürlülük Anketi

Yapılan analiz sonucunda RMDQ ile kalk ve yürü testi 1.ölçüm (UWT-1), Basamak Testi 1.ölçüm(ST-1),Otur Ve Kalk Testi 1.ölçüm (DST-1), Çift Görev Testi 1.ölçüm(DTT-1), Çift Görev Testi 2.ölçüm(DTT-2) ve VAS-1arasında yüksek düzeyde korelasyon, RMDQ ile yaş arasında orta düzey korelasyon olduğu bulundu((p<0,01).

Tablo 4. 5TOKT ile DFT bileşenleri, VAS-1 ve yaş arasında korelasyonunun incelenmesi.

	rho	p
UWT-1	0,81	p<0.01
ST-1	0,75	p<0.01
DST-1	0,73	p<0.01
DTT-1	0,82	p<0.01
DTT-2	0,79	p<0.01
VAS-1	0,79	p<0.01
YAŞ	0,47	p<0.01

*Sperman Korelasyon Katsayısı(rho). UWT 1 : Kalk Ve Yürü Testi 1.ölçüm. ST-1: Basamak Testi 1.ölçüm. DST-1: Otur Ve Kalk Testi 1.ölçüm. DTT-1: Çift Görev Testi 1.ölçüm. DTT-2: Çift Görev Testi 2.ölçüm. VAS-1:Vizüel Analog Skalası 1.ölçüm

Yapılan analiz sonucunda, 5TOKT'yle, kalk ve yürü testi 1.ölçüm (UWT-1), Basamak Testi 1.ölçüm(ST-1),Otur Ve Kalk Testi 1.ölçüm (DST-1), Çift Görev Testi 1.ölçüm(DTT-1), Çift Görev Testi 2.ölçüm(DTT-2) ve VAS-1 arasında yüksek düzeyde korelasyon, 5TOKT ile yaş arasında orta düzey korelasyon bulundu(p<0,01).

4. TARTIŞMA

Omurga araştırmalarında hastaların değerlendirilmesinde son yıllarda öz bildirime dayalı anketlerin yanısıra fonksiyon değerlendiren performansa dayalı testlerinde kullanılması önerilmektedir. Bu nedenle biz Dubousset Fonksiyon Testinin geçerlilik güvenilirliğine baktık ve geçerli güvenilir bulduk.

Dubousset Fonksiyon Testinin bel ağırlı hastalarda geçerliliğini araştıran ilk çalışma olduğumuz için, literatürde bel ağırlı hastaların Dubousset Fonksiyon Testinin bileşenlerinin sonuçlarını tartışacak başka makale yoktur. Fakat literatürde asemptomatik kişilerde DFT ile ilgili yapılan bir çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada DFT ile ilgili şu sonuçlara ulaşılmıştır. DFT'nin bileşenlerinden Kalk ve Yürü Testi(UWT),TUG testine benzerliği, Basamak Testi(ST), bel ağırlı hastalarda kullanılan merdiven çıkma testine benzerliği, (DST)Otur ve Kalk Testi bel ağırlı hastalarda kullanılan omurga dengesi ve fonksiyonel hareketliliği değerlendiren 5TOKT'ne benzerliği, çift görev testi ise bilişsel fonksiyonları propriosepsiyon, koordinasyon statik ve dinamik dengeyi yansıtmaları bu testin önemini gösterdiğini söylemişler. Dr. Jean Dubousset, anketlerde yakalanması zor olan fiziksel işlev, gövde ve alt ekstremité kas bütünlüğü, denge ve ikili görev öğelerini değerlendirmek için daha objektif bir yaklaşım sunabilir. Bu dört test bileşeninin tek bir işlevsel değerlendirmede birleştirilmesi, önceki çalışmalarda açıklanan diğer fiziksel işlev testleriyle karşılaştırıldığında benzersiz bir araç sunar. Bu test, düşük maliyeti ve hızlı doğası göz önüne alındığında, herhangi bir uygulama

ortamına kolayca dâhil edilebilecek, özel ekipman olmadan zamanında uygulanabilecek güçlü ve verimli bir değerlendirme yöntemi olduğunu söylemişler. Bu çalışma, DFT'yi asemptomatik gönüllülerde ileriye dönük olarak değerlendirilmiş ve Kalk ve Yürü Testi(UWT) 15 sn, Basamak Testi(ST) 5,3sn, Otur ve Kalk Testi (DST) 6sn,Çift Görev Testi (DTT)13 sn olduğu geçiş süresi hariç tüm test bileşenlerinin ortalama 40 sn tamamlandığını bulmuşlar.(5).Bizim çalışmamızda DFT'nin dört bileşeninin ilk değerlendirmede, Kalk ve Yürü Testi 1.ölçüm (UWT-1) 10,28 sn, Basamak Testi 1.ölçüm (ST-1) 4,03 sn, Otur Ve Kalk Testi 1.ölçüm(DST-1) 3,7 sn, Çift Görev Testi 1.ölçüm(DTT-1) 11,15 sn geçiş süresi hariç ilk değerlendirmede ortalama 30 sn, bulunmuştur. İkinci ölçümde ise değerler, Kalk ve Yürü Testi 2.ölçüm (UWT-2) 9,08 sn, Basamak Testi 2.ölçüm (ST-2) 3,41, Otur Ve Kalk Testi 2.ölçüm (DST-2) 3,05,Çift Görev Testi2.ölçüm (DTT-2) 9,74 tüm test bileşenleri toplamda 26sn tamamlandığı bulunmuştur. Bassel ve ark.(5) makale sonuçlarından farklı fakat yakın sonuçlar elde edilmiştir, bu farklılığın nedenini örneklem büyüklüğü, farklı yaş gruplarını içeren erkek ve kadınlardan oluşmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Sağlıklı kişilerle yapılan çalışmada DFT'nin geçerlilik ve güvenilirliğine bakılmamış, bu nedenle bir karşılaştırma yapamadık. Bizim çalışmamız spinal patolojisi olan olgularda yapılan ilk geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasıdır. Bundan sonra diğer spinal patolojilerde yapılacak geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarına çalışmamızın yol gösterici bir çalışma olacağını düşünmekteyiz.

Dubousset Fonksiyon Testinin Standart Ölçüm Hatası(SEM) değerleri sırasıyla Kalk ve Yürü Testi(UWT) için 0,32 sn, Basamak Testi(ST) 0,12sn, Otur ve Kak Testi(DST) 0,14sn, Çift Görev Testi (DTT) 0,25sn olarak bulundu. Elde edilen düşük SEM değeri bel ağrılı hastalarda Dubousset Fonksiyon Testinin bileşenlerinin tutarlı ve geçerli olabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızın bulgularını klinisyenler ve araştırmacılar bel ağrılı bireylerde DFT'ni güvenle kullanılabileceğini kanıtlamaktadır.

Bel ağrılı hastalarda DFT'nin geçerliliği ve güvenilirliği üzerine yapılan çalışmamız da bu testin geçerli ve güvenilir bir test olduğunu tespit ettik. Bu testin yapılması için spesifik ekipmanlara gerek duyulmamakta, uygulaması kolay, kısa sürede uygulanabilmektedir. Bu nedenle bel ağrılı hastalarla yapılacak çalışmalarda araştırmacılar tarafından kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

Öz bildirim anketleri genellikle uygulama kolaylığı ve maliyet etkinliği nedeniyle kullanılsa da, bel ağrılı bireylerde tedavi programı, tedavinin etkinliği gibi klinik kararlar da sadece anketlere güvenilmemelidir. Hem fonksiyonel testlerin hem de öz bildirim anketlerinin ölçümlerini dikkate almak, bel ağrılı bireylerde daha kapsamlı ve doğru bir seçenek sunar. Bu iki değerlendirmenin dikkate alınması, hem maksimum iyileşmeye olanak sağlar, hem de hasta memnuniyetini sağlamak bel ağrılı bireylerinin tedavi ve değerlendirme sürecine yol gösterir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırma bel ağrısı olan kişilerde dubousset fonksiyonel testinin geçerliliği incelemek amacıyla gerçekleştirildi. 75 hastanın yaş ortalaması $42,10 \pm 11,98$ ve 15'inin erkek 60'ının kadın dâhil edildi. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda DFT'nin alt bileşenlerinden olan UWT, ST, DST, DTT test-tekrar test güvenilirliklerinin mükemmel ($ICC \geq 0,86$) düzeyde olduğu bulundu.

Sonuç olarak Dubousset Fonksiyonel Testinin bileşenleri olan kalk ve yürü testi (UWT), basamak testi (ST), otur ve kalk testi (DST), çift görev testi (DTT) bel ağrılı hastaların fonksiyonel durumunu değerlendirmek için geçerli ve güvenilir bir yöntemdir. Aynı zamanda sonuçlarımız gösteriyor ki test öncesi VAS-1 ve test sonrası VAS-2 değerleri anlamlı azalma vardır. Yani DFT bel ağrılı bireylerde ağrıya artışa neden olamamıştır. Klinisyenler ve bilimsel araştırmalar da dubousset fonksiyonel testini bel ağrılı hastaları değerlendirmek için kullanabilir.

DFT dört bileşeni ve çalışılan diğer fonksiyonel değerlendirme yöntemleri arasındaki benzerlikler, düşük maliyeti, sınırlı alan kullanımı ve kısa zaman da gerçekleşmesi bu her şeyi kapsayan değerlendirme aracının bel ağrılı bireylerde kullanılabileceğini gösteriyor.

Biz çalışmamızda DFT'nin sadece geçerlilik ve güvenilirliğine baktık, özgüllük, cevap verebilirlik ve duyarlılık gibi psikometrik özelliklerini bakmadık. Bundan sonraki çalışmalarda bu testin özgüllük, cevap verebilirlik ve duyarlılık gibi psikometrik özellikleri araştırılmalıdır. DFT'nin diğer spinal patolojilerde (spinal stenoz, spondilolistezis, spondiloartroz) geçerlilik, güvenilirlik, özgüllük, cevap verebilirlik gibi psikometrik özellikleri araştırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- 1-Helmhout PH, Staal JB, Heymans MW, Hartz CC, Hendriks EJ Bie R. Prognostic factors for perceived recovery or functional improvement in non-specific low back pain: secondary analyses of three randomized clinical trials. *European Spine Journal* 2010;19:650-659.
- 2-Smeets RJ, Hijdra HJ, Kester AD, Hitters M, Knottnerus JA. The usability of six physical performance tasks in a rehabilitation population with chronic low back pain. *Clin Rehabil.* 2006;11:989-97.
- 3-Martin Wand B, A Chiffelle L, Edward O'connel N, McAulay JH, Desouza LH. Self-reported assessment of disability and performance-based assessment of disability are influenced by different patient characteristics in acute low back pain. *European Spine Journal* 2010;19:633-40.
- 4-Koes BW, Van Tulder MW, Thomas S. Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ* 2006; 332(7555): 1430-1434.
- 5-Diebo BG, Challier V, Shah N, Kim D, Murray D, Kelly J. et al. The Dubousset Functional Test is a Novel Assessment of Physical Function and Balance. *Clin Orthop Relat Res.* 2019 Oct;477(10):2307-2315.

EBELİK EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI**Şüheda GİRGİN**

Sakarya University, Institute of Health Sciences, Department of Midwifery, Esentepe Campus
Sakarya Training and Research Hospital

ORCID ID: 0000-0001-5422-7962**Hicret TEZCAN**

Sakarya University, Institute of Health Sciences, Department of Midwifery, Esentepe Campus
Duzce Ataturk Public Hospital

ORCID ID: 0000-0001-5817-1150**Yasemin HAMLACI BAŞKAYA**

Sakarya University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Esentepe Campus

ORCID ID: 0000-0002-1533-8667**ÖZET**

Ebelik eğitiminin amacı, ebeleri görev ve sorumluluklarını yerine getirebilecek bilinçte ve yeterlilikte mezun etmektir. Teorik ve klinik eğitimden oluşan ebelik eğitimindeki; klinik eğitim öğrenciyi gerçek yaşamdaki uygulamaya hazırlar. Öğrencinin deneyimleri sayesinde teorik bilgi uygulamaya aktarılır, bu da öğrencinin mesleki açıdan doyumunu artırır. Ülkemizde hasta güvenliği ve haklarının önem kazanması, öğrencilerin uygulamalarda etkinliğini artırma çabaları, sağlık profesyonellerinin eğitiminde simülasyon teknolojisi kullanımının giderek yaygınlaşmasına olanak sağlamıştır. Klinik eğitimde ebelik öğrencilerinin anksiyete ve stres ile eğitim görmeleri, onların akademik başarısını, mesleki açıdan gelişimlerini, hastalara karşı olan tutumlarını etkiler. Sağlık alanında simülasyon teknolojisi, hasta haklarını ihlal etmeden, hastaları riske atmadan, sağlık profesyonellerinin bilgi, beceri, iletişim ve teknik tutumlarının gelişmesini sağlamada oldukça etkili bir öğrenim stratejisidir. Bu derleme çalışmasında; ebelik eğitiminde simülasyon teknolojisi kullanımının önemi, tarihi gelişimi, kullanılan simülasyon çeşitleri ve ebelik eğitimindeki yeri anlatılmıştır. Ebelik alanında simülasyon yönteminin kullanımının tarihsel gelişimi derin köklere sahiptir. Günümüzde, ebelik öğrencilerine yönelik eğitim, öğretim ve araştırma amacıyla simülasyon kullanımının öneminin artması ile birlikte uygulanması da artmıştır. Ebelik eğitime, simülasyonun aktarılması için simülasyon teknolojisi araçlarını, yöntemlerini ve tekniklerini bilmeye gerek vardır. Literatürde simülasyonun, öğrencilerin öğrenme hızına ve mesleki ve eleştirel düşünme becerilerine, özgüvenlerine olumlu yönde katkı sağladığı belirtilmektedir. Bu nedenle simülasyon destekli ebelik eğitimi modelinin kullanılması, yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eğitim, Ebelik, Simülasyon, Simülasyon Tipleri.

THE USE OF SIMULATION TECHNOLOGY IN MIDWIFERY EDUCATION

ABSTRACT

The aim of midwifery education is to graduate midwives with the awareness and competence to fulfill their duties and responsibilities. In midwifery education, which consists of theoretical and clinical education; clinical training prepares the student for real-life practice. Thanks to the student's experiences, theoretical knowledge is transferred to practice, which increases the student's professional satisfaction. The importance of patient safety and rights in our country, the efforts to increase the effectiveness of students in practice, have allowed the use of simulation technology in the education of health professionals to become increasingly widespread. The fact that midwifery students are educated with anxiety and stress in clinical education affects their academic success, professional development and attitudes towards patients. Simulation technology in the field of health is a very effective learning strategy in improving the knowledge, skills, communication and technical attitudes of health professionals without violating patient rights and putting patients at risk. In this compilation study; The importance of the use of simulation technology in midwifery education, its historical development, the types of simulation used and its place in midwifery education are explained. The historical development of the use of the simulation method in midwifery has deep roots. Today, with the increasing importance of the use of simulation for education, training and research for midwifery students, its application has also increased. Midwifery education requires knowledge of simulation technology tools, methods and techniques for transferring simulation. It is stated in the literature that simulation contributes positively to students' learning speed, professional and critical thinking skills, and self-confidence. For this reason, it is recommended to use and disseminate the simulation supported midwifery education model.

Keywords: Education, Midwifery, Simulation, Simulation Types.

Giriş

Tarihin en eski mesleklerinden biri olan ebelik mesleği; sağlık alanındaki gelişmeler ile mesleki uygulama ve bilgilerin hızla değişmesi ile birlikte bu değişimlerden etkilenmiştir ve modern ebelik anlayışı gelişmiştir (Çiçek, 2009; Hazar ve Gültekin, 2019). Teorik ve klinik eğitimden oluşan modern ebelik eğitiminde; klinik eğitim öğrenciyi gerçek ortamdaki uygulamaya hazırlar. Deneyimler sayesinde teorik bilgi pratiğe aktarılır, bu durum öğrencinin mesleki açıdan doyumunu arttırır. Klinik deneyimlerinde öğrencilerin anksiyete ve strese maruz kalmaları; onların akademik başarısını ve mesleki adaptasyonunu etkileyen faktörlerden biridir (Hazar ve Gültekin, 2019). Yapılan çalışmalarda öğrencilerin klinikte yaşadığı anksiyetenin; teoriyi pratiğe aktarmasındaki zorluğa, iletişim sıkıntılarına, hata yapma korkusuna, mesleki

yetersizlik duygusuna neden olduğu bildirilmiştir (Aydın ve Yazıcı, 2017; Hazar ve Gültekin, 2019). Bu tür sorunlar nedeniyle eğitimcilerin öğrencilerin teorik bilgiyi pratiğe, pratik uygulamaları kliniğe nasıl aktaracaklarını öğretmesi oldukça önemlidir. Eğitimciler farklı öğrenme teknikleri uygulamaya koymalı ve öğrencilerin kliniğe çıkmadan önce iletişim ve pratik becerilerini güçlendirmelidir (Hazar ve Gültekin, 2019). Öğrenme tekniklerinden biri olan ve ‘benzetim’ anlamına gelen simülasyon kavramı gerçek olayların, iletişimin, davranışın ve aktivitelerin taklit edilerek öğrenime sunulmasıdır (TDK, 2018; Şendir, 2013).

Ebelik alanında kullanılan simülasyon uygulaması, öğrencilerin gebelik, doğum, lohusalık gibi süreçler, acil obstetrik bakım uygulamaları hakkında çok sayıda pratik yapmasına imkân sağlar (Çalım, 2018). Simülasyon uygulamasına yönelik yapılan araştırmalarda, öğrencilerin çoğunlukla simülasyona dayalı uygulamalardan memnun oldukları, klinik uygulamada fayda sağladığı, klinikte öğrencilerin kendilerini yeterli bulma oranını arttırdığı, doğum ve riskli doğum becerilerinin geliştirmesine katkı sağladığı görülmüştür (Esencan ve ark, 2022).

Bu derleme çalışmasında; ebelik eğitiminde simülasyon teknolojisi kullanımı; simülasyonun tanımı ve tarihsel gelişimi, kullanılan simülasyon çeşitleri, ebelik eğitimindeki önemi, yararları ve zorlukları başlıklar halinde incelenmesi amaçlanmıştır.

Simülasyon

‘Benzetim’ olarak tanımlanan simülasyon kavramı; gerçek olayların, gerçeğe yakın koşullarda ve şekillerde taklit edilmesini sağlayan bir yöntemdir (TDK, 2018; Atakoğlu ve ark, 2020). Simülasyonun diğer bir tanımı ise, “klinik deneyimler ile ilgili risklere maruz bırakmadan öğrenmeyi sağlayan, etkileşimli ve zaman zaman sürükleyici bir eğitim tekniği” şeklindedir (Sayiner, 2011). Sağlık alanında simülasyon, hasta haklarını koruyarak, hastanın sağlığını riske atmadan, sağlık personellerinin bilgi, beceri, teknik tutumlarının gelişmesini sağlamada oldukça etkili bir öğrenim tekniğidir (Hazar ve Gültekin, 2019; Sezer ve Elçin, 2017). Simülasyon uygulaması tıp ve sağlık alanında eğitim gören öğrencilere yönelik deneyim kazandırmak, klinik becerileri geliştirmek ve uygulama yapabilmek için güvenli bir ortam sağlamak amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Kınık, 2022).

Simülasyonun Sağlık Alanındaki Tarihsel Gelişimi

Beş bin yıllık bir geçmişi olan simülasyon; Antik Çağ’da hastalıkların etkisini gösterebilmek için taşta hasta resimleri çizilmiş, kadın hastaların erkek hekimler tarafından muayene edilmesi yasak olduğundan simülatörler kullanılmıştır. Kadın doğum alanında anne bebek ölümlerini azaltılması amacıyla beceri ve bilgi gelişimi için kadın pelvisi ve ölü bebek mumyaları simülasyon amacıyla kullanılmıştır (Karabacak ve Uğur, 2019; Atakoğlu ve ark, 2020).

Sağlıkta geliştirilen ilk gerçek boyutlarda maket (Bayan Chase) 1911’de Martha Jenkins Chase tarafından sağlık profesyonellerini; hastalara pozisyon verme, transport ve giydirme konusunda eğitmek için yaptırılmıştır (Karabacak ve Uğur, 2019; Atakoğlu ve ark, 2020).

Kadın sağlığı alanında kullanılan ilk simülör olarak geçen ‘phantom’ adındaki hasırdan yapılmış araçlar normal veya riskli doğum eylemini simüle etmek için Sir William Simellie tarafından geliştirilmiştir (Esencan ve ark, 2022; Hazar ve Gültekin, 2019). Ausmund Laerdal, 1930 yıllarının başında suni solunumu öğretmek için gerçekçi bir simülör tasarlamıştır. Leardal, mankenin göğüs duvarına bir iç yay yerleştirmiş ve böylelikle kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) mankeni oluşturmuştur (Karabacak ve Uğur, 2019; Atakoğlu ve ark, 2020).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte fizyolojik tepkileri taklit eden ve geri bildirim sağlayan yazılımlar ve bilgisayarlı sistemler üretilmiştir. İlk kez sağlık alanında yüksek gerçeklikli simülörler 1990’lı yıllarda kullanılmaya başlanmıştır (Karabacak ve Uğur, 2019; Atakoğlu ve ark, 2020).

Simülasyon Çeşitleri

Düşük ve orta düzey teknolojik özelliklere sahip simülasyonlar

Düşük teknolojik özelliklere sahip simülörler; insan anatomisinin bazı bölgelerini temsil ederler. Genellikle temel psikomotor becerilerin öğrenilmesinde kullanılmaktadırlar. Orta düzey teknolojik özelliklere sahip olanlar ise bazı fizyolojik tepkilerin (örneğin; kalp sesi gibi) tespit edilmesinde öğrencinin becerilerini geliştirmeye yönelik kullanılan araçlardır. Bu araçlar bilgisayara entegre edilerek kullanılabilirler (Karabacak ve Uğur, 2019; Atakoğlu ve ark, 2020).

Anatomik modeller: Pelvis, over, fetüs gibi organların iki ya da üç boyutlu modelleri, normal ve anormal bulguların öğrenimi için kullanılabilir (Şendir, 2013).

Bilgisayar ve internet tabanlı simülasyonlar

İnsan fizyolojisini çeşitli yönleriyle modellemek için tasarlanmışlardır. Öğrencinin klinik karar verebilmesine, uygulama sırasında ve sonrasında geri bildirim alabilmesine olanak sunmaktadır (Atakoğlu ve ark, 2020).

Sanal gerçeklik ve haptik sistemler

Video oyun teknolojisinden esinlenerek geliştirilen bu simülasyonlar, karmaşık fonksiyonların öğrenilmesinde kullanılmaktadır. Sanal ortamda yapılan uygulama ve girişimlerin simülasyon programı tarafından dokunmaya (haptic) cevap olarak mekanik etkiyi ve fizyolojik tepkiyi canlandıran elektronik sistemlerdir. Olgu senaryolarının uygulanmasını sağlayan haptik sistemler, bilgisayar temelli eğitim teknolojilerinin en yüksek seviyesidir. Öğrenciye etkin öğrenme fırsatı sunmakta ve becerilerini geliştirmekte yararlı olmaktadır. Ayrıca öğrencinin objektif değerlendirilmesine de olanak sağlamaktadır. Örneğin; servikal değerlendirme yapan

öğrencinin uygulamasının doğru veya yanlış olduğunun eğitici tarafından saptanmasında yaşanan güçlük, haptik sistem teknolojisinde modelin içine yerleştirilen sensör ile ortadan kalkmaktadır. En büyük avantajı tekrar kullanılabilir olmasıdır, ancak diğer simülasyon maketlerine göre pahalı olması ise dezavantajdır (Durham ve Alden, 2007; Ziva ve ark, 2006; Atakoğlu ve ark, 2020).

Standardize/simüle hasta

Bu teknikte sağlıklı gönüllüler ile vaka senaryolarındaki hasta rolü gerçekçi bir şekilde taklit edilir. Öğrencilerden simüle hasta ve yakını ile etkileşime geçerken hasta hikâyesi alma, fiziksel değerlendirmesi, ekip çalışması, iletişim süreci ve liderlik gibi becerilerini sergilemeleri beklenmektedir. Yüksek maliyet ve süreç yürütülürken yaşanan zorluklar yöntemin dezavantajıdır (Uslu ve Yavuz, 2019; Atakoğlu ve ark, 2020). Yöntem; hasta ile iletişim kurma, anamnez alma, emzirme eğitimleri, aile planlaması eğitimleri, menopoz, infertilite, klinik karar verme gibi yüksek düzey becerilerin kazanımını da sağlamaktadır (Şendir, 2013).

Yüksek gerçeklikli simülasyon

Kişinin yaptığı uygulama ve girişimlere gerçekçi tepkiler vermek üzere programlanmış bilgisayar destekli tam vücut manken olarak kullanılan simülasyon yöntemidir. Sesli ve görsel kayıt sayesinde öğrencinin teknik beceri ve bilgisini, ekip çalışmasını, iletişimini ve eleştirel düşünmesini geliştirmede yardımcı olur. Yüksek gerçeklikli simülatörlerin en büyük avantajı sınırsız tekrarlama ve hızlı geri bildirim alma iken pahalı olması dezavantajı olarak görülmektedir (Karabacak ve Uğur, 2019; Atakoğlu ve ark, 2020).

Ebelikte Simülasyon Eğitiminin Önemi

Ülkemizde öğretim elemanı kadrosunun yetersiz olması ve öğrenci sayılarının her geçen gün artmasıyla birlikte, öğrenciler yeterli değerlendirilememektedir. Bu durum öğrencilerin etkin öğrenememesine ve kendilerini yetersiz hissetmelerine sebep olmaktadır. Hastaya zarar verme korkusu, hastaların öğrenci tarafından kendilerine dokunulmasını istememesi, klinik uygulama alanında yaşanan iletişim bozuklukları öğrencilerin kaygı yaşamasına ve özgüvenlerinin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu olumsuz durum öğrencilerin bilgi ve becerilerini hasta bakımında kullanmalarını engellemektedir. Beceri eğitimi çok önemli olan ebelik mesleğinde, öğrenme sürecinde aktif öğrenme yöntemlerinin kullanımını sağlayan ve bakım yönetiminde yeterlilik ve yetkinlik kazanmasını sağlayan simülasyon temelli eğitim önem kazanmıştır (Atakoğlu ve ark, 2020).

Ebelik eğitiminin amacı, görev ve sorumluluklarını yerine getirebilecek yeterlilikte bilgili ve becerili ebeler mezun etmektir. Özellikle obstetrik ve jinekolojik alanlar güçlü bir bilgi birikimi, ileri teknoloji kullanımı, problem çözme ve kritik karar verme becerilerini gerektirmektedir. Ebelik eğitiminde, hem anne hem de bebeğin güvenliğini sağlamak çok önemli olduğundan

dolayı öğrencileri anne ve bebek ile iletişime geçecekleri klinik uygulamalara hazırlarken tüm bu faktörler dikkate alınmalıdır (Şendir, 2013). Simülasyona dayalı bir eğitim ile öğrenciler klinik uygulama öncesi değerlendirilip, hataları ve eksikleri belirlenerek, önlem alınabilir (Maslovitz vd., 2007; Hazar ve Gültekin, 2019).

Ebelik eğitiminde simülasyonun kullanılması ile ilgili literatürde bir çok çalışma yer almaktadır. Cohen (2012) düşük teknoloji ve yüksek uygunlukta olan obstetrik simülasyon eğitiminin ebeler ve hemşireler için öz yeterlilik değişimi konulu araştırmasında, simülasyon tabanlı eğitim sonrasında katılımcıların öz yeterlilik puanlarının arttığını belirtmiştir (Cohen, 2012). Ebelik öğrencilerinin bilgisayarlı simülasyon uygulaması sonrası görüşlerinin değerlendirilmesi konulu nitel çalışmaya 35 kişi katılmış, çalışma sonrasında simülasyon tabanlı öğrenme, öğrencilerin acil durumlarda liderlik rolünü üstlenmesine ve klinik ortamdaki nadir olayları deneyimlemelerine yardımcı olduğu bulunmuştur (Öztürk, 2018).

Durmaz ve ark. 2017’de yaptıkları çalışmada normal doğum sürecinin yönetimi, bakım, becerileri üzerine yaptıkları çalışmada simülasyon temelli öğretim uygulamalarının ebelik öğrencilerinin becerilerini ve öz yeterliliklerini artırdığı görülmüştür (Durmaz ve ark, 2017).

Nitsche’nin 2015’de yaptığı çalışmada 50 öğrenci ile vajinal muayene ve doğuma yönelik simülasyon uygulaması çalışılmış ve eğitim sonrası öğrencilerin vajinal muayene ile ilgili becerilerinin geliştiği, bulgulara doğruluk oranının arttığı ve klinik uygulama sırasında yeterliliklerinin yükseldiği sonucuna varılmıştır (Nitsche, 2015). Kahraman ve arkadaşlarının yaptığı ebelik öğrencilerine vajinal muayeneyi öğretmeye yönelik kullanılan simülasyon eğitiminin etkinliği konulu sistematik derlemesinde vajinal muayene becerisinin edinilmesinde kullanılan simülasyon eğitimlerinin öğrencilerin becerisi kazanmalarında etkili olduğu bulunmuştur (Kahraman ve ark 2022). Bingöl ve arkadaşlarının hazırladığı ebelik öğrencilerinin doğum simülasyon eğitimi deneyimleri konulu çalışmada simülasyon uygulaması sonrasında öğrencilerden gelen geri bildirimlerin çoğunlukla olumlu yönde olduğu, simülasyonun ayrıca profesyonel ebe kimliğini alabilmelerinde destekleyici rol üstlendiği görülmüştür (Bingöl ve ark, 2020). Bogren ve ark. 2019’da yapmış olduğu bir çalışmada simülasyon eğitiminin ebelik öğrencileri ve akademisyenler açısından oldukça kullanışlı olduğu belirtilmiştir (Bogren ve ark, 2019). Yapılan çalışmalar simülasyon kullanılarak öğrenmenin daha etkili olduğunu desteklemektedir. Beceri eğitiminde sadece yüksek düzey simülatörlerin değil, orta ve düşük düzey simülatör ve maketlerin de öğrenmede etkili olduğu belirtilmiştir (Çalım, 2018).

Ebelik Eğitiminde Simülasyon Kullanımının Yararları

Ebelik eğitiminde simülasyon kullanımının öğrenci, sağlıklı/hasta birey, eğitimciler ve kurum açısından birçok yararı bulunmaktadır. Öğrenciler yanlış yapma ve hastaya zarar verme korkusu, uygulamaları yeterince tekrar edememe, vakaları gözlemleyecek yeterli vaktin olmaması ya da yeterli vaka olmaması gibi durumlar nedeniyle stres ve kaygı yaşamaktadır. Bu durum öğrenmeyi zorlaştırarak, öğrenmenin eksik ve güvensiz bir ortamda gerçekleşmesine neden olmaktadır (Hazar ve Gültekin, 2019). Simülasyon öğrenciye, obstetrik-jinekolojik vaka ile karşılaşma ve pratik yapma fırsatı sağlar. Simülasyon araçları ile gerçekleştirilen eğitim, öğrencinin bu alandaki uygulamaları daha iyi öğrenmesine ve eleştirel düşünme becerisinin artmasına yol açar. Ayrıca hastaya zarar vermeden, istediği kadar tekrarlayarak, yaptığı hatalardan öğrenerek deneyim kazanmasına olanak verir. Kullanılan uygun eğitim yöntemlerinin de yardımı ile öğrenilenlerin uygulamaya aktarımı sağlanmış olur. Öğrencilerin klinik uygulamaya çıkmadan önce öz güvenleri artarken, kaygı ve stresleri azalır. (Şendir, 2013).

Sağlıklı /hasta birey açısından bakıldığında; öğrencilerin anne ve bebeğe zarar vermeden uygulamalarını güvenli bir şekilde normal ve komplikasyonlu durumlar için gerçekleştirme imkanı sağlar. Böylece hasta haklarına uygun, hastanın risk almadığı bir eğitim ve bakım hizmeti gerçekleştirilir (Şendir, 2013). Simülasyon eğitimi doğru şekilde kullanıldığında tıbbi hataların (malpraktis) sayısını ve etkilerini azaltır. Hasta haklarına uygun yaklaşım sağlayarak hasta güvenliğini artırır. Böylece hastalar, deneyimi olmayan öğrenciler tarafından gerçekleştirilecek olan girişim ve uygulamalara karşı korunmuş olur (Şendir, 2013; Hazar ve Gültekin, 2019).

Eğitimciler, simülasyon eğitimleri ile öğrencilerinin eğitim ve değerlendirmelerine aktif olarak katılma, alandaki gelişmeleri öğrenme ve uygulama fırsatı bulurlar. Ayrıca öğrencinin ekip çalışması, iletişim kurma, karmaşık girişimsel beceriler ve klinik karar verme gibi üst düzey becerilerini değerlendirilmesine de olanak sağlanır (Şendir, 2013). Eğitim programının niteliğini ve kurumun hizmet niteliğini arttıran simülasyon eğitimi ayrıca bu eğitim fırsatını sunan kuruma prestij kazandırır (Şendir, 2013).

Simülasyonun Kullanımında Yaşanan Zorluklar

Simülasyon model ve maketlerinin yüksek maliyetli olması, etkin simülasyon modelinin kullanılmaması ve eğitimcinin yeterli bilgi/deneyiminin olmaması gibi zorlukları vardır. Bunun yanı sıra eğitimdeki vakaların gerçek olmaması ve fizyolojik bulguların yetersizliği simülasyonu klinik deneyime göre dezavantajlı yapmaktadır (Atakoğlu ve ark, 2020).

Sonuçlar ve Öneriler

Ebelik eğitiminde ve öğrencilerin becerilerini geliştirmede simülasyon kullanımının faydalı olduğuna dair bir dizi kanıt vardır. Simülasyon eğitiminin olumlu etkilerinin olduğu, öğrencilerin mesleki beceri ve öz yeterliliğini arttırdığı, doğum öncesi, doğum ve doğum sonrası karşılaşılabilecek riskli durumlara yönelik becerileri geliştirmede etkili olduğu görülmüştür. Simülasyon eğitiminin ayrıca klinik etkisi vardır ve didaktik yaklaşımlara göre avantajları bulunmaktadır. Klinik uygulama imkanının az olduğu, özellikle obstetrik acil durumlarda, simülasyon eğitimi müfredatın önemli bir bileşenidir. Simülasyon, uygulamayı geliştirir ve bu nedenle yeterliliğe ulaşmak için geçen süreyi azaltabilir, ancak literatürde simülasyonun klinik uygulamanın yerini alması gerektiğine dair bir kanıt yoktur. Her ne olursa olsun ebelik, klinik uygulama sahası görülmeden, hastaya/gebeye dokunmadan, temas etmeden tam anlamıyla öğrenilmiş olamaz. Ancak yine de simülasyon eğitiminin ebelik öğrencilerinin eğitim hayatına olumlu katkı sağlaması, mesleki beceri ve öz yeterliliğini arttırması nedeniyle eğitimde kullanımının arttırılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Atakoğlu R, Gül A, Türen S, Kıvanç M, Özçalık C, Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon Kullanımının Önemi. Türkiye Sağlık Bilimleri Ve Araştırmaları Dergisi 2020; 3(2), 52-60.
2. Aydın K.Y, Ve Yazıcı S, Ebelik Öğrencilerinin İlk Klinik Deneyim Başlangıcı Ve Sonunda Anksiyete Ve Stres Düzeylerinin Belirlenmesi. Hsp 2017; 4(3):190-195.
3. Bingöl B, Bal M. D, Karakoç A, Aslan B. Ebelik Öğrencilerinin Doğum Simülasyon Eğitimi Deneyimleri. Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2020; (4), 711-718.
4. Bogren M, Rosengren, J, Erlandsson K, Berg M. Build Professional Competence And Equip With Strategies To Empower Midwifery Students—An Interview Study Evaluating A Simulation-Based Learning Course For Midwifery Educators In Bangladesh. Nurse Education In Practice 2019; 35, 27-31.
5. Cohen S.R, Cragin L, Wong B, Walker D.M. Self-Efficacy Change With Lowtech, High-Fidelity Obstetric Simulation Training For Midwives And Nurses In Mexico. Clinical Simulation In Nursing 2012; 8(1):15-24.
6. Çalım S. İ, Öztürk E. Ebelik Beceri Eğitiminde Simülasyon Kullanımı: Sistemik Derleme. Jacs 2018; (12).
7. Çiçek Ö.E. Ebelik Son Sınıf Öğrencilerinin Ebelerin Görev Tanımları Ve Yeterlilik Alanlarına Göre Kendilerini Değerlendirmeleri (Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 2009. (Erişim Tarihi: 10.09.2018).
8. Durham Cf, Alden Kr. Enhancing Patient Safety In Nursing Education Through Patient Simulation. In: Hughes Rg. Patient Safety And Quality: An Evidence-Based Handbook For Nurses. Agency For Healthcare Research And Quality, Rockville, 2007.
9. Durmaz A, Elem E, Unutkan A, Keskin N. Simülasyonun Normal Doğum Becerilerine Ve Öz-Yeterlilik Düzeylerine Etkisi. Journal Of Current Researches On Health Sector. 2017;7(2):41-52.
10. Esencan T. Y, Yıldırım A. D, Daştan K, Güder A. Normal Ve Riskli Doğum Simülasyon Uygulamalarının Ebelik Öğrencilerinin Memnuniyeti Ve Kendine Güvenlerine Etkisinin Değerlendirilmesi. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi 2022; 10(3), 903-917.
11. Hazar, H. U, Gültekin, S. Ebelik Eğitiminde Simülasyon Kullanımı. Life Sciences 2019; 14(3), 74-83.

12. Kahraman A, Aytekin M. Ş, Çetin Ö. Ebelik Öğrencilerine Vajinal Tuşeyi Öğretmeye Yönelik Kullanılan Simülasyon Yöntemlerinin Etkinliği; Sistematik Derleme. Togu Sağlık Bilimleri Dergisi 2022; 2(1), 88-98.
13. Karabacak Ü, Uğur E. Sağlık Bilimlerinde Simülasyon Kavramdan Uygulamaya. Nobel Tıp Kitabevleri: İstanbul, 2019. Isbn: 978-605-335-461-1.
14. Kınık E, Özcan H. Ebelik Eğitiminde Simülasyon Kullanımı, 2022.
15. Maslovitz S, Barkai G, Lessing B.J, Ziv A, Many A. Recurrent Obstetric Management Mistakes Identified By Simulation. Obstetrics & Gynecology 2007; 109(6):1295-1300.
16. Nitsche J. F, Shumard K. M, Fino N. F, Denney J. M, Quinn K. H, Bailey J. C, Brost, B. C. Effectiveness Of Labor Cervical Examination Simulation İn Medical Student Education. Obstetrics & Gynecology 2015; 126, 13-20.
17. Öztürk D. M, Sayiner F. D, Çelik N. Ebelik Öğrencilerinin Bilgisayarlı Simülasyon Uygulaması Sonrası Görüşlerinin Değerlendirilmesi. Sağlık Hizmetleri Ve Eğitimi Dergisi 2018; 2(2), 66-71.
18. Sayiner F.D. Ebelikte Beceri Eğitimi: Sorunlar Ve Çözümler. I. Uluslararası Ve Iı. Ulusal Ebelik Kongresi, Kongre Kitabı, Safranbolu 2011; 35-37.
19. Sezer B, Elçin M. Tıp Eğitiminde Simülasyon. Odabaşı, H.F., Akkoyunlu, B., İşman, A., Eğitim Teknolojileri Okumaları: Sakarya Üniversitesi 2017.
20. Şendir M. Kadın Sağlığı Hemşireliği Eğitiminde Simulasyon Kullanımı. Florence Nightingale Journal Of Nursing 2013; 21(3), 205-212.
21. Türk Dil Kurumu, (2018). Erişim Linki: http://www.tdk.gov.tr/?Option=Com_Karsilik&View=Karsilik&Kategori1=Abecesel&Kelime2=. (Erişim Tarihi: 10.09.2018).
22. Uslu M. Hemşirelik Eğitiminde Standardize Hasta Kullanımı. Kastamonu Education Journal, 2019;27(1): 271-280.
23. Ziva A, Wolpe Pr, Small Sd, Glick, S. Simulation-Based Medical Education: An Ethical Imperative, Simulation İn Healthcare 2006; 1(4):252-256.

THE SPECTRAL AND THERMOMECHANICAL ANALYSIS OF Ag/F IONS SUBSTITUTED BIOCERAMIC REINFORCED MEMBRANES

Mustafa B. TURKOZ

Karabuk University, Faculty of Engineering, Electric and Electronics Engineering, Karabuk-Turkey,
78050

Gürçan YILDIRIM

Abant İzzet Baysal University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering, Bolu-Turkey, 14280

ABSTRACT

Bu çalışmada, biyomedikal uygulamalarda son zamanlarda kullanımına dair araştırmaların yapıldığı hidroksiapatit (HA) ile güçlendirilmiş polimer malzemenin spectral analizi yapılmıştır. Özellikle kemik yaralarında kullanımı önerisi hedeflenen bu malzemenin biyolojik amaçlar için geçerli spectral analizleri yapılmıştır. Polivinil alkol (PVA) ve polidopamin (PDI) polimerleri öncelikle birleştirilerek oluşturulan kompozite Ag ve F iyonu içeren HA seramiği eklenmiştir. Çalışma içeriğinde hem iki iyon içeren HA hem de katkı oranını değiştirilmiş HA kullanılarak iyon ve katkı oranı için ideal bir malzeme oranı belirlenmeye çalışılmıştır. Malzemenin fonksiyonel grupları spectral olarak FT-IR ve RAMAN analizleriyle belirlenmiştir. Aynı zamanda termodinamik performansı TGA, TMA ve Mikro Sertlik analizleriyle belirlenmeye çalışılmıştır. Spektral analiz sonucunda malzemeyi oluşturan ana yapıları ait fonksiyonel gruplar belirlenmiştir. Isıl kararlılığı değerlendirdiğimiz TGA analizinde bu tasarım ile elde edilen ürünün ısıl kararlılığının daha belli bir katkı oranı değerine kadar iyileştiği sonucu elde edilmiştir. TMA ve Sertlik testlerine göre katkı oranları arttıkça elde edilen ürünlerin bir eşik değerine kadar daha yüksek mekanik özellikleri sergilemiştir.

Keywords: Polymer Composite, Hydroxyapatite, Spectral Analsis, Thermomechanic Properties

1. Introduction

Bone has an organic structure consisting of protein collagens and an inorganic structure containing hydroxyapatite (HA, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). The biomineral structure in which these two structures are together is 65-70% bone, 5-8% water and the remaining part is organic phase [1]. HA, which provides mineralization and calcification on the tooth, constitutes more than 95% of the tooth enamel [1, 2]. The dentin part of the tooth consists of organic calcified collagen fibers and an inorganic structure of which at least 90% is hydroxyapatite [2]. HA provides the enamel and dentin layers with high physical strength and anti-wear properties thanks to its tightly packed, arranged hexagonal crystalline microstructure [3]. In addition, HA in the inorganic structure of the tooth prevents the degradation of collagen fibers [4]. Despite its strong support against the degradation of collagen fibers, HA causes lesions on the dentin and/or

enamel that cause decay by dissolving the minerals in the hard tissues of the teeth and destroying the hydroxyapatite structure with acid attacks originating from bacterial metabolisms and/or dietary factors [5–8].

Since the 1970s, biocompatible metal or ceramic biomaterials have been used in the treatment of caries, which have the properties of integrating with living tissues and biological fluids, are sensitive to biological reactions, and will not disrupt the connection between the material and the living structure [9]. These biomaterials should be able to respond to physical effects such as mechanical coercive forces at the place of use, chemical effects such as body fluid and biological effects such as interaction with tissues. For this purpose, studies on the use of HA-containing materials by combining them with different polymers have begun to emerge. For this purpose, productions have been made using some polymers (such as PVA, PAN, PLGA, chitosan, Gelatin) known for their biocompatible or biodegradable properties and bioceramics (such as hydroxyapatite) with known biocompatibility properties.

The effectiveness of the model has extensively been determined by physicochemical experiments. For this purpose the functional groups in the new matrices were determined by FTIR and RAMAN measurements. Furthermore, the changes in thermos-mechanical properties were experimentally determined by Thermogravimetric analysis (TGA) and Thermo-mechanical analysis (TMA), respectively.

2. Material and methods

2.1 Chemicals

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, XG and PEI, L929 Fibroblast and Mesenchymal stem cells (MSC) were used. 89% DMEM (Capricorn), 10% Fetal Bovine Serum (FBS; Capricorn), 1% L-glutamine (Capricorn), 1% Penicillin/Streptomycin (Biological Industries) antibiotic were used as the complete (complete) culture medium of the cells. 0.05% Trypsin–EDTA solution (Trypsin–Ethylenediamine tetraacetic acid, Capricorn) was used to remove cells from culture flasks, and 1X Calcium/Magnesium-free phosphate buffer (PBS, Biological Industries) was used for washing and cleaning processes. Trypan blue was used for cell count (1:1 ratio). In the cytotoxicity test, cell viability was determined by using the tetrazolium salt MTT (serva, Israel). In the definition of cell culture studies; performed using serological pipettes, culture dishes, and multi-well plates (Corning, USA).

2.2. Fabrication of PVA/PDI/dHA composite films

PVA/PDA/dHA biyokompozit filmler yoğunlaştırma yoluyla elde edilmiştir. Bu amaçla ilk olarak PVA ve PDI polidopamin kaplı HA nanopartiküller üretilmiştir. Bu çalışmada kullanılan

HA nanopartiküller kalsiyum nitrat ve diamonyum fosfat çözeltileri kullanılarak üretilmiştir [16]. Bu amaçla HA nanopartikülleri PVA/PDA solüsyonunda (10 ml, %11 w/v) 5.000 rpm karıştırma hızında 10 dakika ve 70 °C su banyosunda 1 ml Gliserin/Boraks (1 ml) ile eklenmiştir. Bu sıcaklıkta 15 dakika karıştırılan kompozit solüsyon petri kabına döküldü ve 24 saat oda sıcaklığında tutuldu. PVA/PDA/dHA kompozit filmin özellikleri aynı koşullarda hazırlanan PVA/PDA ile karşılaştırılmıştır.

2.3. Physicochemical Characterization

Spectroscopic Analysis:

FTIR (Bruker Vertex V70) analysis was performed in the wavelength range of 400-4000 cm^{-1} to determine the functional groups of polymer composites. Raman spectroscopy (Senterra Bruker 0242 ECC01 brand) was exerted to investigate the presence and effects of the main structure of polymer composite. Also, Raman (Bruker) System using 532 nm wavelength laser sources were adjustable between 0.2mW and 20mW. The spectral acquisition time for each collection spot was 60 s under 20mW laser power applied. Raman shifts were recorded in the spectral region of 400–3500 cm^{-1} using 25x1000 μm apertures.

Thermo-mechanical Analysis

Thermal stability of composite films was determined using Thermogravimetric analysis (TGA). Samples with a weight of approximately 3 mg were analyzed by heating from room temperature to 250 °C at a heating rate of 5 °C/min. Thermomechanical investigation (TMA) was conducted for the samples with approximately 25 mg weight and 1.00 mm thick (Mettler – Toledo / TMA / SDTA 841 brand). The tablet was placed into a corundum crucible and then pressed by a penetrating ram with a flat end. A load of 2 g was added to the ram to keep a pressure at the interface between the ram and sample tablet. When the sample was heated from -10 °C temperature to 100 °C with the heating raio of 5 °C/min, the ram and sample were in constant and tight contact with the aid of the load pressure. TMA trace depending on the displacement of ram was expressed to be a percentage of sample original height at a specific temperature. Vickers hardness tests are performed at room temperature using Shimadzu HVM-2 model digital tester by applying a test load of 1.921 N to different positions on the sample surfaces for 10 seconds. Microhardness parameters of materials prepared were defined using the formula of $H_V = 1.8544 \times (F/d^2)$ with the average size of indentation depth lengths (with about $\pm 0.1 \mu\text{m}$ accuracy). Here, F is the applied notch test load when d is the average value of the diagonal length.

3. Result and Discussion

Spectral Analysis

FTIR and RAMAN analyzes were performed for the spectral analyzes of PVA/PDA and hydroxyapatite polymer composites containing different doped ions. The results of the FTIR analysis performed to determine the structural properties of the manufactured materials are shown in Figure 1. The main characteristic stress and bending vibration bands of O-H, C-H, C-O and C=O groups observed for the PVA/PDA material constituting the main structure were observed in accordance with the literature [10,11]. The hydroxyl stretch band was observed for each group in the range of 3000-3200 cm^{-1} . Asymmetric and symmetrical C-H stretch bands containing methylene groups were observed at 2900 and 2990 cm^{-1} . In addition, the relatively large spectrum in this region was evaluated as a result of the asymmetric and symmetric stretching of the CH_3 groups and the CH_2 groups. The C=O (carboxylate) band was observed at 1700-1750 cm^{-1} . O-H bending vibration bands for the main polymer PVA were seen at 1250-1280 cm^{-1} [12]. It was observed that the band density decreased in general of the composite materials produced. Similarly, it was noted that the density of the O-H stretch band decreased at about 3400 cm^{-1} . This shows that the OH groups of PVA are protected due to strong intermolecular forces such as the hydroxyl group of PVA and the hydrogen bonding between nanoparticles and polymers that make up the bioceramic containing composite. For the PDA used in production, characteristic peaks of 2940-2960 cm^{-1} and 1610-1620 cm^{-1} were assigned to the stretching vibration of methylene and amide [13], respectively. Combination frequency of C-H and O-H groups was seen as a weak band. The remarkable band at 1090-1100 cm^{-1} corresponds to the stretching mode of C-O for the PVA material. Bands of 920-930 cm^{-1} and isotactic PVA are thought to represent the stretching mode of syndiotactic C-O, which is practically undetectable in the IR spectrum [14].

PO_4^{3-} , OH^- , CO_3^{2-} and HPO_4^{2-} component groups of HA containing Ag/F ions in the polymer matrix were also tried to be determined by FTIR analysis. The penetration potential into the polymer matrix content was also determined in this way. Although the presence of some overlapping peaks of the polymer matrix and HA makes clear expression difficult, the main peaks of HA were observed as meat in these graphs. The inherited wavelength values of the bending vibration (ν_2) of the PO_4^{3-} groups were found to be observed in the range of about 460-480 cm^{-1} [15]. When O-P-O bending vibration (ν_4) is observed between 565 and 615 cm^{-1} , symmetrical tension vibration for P-O (ν_1) is observed in the range of 965-980 cm^{-1} . In addition, the OH-vibration (ν_1) mode was observed at 1015-1040 cm^{-1} and 1100-1150 cm^{-1} for the asymmetric stress vibrational mode of P-O (ν_3). Possible OH^- (ν_s) vibration peak at

3600 cm^{-1} wavelength was not observed. In addition, very weak intensity PO_4^{3-} -asymmetric stretching vibration (ν_3) and symmetrical stretching vibration (ν_1) absorption bands were found to be very weak in the wavelength range of 21950 cm^{-1} and 2050 cm^{-1} .

At the same time, intense H_2O , NO_3^- and NH_4^+ group peaks and impurities were not observed in the obtained spectra due to synthesis parameters. This finding demonstrates that the manufacturing processes superiorly remove impurities within ideal manufacturing parameters.

With RAMAN analysis, which is another spectral analysis method, it was tried to obtain detailed information about the chemical structure phase and polymorphy. The crystallinity and molecular interactions of composite materials containing only polymer and Ha are shown in Figure 2. Raman spectroscopic method is an important technique used in the characterization of molecular structure and understanding the mechanisms of chemical reactions involving chemical species. In addition, Raman analysis was preferred in this study to evaluate the sample properties of a mineral such as HA, such as macro-microcrystalline, homogeneity and surface conditions. As is well known, Raman spectra of crystalline samples exhibit sharp peaks, while amorphous or polycrystalline samples show very broad flat peaks [16-17].

PVA/PDA spectra that make up the composite from RAMAN analysis were tried to be determined. $\nu_s(\text{CH}_2)$ and $\nu(\text{CH})$ bands were observed at 2700-3050 cm^{-1} . However, the (CC) vibration is at 840-860 cm^{-1} , (CH_2) vibration is at 910-920 cm^{-1} , the OH- spectrum is at 1090-1100 cm^{-1} , the presence of CO is at 1700-1720 cm^{-1} . has also been observed [18]. In the composite material, the distinctive polymer phase was clearly observed in the range of 2800-3000 cm^{-1} . The peaks at 850-900 cm^{-1} and 1340-1360 cm^{-1} , which clearly show the polymer group, are not clear due to overlap with HA. In the obtained spectra, no impurities were found in the peaks of both the polymer and the HA-containing composite. It is clear that the observed Raman wave numbers for HA are in agreement with the literature [19]. It appears that the very intense ν_1 (PO_4^{3-}) band, corresponding to the symmetrical P-O stretching mode for free phosphate ions, is observed at 962 cm^{-1} and is indeed characteristic for HA in Raman spectra. Also, the asymmetric P-O vibrations of the phosphate modes appearing at wavelengths of 1075 cm^{-1} for ν_3 (PO_4^{3-}) and 1045 cm^{-1} for ν_3 (PO_4^{3-}) could be distinguished from the spectra. O-P-O bending vibration was found to occur at ν_4 (PO_4^{3-}) at 584 cm^{-1} and at ν_2 (PO_4^{3-}) at 432 cm^{-1} [20]. In addition, the peak observed around 3000 cm^{-1} wavelength was defined by the band belonging to the OH- group in PVA. The Raman spectrum obtained after the reaction shows that HA is incorporated into the PVA polymer matrix. Since the spectrum obtained in Raman analysis is region sensitive (Raman tip touches and first contact of light), analysis results will affect the results in a possible inhomogeneous condition according to the change in the

material surface. In addition, the obtained Raman spectra are similar in every region of the material. Thus, it can be concluded that we obtained a homogeneous distribution for the samples studied.

Thermal and Mechanical Analysis

TGA Analysis

The thermal stability of composite materials as a function of temperature and time has been tried to be determined by TGA analysis. Thermogravimetry, differential thermogravimetry curves (DTG) and DTA curves of the composite containing polymer matrix and HA are shown in Figure 3, where the weight loss in mg/°C is given for 5 mg of all samples. After heat treatment, the HA-free polymer exhibited a 25% mass loss, while the HA-containing materials exhibited a mass loss of 7-10%. This result clearly shows that materials containing HA contribute to the thermal absorbance. The change in the amount of doped ions within the HA group did not cause a remarkable change in the mass loss in itself. When the TGA curves are examined, the loss observed in all samples up to a temperature of about 100 °C is due to the removal of volatile components in the structure of the material. However, the peak observed in the degradation curve of the polymer matrix in the range of about 140-150 °C was observed as high up to 170 °C in groups containing HA. This increase is thought to be due to the strong hydrogen bonds between the HA molecules and the polymer. As a result, it can be said that the thermal stability of HA nanoparticles increases with the addition of PVA structure. Knowing the thermal properties is important in determining the response of the material to thermal stresses. The presence of HA caused the thermal response to increase several degrees due to both water holding capacity and heat absorbing capacity. Since HA is ceramic, its water and heat retention properties force the thermal stability to move upwards. This causes the heat sensitivity of the polymer to be increased. A mass loss is observed that starts just above 100°C and continues in all curves. However, this mass loss curve is relatively flat in polymer matrix compared to HA-containing composite [21-22]. A second mass loss point started at slightly above 150°C in all HA-containing composites. After this point, which we will associate with the OH- losses and the removal of organic volatiles from the structure, the losses are characterized as the last source of mass loss [23]. The degradation peaks of the HA-containing composite samples showed less loss. It shifted the onset of the second loss point to higher temperatures. It was concluded that the designed new product became more stable due to the chemical reactions between the HA mineral and the polymer matrix.

TM Analysis

Each of the products designed with TMA was loaded at temperatures ranging from -10°C to a maximum of $+50^{\circ}\text{C}$ for polymer matrix and $+100^{\circ}\text{C}$ for composites containing HA. Dimensional changes and mechanical properties in thermal condition depending on time and applied force are shown in Figure 4. The variation in graph slope versus temperature was accepted as the glass transition point [24]. In this study, the change in graph slope for polymer matrix was just above 45°C , while this transition point started just above 60°C for HA-containing composites. At 50°C , the polymer matrix exhibited a thermal expansion of 0.5%, while composites containing HA reached a thermal expansion of 10-47%. This difference is thought to be due to more hydrogen bonds formed between the filler and the polymer matrix. A remarkable difference occurred in the composite containing HA. With the increase in Ag ions added to HA content, the elongation decreased to 10%, especially in the HA composite containing 10% silver. However, the elongation values of 40% for 1%, 47% for 2%, and 35% for 5% were obtained. The best elongation result was observed in the composite containing HA with 2% additive ratio.

Since very high temperatures are required for the thermomechanical properties of HA, the mechanical properties showed an upward trend with the heat absorption and bonding of HA with the polymer matrix [25]. When the temperature value reached the maximum temperature, the material lengths were obtained as 10.64 mm (polymer matrix), 13.20 mm (1 Ag), 14.80mm (2 Ag), 11.34 mm (5 Ag) and 10.63 mm (10 Ag). If we look at the thermostability of the materials, the composite samples containing HA showed a stable state at 100°C [26]. On the other hand, the composite containing 2Ag HA gave better results in terms of dimensional stability than the polymer matrix. This behavior can be predicted for polymer with inorganic content. Since inorganic HA minerals are sensitive only at high temperatures, they show a very low sensitivity to these temperatures and contribute to the dimensional stability of the polymer matrix composite. However, since the capacity of HA to absorb some of the applied heat significantly increases the polymer chain mobility, it is thought to cause an increase in linear expansion.

Hardness Analysis (HVc)

Another analysis used to determine the mechanical properties of the material against mechanical stress is the microhardness analysis. Loading-unloading hardness analysis results are shown in Figure 5. The hardness value was also read according to the difference in the lengths of the contact indentation depth. While 0.017 GPa values were obtained for the polymer matrix, 0.036 GPa (1 Ag), 0.050 GPa (2 Ag), 0.042 GPa (5 Ag) and 0.038 GPa (10 Ag) values

were obtained for the HA-containing composite. According to the results, composite containing HA exhibited higher hardness values. While HA composites exhibited an increasing hardness according to the increasing additive ratio, they showed a decreasing trend again after 2 Ag additives. This increase in hardness caused by the addition of ceramic material into the polymer matrix caused an increase in the mechanical properties of the material. In addition, due to the different electron configurations and chemical valence electron states of HA atoms, the addition of HA mineral to the system leads to new strong ionic and especially hydrogen bond formations. In more detail, it is clear that the HA mineral triggers the formation of new areas of surface residual compressive stress (known as strength zones) built on the lattice strain areas, and as a result of the stress reduction, the resistant phase stabilizes as much as possible. At the same time, according to the experimental findings observed from the hardness measurements, it was found that the mechanical performance properties were significantly increased due to the formation of new ionic and hydrogen bonds between the host atoms and foreign atoms. In this respect, the presence of HA makes the hydrogen bond formations much better and causes the bond directions to expand at certain and certain angles. That is, the presence of HA can increase the number of possibilities of active operable slip systems.

4 Conclusions

As a result, the ideal 2Ag-containing HA composite showed more positive results in the investigated characterization parameters. It was concluded that the partial change of polymer and ceramic in the crystal structures contributed positively to the spectral and thermomechanical properties of the materials. It was also concluded that with the increase in the additive ratios, the properties examined at a critical point began to deteriorate. The experimental method carried out in this study is basically sufficient to determine only the spectral and thermomechanical nature of the tests and researches to be made in the use of a material as a medical device.

Declaration of interests

The author declares that there are no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Data availability statements The datasets used or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

References

[1] M. Sadat-Shojai, M.-T. Khorasani, E. Dinpanah-Khoshdargi, and A. Jamshidi, "Synthesis methods for nanosized hydroxyapatite with diverse structures," *Acta Biomater.*, vol. 9, no. 8, pp. 7591–7621, 2013.

- [2] M. Balooch, S. Habelitz, J. H. Kinney, S. J. Marshall, and G. W. Marshall, "Mechanical properties of mineralized collagen fibrils as influenced by demineralization," *J. Struct. Biol.*, vol. 162, no. 3, pp. 404–410, 2008.
- [3] S. Baglar, U. Erdem, M. Dogan, and M. Turkoz, "Dentinal tubule occluding capability of nano-hydroxyapatite; The in-vitro evaluation," *Microsc. Res. Tech.*, vol. 81, no. 8, pp. 843–854, 2018.
- [4] M. R. de Oliveira Carrilho, F. R. Tay, D. H. Pashley, L. Tjäderhane, and R. M. Carvalho, "Mechanical stability of resin–dentin bond components," *Dent. Mater.*, vol. 21, no. 3, pp. 232–241, 2005.
- [5] C. H. Chu, E. C. M. Lo, and H. C. Lin, "Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children," *J. Dent. Res.*, vol. 81, no. 11, pp. 767–770, 2002.
- [6] J. C. Llodra, A. Rodriguez, B. Ferrer, V. Menardia, T. Ramos, and M. Morato, "Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial," *J. Dent. Res.*, vol. 84, no. 8, pp. 721–724, 2005.
- [7] H. P. Tan, E. C. M. Lo, J. E. Dyson, Y. Luo, and E. F. Corbet, "A randomized trial on root caries prevention in elders," *J. Dent. Res.*, vol. 89, no. 10, pp. 1086–1090, 2010.
- [8] W. Zhang, C. McGrath, E. C. M. Lo, and J. Y. Li, "Silver diamine fluoride and education to prevent and arrest root caries among community-dwelling elders," *Caries Res.*, vol. 47, no. 4, pp. 284–290, 2013.
- [9] C. S. Ciobanu, S. L. Iconaru, C. L. Popa, M. Motelica-Heino, and D. Predoi, "Evaluation of samarium doped hydroxyapatite, ceramics for medical application: Antimicrobial activity," *J. Nanomater.*, vol. 2015, p. 14, 2015.
- [10] Balgová, Z., Palou, M., Wasserbauer, J., Lutisanova, G., & Kozánková, J. (2013). Preparation, characterization and in vitro bioactivity of polyvinyl alcohol-hydroxyapatite biphasic membranes. *Acta Chimica Slovaca*, 6(1), 8.
- [11] Wang H, Li Y, Zuo Y, Li J, Ma S, Cheng L (2007) *Biomaterials* 28: 3338–3348.
- [12] Hassan C. M., Peppas N. A., Cellular PVA hydrogels produced by freeze/thawing, *J Appl. Polym. Sci.*, 2000, 76:2075
- [13] Tao, B., Lin, C., Guo, A., Yu, Y., Qin, X., Li, K., ... & Chen, L. (2021). Fabrication of copper ions-substituted hydroxyapatite/polydopamine nanocomposites with high antibacterial and angiogenesis effects for promoting infected wound healing. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 104, 345-355.
- [14] Ouda, M., Ibrahim, Y., Kallem, P., Govindan, B., Banat, F., & Hasan, S. W. (2022). Highly permeable, environmentally-friendly, antifouling polylactic acid-hydroxyapatite/polydopamine (PLA-HAp/PDA) ultrafiltration membranes. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129871.
- [15] Rehman, I., & Bonfield, W. J. J. (1997). Characterization of hydroxyapatite and carbonated apatite by photo acoustic FTIR spectroscopy. *Journal of materials science: Materials in medicine*, 8(1), 1-4.
- [16] Prekajski, M. D., Jokić, B. M., Kalijadis, A., Maletaškić, J., Stanković, N., Luković, J. M., & Matović, B. (2016). Synthesis of silver doped hydroxyapatite nanospheres using Ouzo effect. *Processing and Application of Ceramics*, 10(3), 169-174.

- [17] Cooney, T. F.; Wange, L.; Shaarma, S. K.; Gauldie, R. W.; Mon-tana, A. J. J Polym Sci, Part B: Polym Phys 1994, 32, 1163–1174.
- [18] Nandakumar, P.; Vijayan, C.; Rajalakshmi, M.; Arora, A. K.;Murti, Y. V. G. S. Physica E 2001, 11 (4), 377.
- [19] Badr, Y. A., Abd El-Kader, K. M., & Khafagy, R. M. (2004). Raman spectroscopic study of CdS, PVA composite films. Journal of applied polymer science, 92(3), 1984-1992.
- [20] Richter, H.; Wang, Z. P.; Ley, L. Solid State Commun 1981, 39, 625.
- [21] Awada H. and Daneualt C., "chemical modification of poly (vinyl alcohol) in water", applied science, Vol.5 , 2015 , PP.840 - 850
- [22] Negim E.S.M.,Rakhmetullayeva R.K. ,Yeligbayeva G.Zh. ,Urkimbaeva P.I. ,Primzharova S.T. ,Kaldybekov D.B.,Khatib J.M. ,Mun G.A.,Craig W., "improving biodegradability of poly vinyl alcohol / starch blend films for packaging applications" international journal of basic and applied science ,Vol.3,No. 3, 2014 , PP.263 - 273
- [23] Ahad N. ,Eliassaion and Gharibshahi E. , "structural,thermal and electrical properties of pva-sodium salicylate solid composite polymer electrolyte", journal of nano materials ,Vol.2012,Articale ID 857569.
- [24] Hasan, M., Das, S. K., Islam, J. M., Gafur, M. A., Hoque, E., & Khan, M. A. (2013). Thermal properties of carbon nanotube (CNT) reinforced polyvinyl alcohol (PVA) composites. International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy, 12.
- [25] Sofronia, A. M., Baies, R., Anghel, E. M., Marinescu, C. A., & Tanasescu, S. (2014). Thermal and structural characterization of synthetic and natural nanocrystalline hydroxyapatite. Materials Science and Engineering: C, 43, 153-163.
- [26] Tsukada, M., Freddi, G., & Crighton, J. S. (1994). Structure and compatibility of poly (vinyl alcohol)-silk fibroin (PVA/SA) blend films. Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics, 32(2), 243-248.

Figure Caption:

Figure 1 FTIR images of PVA/PDA (a), PVA/PDA/dHA (1Ag (b), 2Ag (c), 5Ag (d), 10Ag (e) composites

Figure 2 RAMAN images of PVA/PDA (a), PVA/PDA/dHA (1Ag (b), 2Ag (c), 5Ag (d), 10Ag (e) composites

Figure 3 TGA images of PVA/PDA (a), PVA/PDA/dHA (1Ag (b), 2Ag (c), 5Ag (d), 10Ag (e) composites

Figure 4 TMA images of PVA/PDA (a), PVA/PDA/dHA (1Ag (b), 2Ag (c), 5Ag (d), 10Ag (e) composites

Figure 5 MicroHardness of PVA/PDA (a), PVA/PDA/dHA (1Ag (b), 2Ag (c), 5Ag (d), 10Ag (e) composites

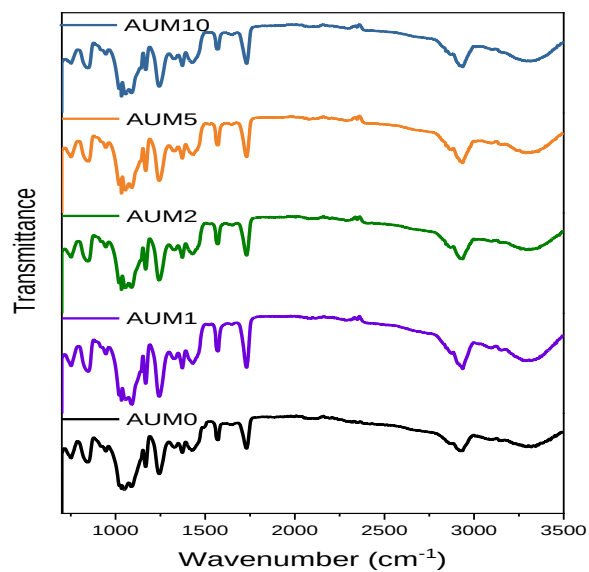


Figure 1

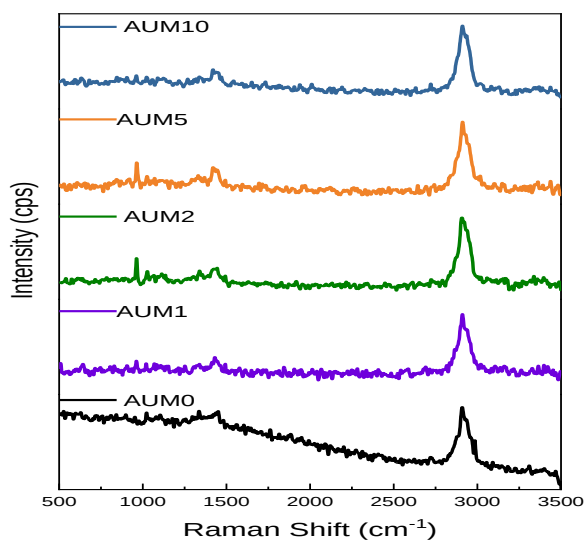


Figure 2

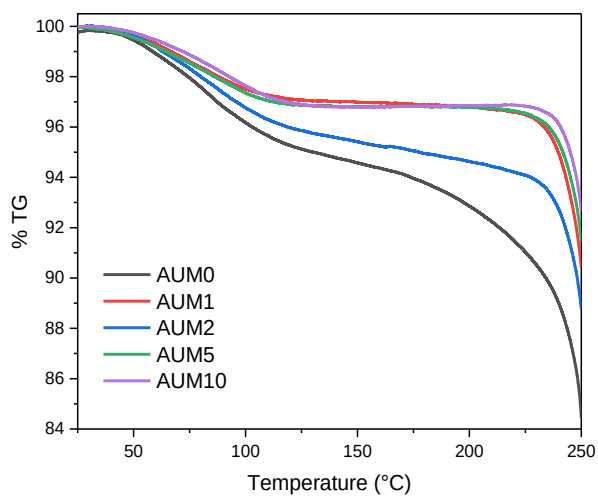


Figure 3

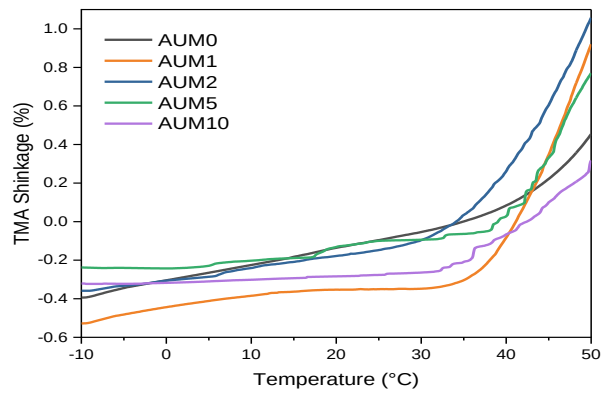


Figure 4

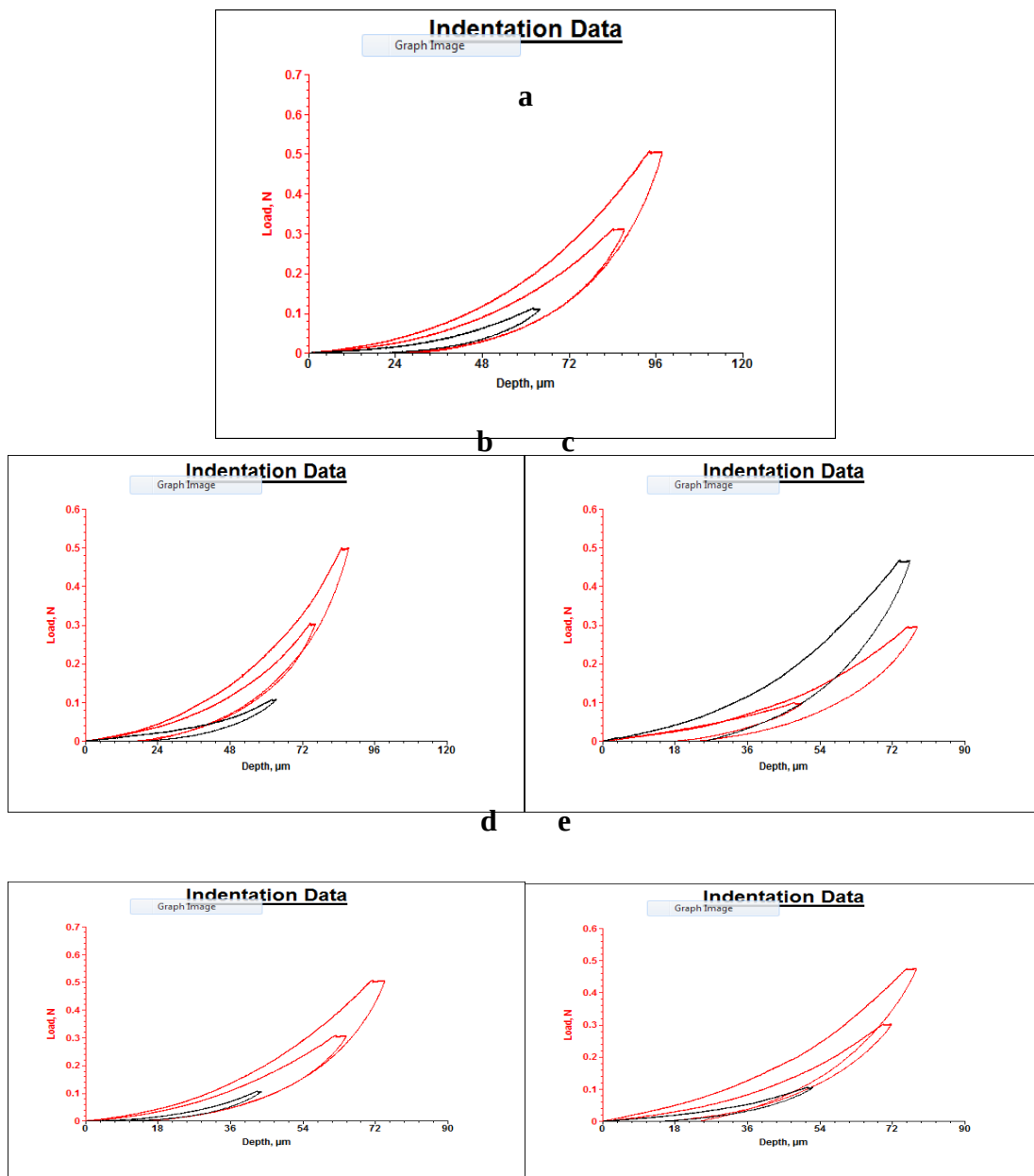


Figure 5

INVESTIGATION OF EFFECT OF Eu IMPURITY ON SLIP SYSTEMS IN Bi-2212 CRYSTAL SYSTEM WITH VICKERS MICROINDENTATION HARDNESS METHOD

Mustafa B. TURKOZ

Karabuk University, Faculty of Engineering, Electric and Electronics Engineering, Karabuk-Turkey, 78050

Umit ERDEM

Kirikkale University, Scientific and Tech. Research Center, Kirikkale-Turkey, 71450

Gurcan YILDIRIM

Abant Izzet Baysal University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering, Bolu-Turkey, 14280

ABSTRACT

This study focuses sensitively on the variation of key mechanical design performances (microhardness, mechanical durability, elastic modulus, mechanical yield strength, fracture strength, shear modulus, and resilience) and mechanical characteristic features (typical indentation size effect or unconventional reverse indentation size effect) of $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}$ (Bi-2212) ceramic compounds over the europium impurity addition with different molar addition ratio in a range of $0 \leq x \leq 0.1$. The materials are prepared by means of the standard solid-state reaction methods. The experimental measurements are conducted by using Vickers microindentation hardness tests intervals of 0.245 N-2.940 N. It is observed from the experimental results that the presence of Eu impurity harms the key mechanical design performance parameters due to the increase of stress raisers, stress concentration regions, and permanent crystal structure problems in the Bi-2212 ceramic materials. thus, the increase in the Eu addition level encourages the crack and associated defects to propagate rapidly and reach the terminal velocity for the critical crack size at a relatively lower test load. All in all, the pure ceramic shows the highest mechanical performance due to the least response and sensitivity to the applied test load whereas the Bi-2212 material produced with the maximum Eu impurity level exhibits the lowest performance features to the applied test loads. Moreover, every ceramic material studied shows the standard indentation size effect (ISE) behavior due to the appearance of elastic and plastic deformations simultaneously in the crystal system. However, the experimental data indicate that the increase in the impurity leads to degradation of the typical ISE feature of the Bi-2212 ceramic system.

Keywords: Bi-2212 ceramics; Eu addition; Vickers microhardness tests; Mechanical performance; ISE.

1. Introduction

The resistance of the ceramic material to permanent shape changes is known to be a microhardness parameter under the applied test loads [1, 2]. In the microhardness measurement tests, an indentation is severely forced using a controlled load to leave a notch on the sample

surface. The notches left within the diagonal geometry are numerically recorded and the average values of indentation sizes determined are taken to find the microhardness parameters. Hence, one can decide whether the material is soft or hard concerning the penetration depth parameters (to be used to convert to numeric values of microhardness parameters) of indentation [3–6]. According to the Vickers microhardness parameter, the indenter penetrates much deeper and larger into the material studied. On the other hand, if the material surface is harder enough, the indenter can leave shallow marks on the specimen surface [7]. Thus, the question “what do these measurement results do” appears immediately. As well known, the penetration depth is related to the deformation degree that is directly the average economic service life and can wholly be determined from the experimental microhardness measurement tests [8–11]. In other words, the Vickers microhardness results enable us to find the fundamental mechanical performance quantities (microhardness, mechanical durability, elastic modulus, mechanical yield strength, fracture strength, ductility, elastic stiffness coefficient, and brittleness index shear modulus, and resilience) and mechanical characteristic (typical indentation size effect or unconventional reverse indentation size effect) properties. The findings are totally useful parameters to decide the economic service life and especially the application fields of a material [12, 13].

In the present study, the differentiation of key mechanical design performances and mechanical characteristic features of $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}$ (Bi-2212) ceramic compounds with the europium impurity addition with different mole-to-mole ratios between 0 and 0.1 is examined by means of Vickers microindentation hardness tests intervals of 0.245 N–2.940 N. The experimental results obtained indicate that the increase in the Eu impurity addition level in the bulk Bi-2212 ceramic material damages seriously all the mechanical features mentioned above [8, 9].

2. Experimental details for Mn added $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y$ advanced ceramic materials

This study is a part of systematic identification research founded on the investigation of the influence of europium impurity addition on the fundamental identification features including electrical, superconducting, flux pinning, crystallinity quality, microstructural, physical, modulation, pairing mechanism, crystallization reaction kinetics, nucleation stability, crystallization temperature, formation of discrete pancakelike, morphological, slip system, key mechanical performance, and mechanical characteristic properties of Bi-2212 ceramic compounds. In the current work, the role of europium impurity addition on the key mechanical design performances (microhardness, mechanical durability, elastic modulus, mechanical yield strength, fracture strength, shear modulus, and resilience) and mechanical characteristic features (typical indentation size effect or unconventional reverse indentation size effect). One

can encounter all the experimental electrical resistivities and superconducting parameters in Ref. [14]. Similarly, the important detail for processes of material production, experimental procedures (purity of chemical powders, heat-treatment methods, digital tester, instruments, tool, set-ups, impurity addition level, calcination and sintering temperature, ambient conditions, milling process, abbreviation of pure and Eu-added samples, palletization loads and time, heating and cooling rates) was thoroughly given in Ref. [14]. The basic key mechanical design performance and general mechanical characteristic features of pure and Eu-added bulk $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y$ superconducting ceramic compounds are properly examined by using Vickers microindentation hardness measurements performed by a SHIMADZU HVM-2 model digital tester in the atmospheric air conditions. The different applied microindentation test (with a small diamond indenter within the pyramidal geometry) loads varying from 0.245 N to 2.940 N are directly applied to the different selected sites of specimen surfaces for the duration of 10 seconds. The experiments are repeated 5 times to detect the average indentation diagonal lengths (to determine the average of two impression lengths). After the measure of indentation diagonal lengths with the calibrated microscope, the microindentation hardness parameters are determined. The experimental findings are used to discuss the effect of Eu impurity addition on the fundamental key mechanical design parameters including the Vickers microhardness, modulus of elasticity, mechanical durability, mechanical yield strength, fracture strength, shear modulus, and resilience modulus [15]. At the same time, the microindentation hardness parameters are used to find the variation of mechanical characteristic features such as typical indentation size effect and untypical reverse indentation size effect with the Eu addition level.

3. Results and discussion

The variation of key mechanical design parameters of Bi-2212 ceramic compounds over the europium oxide impurity is experimentally analyzed by Vickers microindentation hardness experiments. The measurement results are depicted in Fig. 1. It is visible from the figure that each ceramic compound exhibits different mechanical performances depending on both the Eu impurity addition level and applied test loads. The increase in the Eu impurity in the Bi-2212 ceramic crystal system leads to the dramatic change in the microhardness parameters due to the induction of new permanent crystal structure problems including microcrystal coalescence orientations, microvoids, cracks, and interaction problems between grains. Hence, the increase in the nucleation of cracks, stress raiser, and concentration regions based on the permanent and non-recoverable stress sites triggers the activation of stress-induced phase transformation in the bulk Bi-2212 ceramic system. Hence, the fracture strength is noted to decrease as much as possible with the increase in the Eu impurity level. Besides, the applied test load encourages the increment in the stress raiser and concentration regions. Based on the increment of the stress

concentration sites, the crack and associated defects propagate rapidly and reach the terminal velocity for the critical crack size at a relatively lower test load.

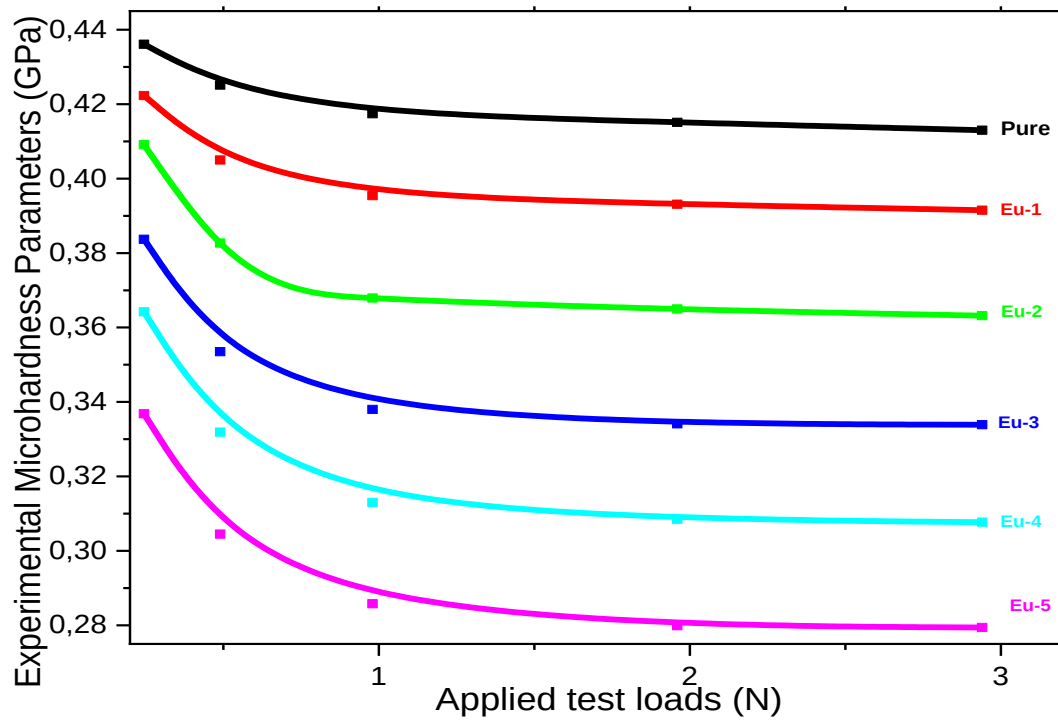


Fig. 1 Differentiation of microindentation test load hardness parameters

Moreover, the experimental findings provided in Fig. 1 clearly reveal that the pure and Eu-added Bi-2212 ceramic compounds possess the standard indentation size effect behavior. Thus, both the elastic and plastic deformations appear simultaneously due to the presence of a recovery mechanism. However, it should be noted that the ISE characteristic behavior gets worse and worse with the increase in the addition level due to the increase in the new permanent crystal structure problems and stress concentration regions in the Bi-2212 superconducting matrix. On this basis, the bulk Bi-2212 ceramic compound with the highest Eu addition level shows the worst ISE characteristic behavior.

We also examine the fundamental key design mechanical performance features such as microhardness (H_v), Young's modulus (resistance towards to plastic deformation abbreviated E), mechanical yield strength (beginning point of permanent plastic deformation and called Y), shear modulus (modulus of rigidity and measurement of elastic shear stiffness and identified as G) and resilience (capability of a material to absorb energy when elastically deformed, and release of energy after unloading and abbreviated U_r) parameters via the true microindentation hardness values using the following relations (1–5):

$$H_V = 1854.4 \left(\frac{F}{d^2} \right) \quad (1)$$

$$E = 81.9635 H_V \quad (2)$$

$$Y \approx \frac{H_V}{3} \quad (3)$$

$$U_r = Y^2 / 2E \quad (4)$$

$$E = 2G(1 + \nu) \quad (5)$$

One can encounter every true Vickers microindentation parameter computed in Table 1. According to the results given in the table, all the key design parameters are noted to change harshly with increasing the Eu impurity levels and applied test loads. Roughly, it is visible from the table that all the properties such as H_V , E , Y , G , and U_r are observed to reduce systematically depending on the increment in the Eu impurity levels and especially test loads applied due to the typical indentation size effect (ISE) characteristic feature of pure and Eu-added Bi-2212 ceramic compounds. This means that Vickers microhardness parameters are noted to non-linearly decrease with the increase of test load magnitude [16–18] (See Fig. 1). In other words, the recovery mechanism (depending on the surface energy) is found to be the predominant character (but regular decrease trend with the Eu impurity addition level) for all the Bi-2212 superconducting materials [19–21].

As for the evaluation of all the experimental findings separately, the pure sample shows the highest microhardness parameters (determined from Eq. 1) at any applied test loads. Numerically, the maximum H_V value of 0.4361 GPa is observed at an applied test load of 0.245 N for the pure sample when with increasing the applied loads the parameters are obtained to decrease from 0.4361 GPa to 0.4130 GPa at the largest test load of 2.940 N.

Table 1 Variation of H_v , E , Y , U_r , and G parameters as a function of applied test load

<i>Samples</i>	<i>F (N)</i>	<i>H_v (GPa)</i>	<i>E (GPa)</i>	<i>Y (GPa)</i>	<i>U_r(MPa)</i>	<i>G(GPa)</i>
Pure	0.245	0.4361	35.7443	0.1454	0.2956	14.2977
	0.490	0.4251	34.8427	0.1417	0.2881	13.9371
	0.980	0.4174	34.2116	0.1391	0.2829	13.6846
	1.960	0.4151	34.0230	0.1384	0.2814	13.6092
	2.940	0.4130	33.8509	0.1377	0.2799	13.5404
Eu-1	0.245	0.4223	34.6132	0.1408	0.2862	13.8453
	0.490	0.4050	33.1952	0.1350	0.2745	13.2781
	0.980	0.3954	32.4084	0.1318	0.2680	12.9633
	1.960	0.3931	32.2199	0.1310	0.2664	12.8879
	2.940	0.3915	32.0887	0.1305	0.2654	12.8355
Eu-2	0.245	0.4091	33.5313	0.1364	0.2773	13.4125
	0.490	0.3827	31.3674	0.1276	0.2594	12.5470
	0.980	0.3679	30.1544	0.1226	0.2494	12.0617
	1.960	0.3650	29.9167	0.1217	0.2474	11.9667
	2.940	0.3632	29.7691	0.1211	0.2462	11.9077
Eu-3	0.245	0.3837	31.4494	0.1279	0.2601	12.5798
	0.490	0.3535	28.9741	0.1178	0.2396	11.5896
	0.980	0.3380	27.7037	0.1127	0.2291	11.0815
	1.960	0.3341	27.3840	0.1114	0.2265	10.9536
	2.940	0.3339	27.3676	0.1113	0.2263	10.9470
Eu-4	0.245	0.3642	29.8511	0.1214	0.2469	11.9404
	0.490	0.3319	27.2037	0.1106	0.2250	10.8815
	0.980	0.3130	25.6546	0.1043	0.2122	10.2618
	1.960	0.3085	25.2857	0.1028	0.2091	10.1143
	2.940	0.3077	25.2202	0.1026	0.2086	10.0881
Eu-5	0.245	0.3368	27.6053	0.1123	0.2283	11.0421
	0.490	0.3045	24.9579	0.1015	0.2064	9.9832
	0.980	0.2858	23.4252	0.0953	0.1937	9.3701
	1.960	0.2799	22.9416	0.0933	0.1897	9.1766
	2.940	0.2794	22.9006	0.0931	0.1894	9.1602

On the other hand, the bulk Eu-5 sample presents the smallest values varying from 0.3368 GPa until the value of 0.2794 GPa. The former value is observed at the lowest applied test load of

0.245 N whereas the latter one is obtained at the highest indentation test load of 2.940 N. Correspondingly, the results show that the pure material provides the least response and sensitive to the applied test load. On the other hand, the bulk Eu-5 sample shows the most sensitive and response to the microindentation test load applied. Similarly, the bulk pure (Eu-5) sample is found to have the highest (lowest) moduli of elasticity (deduced from Eq. 2) at every test load applied. Among Young's moduli parameters, the largest value of 35.7443 GPa is obtained for the pure sample at 0.245 N while the minimum value of 22.9006 GPa is noted for the Eu-5 material at 2.940 N test load. The other materials exhibit moderate E parameters. Thirdly, we in detail investigate the change in the mechanical yield strength parameters with the Eu addition level and applied test loads. According to the experimental results deduced from Eq. 3, the pure sample possesses the maximum Y values at any applied test loads whereas the minimum yield strength parameters are recorded for the Eu-5 ceramic compound. Numerically, the maximum parameter is observed to be about 0.1454 GPa for the pure sample at the minimum applied test load of 0.245 N. Conversely, the Eu-5 sample obtains the minimum Y value of 0.1123 GPa at the same applied load. In the case of the maximum microindentation test load of 2.940 N, the former material exhibits the Y value of 0.1305 GPa while the global minimum of 0.0931 GPa is attributed to the latter material.

We also determine the effect of europium addition on the shear (G) modulus and resilience (U_r) of $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}_y$ superconducting crystal structure with the aid of the microindentation test results provided in Fig. 1. The inner parameters are calculated from Poisson's ratio embedded in the strong formula including the elastic and shear moduli. According to Eq. 4 given above, the shear moduli are directly related to the modulus of elasticity for the material studied, and the Poisson ratio (abbreviated as ν) is used to be 0.25 in the equation [15]. The value of the Poisson ratio stems from the random orientation of superconducting adjacent layers in a polycrystalline Bi-2212 system with an isotropic structure. The computed shear moduli for the pure and Eu-added Bi-2212 crystal system are numerically depicted in Table 1. It is apparent from the table that the G parameters are noted to decrease regularly with increasing both the Eu impurity level and applied test loads. In this respect, the maximum shear modulus value of 14.2977 GPa belongs to under the minimum applied test load of 0.245 N for the pure sample. With the increase in the indentation test load, the G parameter gets smaller and smaller, in fact, the value reaches the smallest value of about 13.5404 GPa for the pure material. Among all the values obtained, the minimum value of 9.1602 GPa is found for the Eu-5 ceramic sample at the applied test load of 2.940 N. The decrease in the G moduli parameters results from the increase in granularity degree (induction of crystallinity problems), and orientation and geometry of cracks.

Currently, the influence of Eu impurity addition on the resilience parameters is associated with the capability of recovering elastic energy after unloading. In other words, resilience is directly related to the absorb energy capacity of a material. The elastic region areas under the stress-strain plots point out elastically absorbed energy per unit volume of ceramics and can be computed from Eq. 5 provided above. The left-hand side of the relation shows the resilience modulus while on the right-hand side Y abbreviates the yield strength, and E reveals the modulus of elasticity of every ceramic compound. One can see all the calculation values in Table 1. It is obvious that as the Eu impurity level increases in the Bi-2212 crystal system the U_r values are noted to decrease systematically at any applied test load. On this basis, the pure ceramic sample possesses the maximum U_r parameter of 0.2956 MPa at the minimum applied test load of 0.245 N whereas the smallest value of 0.1894 MPa ascribes to the Eu-5 ceramic material under 2.940 N test load. The other samples exhibit moderate U_r parameters at any applied microindentation test load. The decrease in the resilience parameters depending on the increase in the Eu impurity addition and applied test load stems from the reduction of recovering elastic energy capability after unloading. Thus, it can be put forward that the pure/Eu-5 ceramic compound provides the least/most response and sensitive to the applied test loads. All in all, the experimental results show that the reduction of key mechanical performance parameters as against the Eu impurity addition level is due to the new induction of crystal structure problems including microcrystal coalescence orientations, microvoids, cracks, and interaction problems between grains. Besides, the degradation in the parameters with the applied test loads is the result of a typical property of the ISE feature.

4. Conclusion

In this study, we investigate the change in the fundamental key mechanical performance and general mechanical characteristic features of $\text{Bi}_{2.1}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.0}\text{O}$ ceramic compounds with the europium impurity level with the aid of Vickers microhardness experimental measurements exerted in the indentation test loads intervals of 0.245 N-2.940 N. The experimental curves enable us to determine the fundamental key mechanical design parameters, namely, the Vickers microhardness, modulus of elasticity, mechanical durability, mechanical yield strength, fracture strength, shear modulus, and resilience modulus parameters. Besides, we discuss the mechanical characteristic features such as typical indentation size effect and reverse indentation size effect behaviors depending on the elastic recovery mechanism related to the surface energy. It is observed that all the key mechanical performance quantities are noted to revive seriously new permanent crystal structure problems in the bulk Bi-2212 ceramic system. Namely, the pure sample exhibits the highest mechanical performance to the applied test loads whereas the Bi-2212 ceramic compound prepared with the maximum Eu addition level presents the lowest

performance features. Besides, the pure and Eu-added Bi-2212 ceramic compounds possess the standard indentation size effect behavior, but a decrement trend with increasing the addition level. Accordingly, both the elastic and plastic deformations appear simultaneously due to the presence of a recovery mechanism due to the increase in the new permanent crystal structure problems, nucleation of cracks, stress raisers and stress concentration regions in the Bi-2212 superconducting matrix. At the same time, the pure material presents the least response and sensitive to the applied test load whereas the bulk Eu-5 sample shows the most sensitive and response to the microindentation test load applied.

References

- [1] R. Chattopadhyay, Surface wear: Analysis, treatment, and prevention, ASM International, The materials Information Society, 2001.
- [2] F. Wredenber, P.L. Larsson, Scratch testing of metals and polymers: Experiments and numerics, Wear 266 (2009) 76–83.
- [3] Y. Zalaoglu, B. Akkurt, M. Oz, G. Yildirim, Transgranular region preference of crack propagation along Bi-2212 crystal structure due to Au nanoparticle diffusion and modeling of new systems, J. Mater. Sci. Mater. Electron. 28 (2017) 12839–12850.
- [4] A.A. Elmustafa, D.S. Stone, Nanoindentation and the indentation size effect: Kinetics of deformation and strain gradient plasticity, J. Mech. Phys. Solid. 5 (2003) 357–381.
- [5] Akkurt, B., Yildirim, G. Change of mechanical performance and characterization with replacement of Ca by Gd nanoparticles in Bi-2212 system and suppression of durable tetragonal phase by Gd. J Mater Sci: Mater Electron 27, 13034–13043 (2016).
- [6] K. Sangwal, On the reverse indentation size effect and microhardness measurement of solids, Mat. Chem. Phys. 63 (2000) 145–152.
- [7] P. Müller, A.V. Ustinov, V.V. Schmidt, The Physics of Superconductors- Introduction to Fundamentals and Applications, Springer, 1997.
- [8] E. Akdemir, M. Pakdil, H. Bilge, M.F. Kahraman, E. Bekiroglu, G. Yildirim, Y. Zalaoglu, E. Doruk, M. Oz, Degeneration of mechanical characteristics and performances with Zr nanoparticles inserted in Bi-2223 superconducting matrix and increment in dislocation movement and cracks propagation, J. Mater. Sci. Mater. El. 27 (2016) 2276–2287.
- [9] T. Shoji, Y. Tazawa, Deformation and fracture characteristics and its effect on the superconductivity of a high T_c superconductor ($YBa_2Cu_3O_{7-x}$), Mat. Sci. Eng. A-Struct. 143 (1991) 241–245.
- [10] Ulgen, A. T., Çetin, S., Zalaoglu, Y., Turkoz, M. B., Erdem, U., & Yildirim, G. (2022). Role of active slip systems induced with holmium impurity in Bi-2212 ceramics on mechanical design performance and morphological properties. Ceramics International.
- [11] S. Kustov, E. Cesari, G. Gremaud, Non-linear anelasticity of topological vortex matter in martensites, Mat. Sci. Eng. A-Struct. 442 (2006) 390–397.
- [12] Zalaoglu, Y., Terzioglu, C., Turgay, T., & Yildirim, G. (2018). Detailed survey on minimum activation energy for penetration of Ni nanoparticles into Bi-2223 crystal structure and temperature-dependent Ni diffusivity. Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 29(4), 3239–3249.
- [13] Saunders, P.J.; Ford, G.A. (2005). The Rise of the Superconductors. Boca Raton, FL: CRC Press.
- [14] A.T. Ulgen, C. Terzioglu, G. Yildirim, Change of Basic Electrical Conductivity and Superconducting Features of Bi-2212 Superconducting Ceramics with Europium Addition, International Research in Engineering Sciences II, 2022, Eğitim Yayınevi, 23–42.
- [15] Jr. W.D. Callister, D.G. Rethwisch, Materials Science and Engineering: An Introduction, 9th ed., Wiley Binder Version, USA, 2013.
- [16] A.A. Elmustafa, D.S. Stone, Nanoindentation and the indentation size effect: Kinetics of deformation and strain gradient plasticity, J. Mech. Phys. Solid. 5 (2003) 357–381.

- [17] K. Sangwal, On the reverse indentation size effect and microhardness measurement of solids, *Mat. Chem. Phys.* 63 (2000) 145–152.
- [18] R. Awad, A.I. Abou-Aly, M. Kamal, M. Anas, Mechanical properties of $(\text{Cu}_{0.5}\text{Tl}_{0.5})\text{-1223}$ substituted by Pr, *J. Supercond. Nov. Magn.* 24 (2011) 1947–1956.
- [19] Y. Zalaoglu, E. Bekiroglu, M. Dogruer, G. Yildirim, O. Ozturk, C. Terzioglu, Comparative study on mechanical properties of undoped and Ce-doped Bi-2212 superconductors, *J. Mater. Sci: Mater. El.* 24 (2013) 2339–2345.
- [20] Y. Zalaoglu, B. Akkurt, M. Oz, G. Yildirim, Transgranular region preference of crack propagation along Bi-2212 crystal structure due to Au nanoparticle diffusion and modeling of new systems, *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* 28 (2017) 12839–12850.
- [21] N.K. Saritekin, C. Terzioglu, M. Pakdil, T. Turgay, G. Yildirim, Solubility limit of tetravalent Zr nanoparticles in Bi-2223 crystal lattice and evaluation of fundamental characteristic properties of new system, *J. Mater. Sci: Mater. El.* 27, (2016) 1854–1865.

HYBRID IMPEDANCE CONTROL OF A TWO-DEGREE-OF-FREEDOM ROBOTIC MANIPULATOR

Ecen ERÇİN

Gaziantep University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering,

ORCID ID: 0000-0002-2043-4311

Tolgay KARA

Gaziantep University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering,

ORCID ID: 0000-0003-3991-8524

ABSTRACT

In this research, motion control of a two-degree-of-freedom robotic manipulator with rigid links is studied. The research is based on hybrid impedance control of robotic manipulators. Robot control with this approach needs a control system that includes dynamic models of applied torques effecting the positions, speeds, and forces at joints. Hybrid impedance control is proposed in this research to address this need. For hybrid impedance control to be fully understood, position control, force control and impedance control methods are discussed in depth. In the light of the literature review, the mathematical kinematic and dynamic equations of two-degree-of-freedom robotic manipulators are first derived. Input and output values are calculated for the mathematical model of the robotic manipulator. These values are used for formulating the robotic manipulator model. The task scenarios, which then include the interaction of the end effector of the two-degree-of-freedom robotic manipulator with the environment, are discussed. The manipulator model is converted into a simulation model in computer simulation environment, and the accuracy of the model is proven through open loop tests. The force and position of the end effector of the robotic manipulator is computed with a hybrid impedance control model that can be controlled simultaneously. The designed hybrid impedance controller is integrated into the created robotic manipulator model, and integrated into the closed-loop simulation model along with the PID control system with the purpose of performance assessment. As a result of the input values used, the output values that are desired are estimated. The simulation results are presented in graphs and compared with the desired force control, desired position control, desired speed control and desired joint angle with the force control, actual position control, actual velocity and joint angle. The model is revised considering the differences between the results of the tasks requested and the results of the tasks carried out, and simulation is repeated by removing the disturbing factors. The simulation is continued until the margin of error reaches the minimum level. Given the simulation results of the manipulator end effector in hybrid impedance control case, strengths and weaknesses with regard to position control, force control and PID in closed loop are discussed. Hybrid impedance control is determined to have superior performance compared to other control methods tested.

Key words: Two-degree-of-freedom robotic manipulator, Hybrid impedance control

İKİ SERBESTLİK DERECELİ ROBOT MANİPÜLATÖRÜN HİBRİT EMPEDANS KONTROLÜ

ÖZET

Bu çalışmada rijit bağlantılara sahip iki serbestlik dereceli manipülatörün hareket kontrolü hakkında bir araştırma yapılmıştır. Çalışma, robot manipülatörlerin hibrit empedans kontrolü üzerinedir. Bu yaklaşımda robot kontrolü için konum, hız ve kuvvet eklemlerine uygulanan torkların modellerini içeren bir kontrol sistemine ihtiyaç vardır. Hibrit empedans kontrolü bu ihtiyacın giderilmesi için önerilmiştir. Hibrit empedans kontrolünün tam olarak anlaşılması için ise pozisyon kontrolü, kuvvet kontrolü ve empedans kontrolü derinlemesine ele alınmıştır. Literatür taramasının ışığında ilk olarak iki serbestlik dereceli robot manipülatörünün matematiksel kinematik ve dinamik denklemleri çıkarılmıştır. Robot manipülatörünün matematiksel modeli için giriş ve çıkış değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler robot manipülatörü üzerinde formüle edilmiştir. Sonrasında iki serbestlik dereceli robot manipülatörün son efektör çevre ile etkileşimlerini içeren görev senaryoları ele alınmıştır. Manipülatör modeli bilgisayar benzetimi için uygun benzetim modeline dönüştürülüp açık döngü testleriyle modelin doğruluğu kanıtlanmıştır. Robot manipülatörün son efektörünün kuvvet ve pozisyonu aynı anda kontrol edilebilen hibrit empedans kontrol modeli tasarlanmıştır. Tasarlanan hibrit empedans kontrolör oluşturulan robot manipülatör modeline entegre edilmiş, PID kontrol sistemi ile birlikte kapalı döngü kontrol sistemi benzetim programı üzerinde oluşturularak simüle edilmiştir. Kullanılan giriş değerlerinin sonucunda elde etmek istediğimiz çıkış değerleri tahmin edilmiştir. Modellerin benzetim sonuçları grafikler şeklinde sunulmuş ve elde edilen grafiklerde istenen kuvvet kontrolü, istenen pozisyon kontrolü, istenen hız kontrolü ve istenen eklem açısı ile gerçekleşen kuvvet kontrolü, gerçekleşen pozisyon kontrolü, gerçekleşen hız ve eklem açısı karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonucunda istenen görevlerin sonuçları ile gerçekleşen görevlerin sonuçları arasında çıkan farkların sebepleri düşünülerek model tekrardan kontrol edilmiştir. Modelde istenilen sonuç ile gerçekleşen sonuç arasındaki hata payı hesaplanmıştır. Hata payı minimum seviyeye gelene kadar simülasyonu tekrarlanmaya devam edilmiştir Hibrit empedans kontrol uygulaması için robot manipülatörünün benzetim sonuçlarına bakılarak pozisyon kontrolü, kuvvet kontrolü ve PID kontrolünün performans olarak üstün ve zayıf yönleri tartışılmıştır. Hibrit empedans kontrolünün test edilen diğer kontrol yöntemlerine göre kıyaslandığında üstün performansa sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: İki serbestlik dereceli robot manipülatör, Hibrit empedans kontrolü

1. INTRODUCTION

Continuously evolving technologies aim to make our lives easier in many areas. In the industrialization process, many sectors have a controllable basis such as production,

automotive, healthcare and industry. Thanks to the controllability of many mechanical and electronic functions, stable and easy-to-program systems have been obtained.

Machines based on humans, that is, that can think like a human, can make decisions, act in line with the decisions they make, draw results and perceive the results are indispensable for our world. These smart machines appear in many areas. We encounter the most needed medical devices, physical therapy, robotics and automation in the field of health. There are many control methods on the robot manipulator in the literature. These control methods basically examine the relationship between the position and force of the robot endpoint. In this study, hardness control, impedance control and hybrid control, which form the basis of the control system, are examined in depth. The first studies on impedance control belong to Hogan. Thanks to the impedance control, he mathematically modeled the resistances of the manipulated object in cases where position and force control alone were insufficient. [2] Hybrid position and force control has emerged with the work of Raibert and Craig [3]. However, in these studies, force and position control were handled separately. The names that pioneered the emergence of hybrid impedance control by combining hybrid control and impedance control are Anderson and M. Spong. They provided a combination of hybrid impedance control and both force and position control in resistive environments. [1]

The main purpose of this research is to design a suitable impedance control for a robotic manipulator with two degree of freedom rigid connections and to analyze the control performance in different ways. A simulation model manipulator will be developed for task scenarios involving the interactions of the end effector with the environment, and the designed controller will be integrated into the model. Desired controls will be simulated as closed loop. After performing numerical simulation tests, the results will be discussed.

Functions required to be performed in the robot manipulator:

1. The desired operation of the robot manipulator
2. Can work flawlessly and continuously
3. Ability to perform force and precision quickly and accurately
4. Ability to complete the given task within the required time

2. MODEL AND METHOD

2.1 2 DOF Manipulator Dynamics

First, the dynamic model of the robot manipulator, whose kinematics is solved, is passed. The most basic building block of the robot control system is the dynamic model. The correct setup of the dynamic model is important for the correct control of the robot control system. The

desired control system can be simulated on a correctly constructed dynamic model. The dynamic model first appears in the model created by Takegaki and Arimoto with the virtual working principle.[4]

$$\tau = J^T(q)F \quad (1)$$

The dynamic equation according to the Euler-Lagrangian method of a series of n degrees of freedom and a rigid robot manipulator interacting with the environment is expressed as:

$$M(q)q'' + C(q, q')q' + g(q) = \tau - J^T(q)F_e \quad (2)$$

Where q denotes the vector of joint position, $M(q)$ is the symmetric positive definite inertia matrix, $C(q, q')$ is the Coriolis and centripetal force terms, $G(q)$ is the gravitational force terms, $f(q)$ is the frictional terms in joint coordinates, τ is the vector of input joint torques (control input), τ_{ext} is the contact forces expressed in joint space and $J(q)$ is the Jacobian matrix.

$$M(q)q'' + C(q, q')q' + G(q) = \tau - \tau_{ext} \quad (3)$$

$$M(q)q'' + C(q, q')q' + G(q) = \tau - J^T(q)F_e \quad (4)$$

$$M_d(x''_d - x'') + B_d(x'_d - x') + K_d(x_d - x) = F_e \quad (5)$$

2.2 Hybrid Controller Design

A control design was made for best results in hybrid impedance controller design. Two separate equations were written for link1 and link2 of the robot manipulator and the equations were combined by considering the angle values for both arms. The position and force status for link 1 and link 2 connections are controlled with a 5-stage hybrid controller, thus eliminating the complexity of the system. Appropriate control parameters were taken into account for the hybrid impedance controller. As a result of the calculations, necessary settings were made for optimum performance by repeating many simulations.

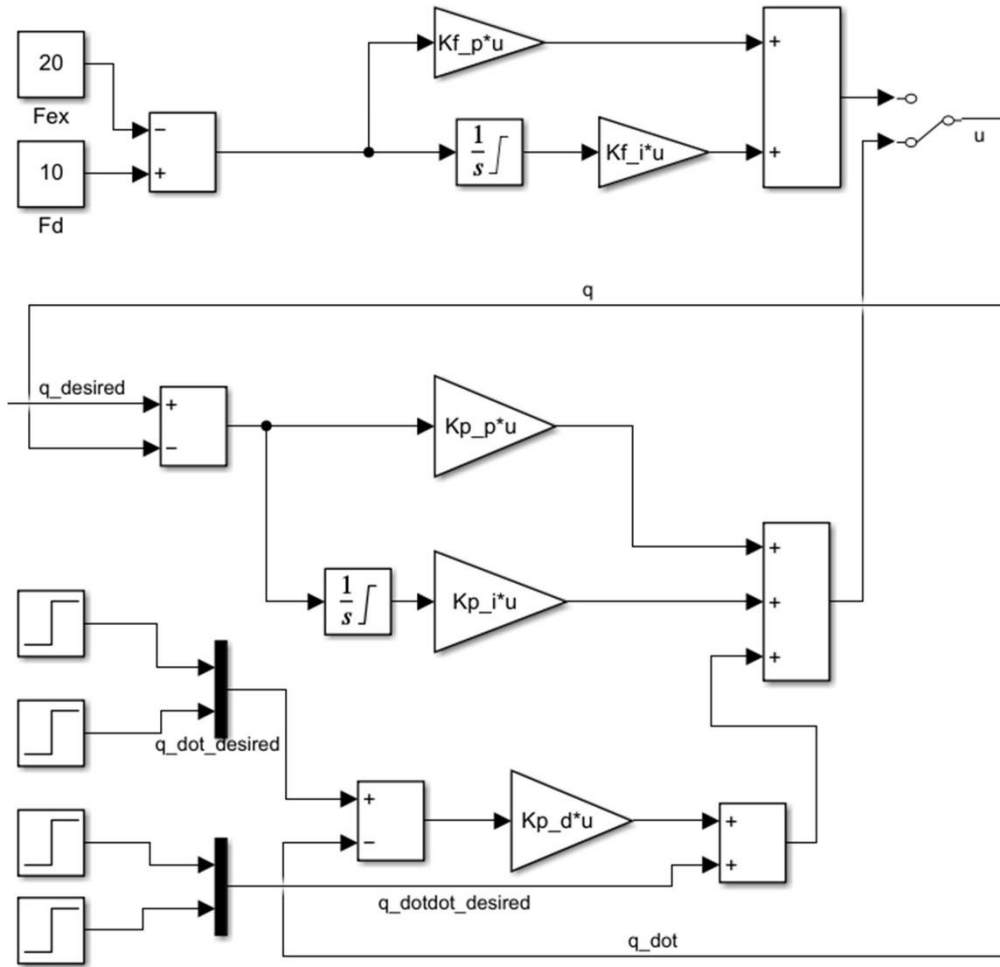


Figure 1. Hybrid controller block diagram

3. SIMULATION TESTS AND RESULTS

3.1 Simulation Tests

Two degrees of freedom robot manipulator model is simulated according to PID and Hybrid control systems by changing the reference signals. In order to interpret the system responses correctly, the simulations are presented in the form of graphs below.

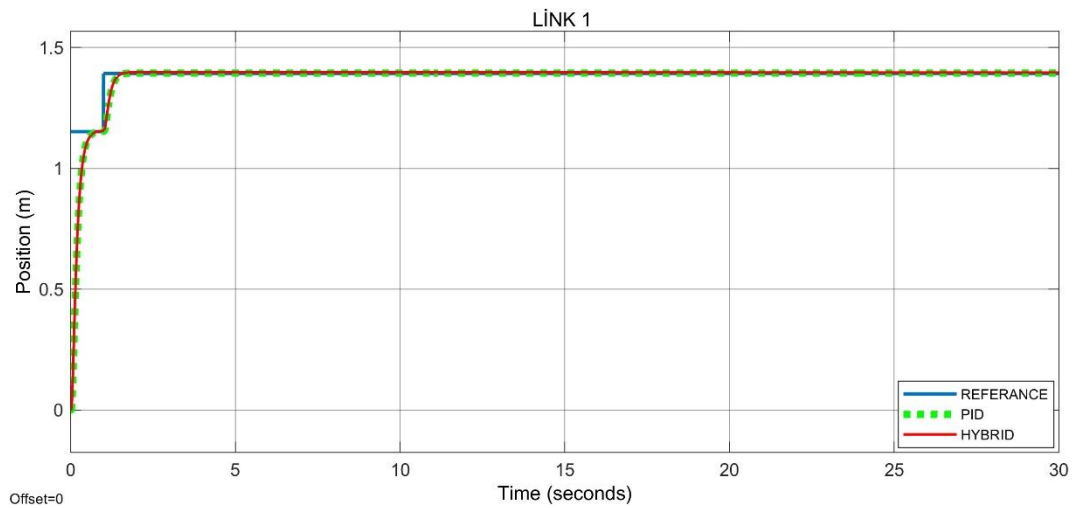


Figure 2. Position output graph for link 1 relative to step input reference

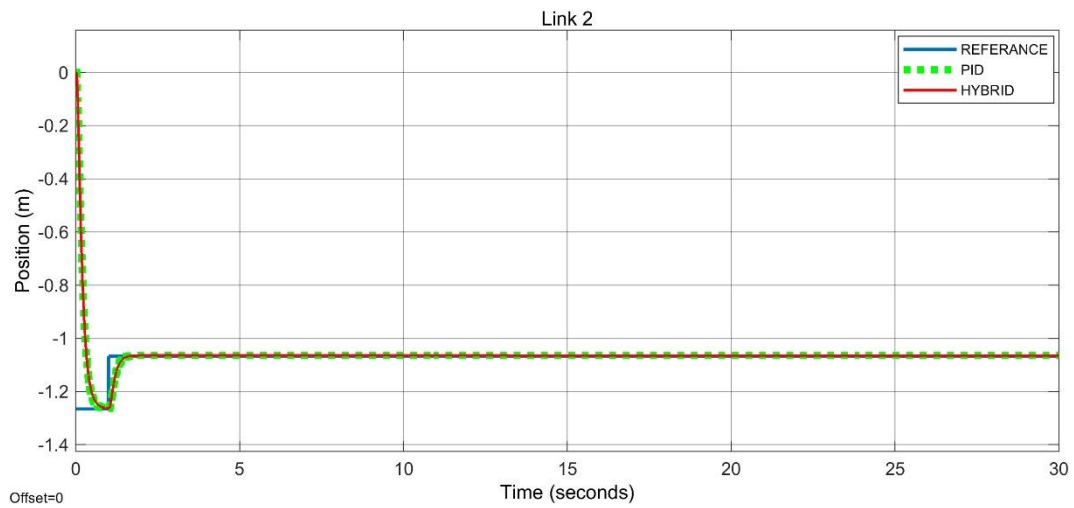


Figure 3. Position output graph for link 2 relative to step input reference

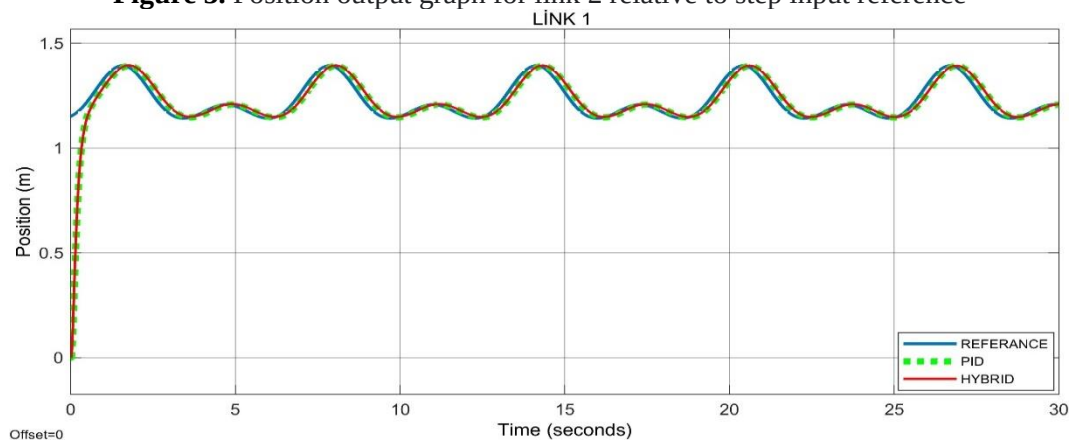


Figure 4. Position output graph for link 1 relative to sine wave input reference

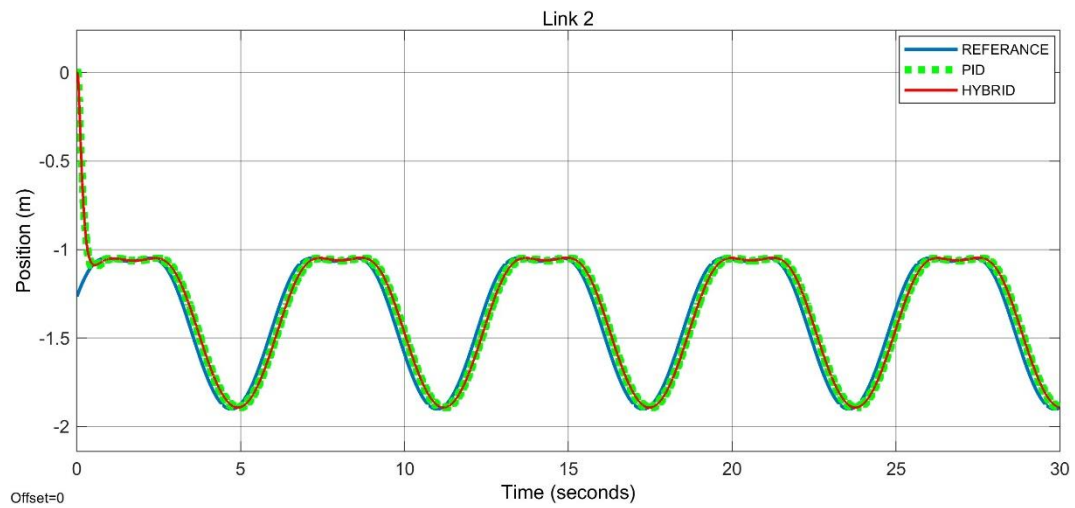


Figure 5. Position output graph for link 2 relative to sine wave input reference

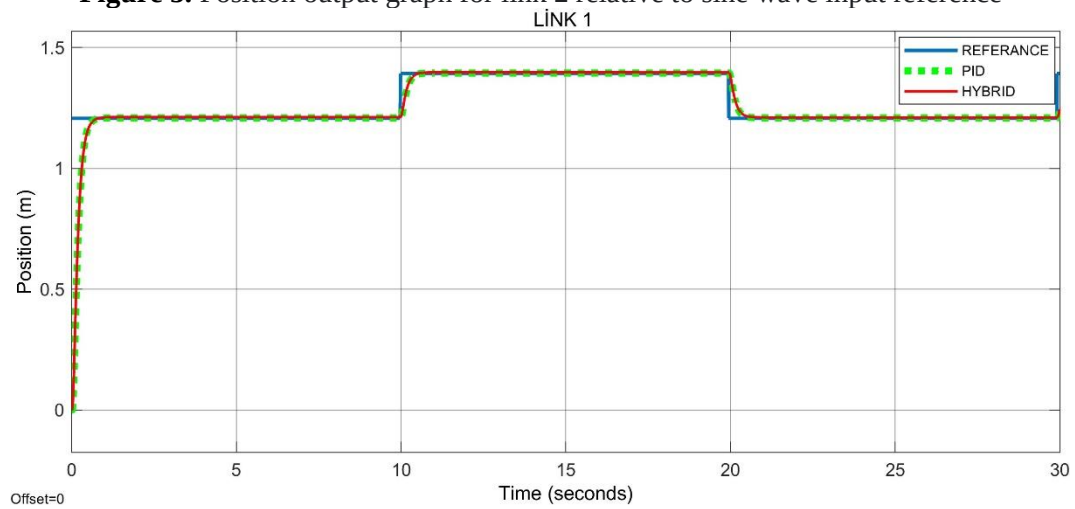


Figure 6. Position output graph for link 1 relative to square wave input reference

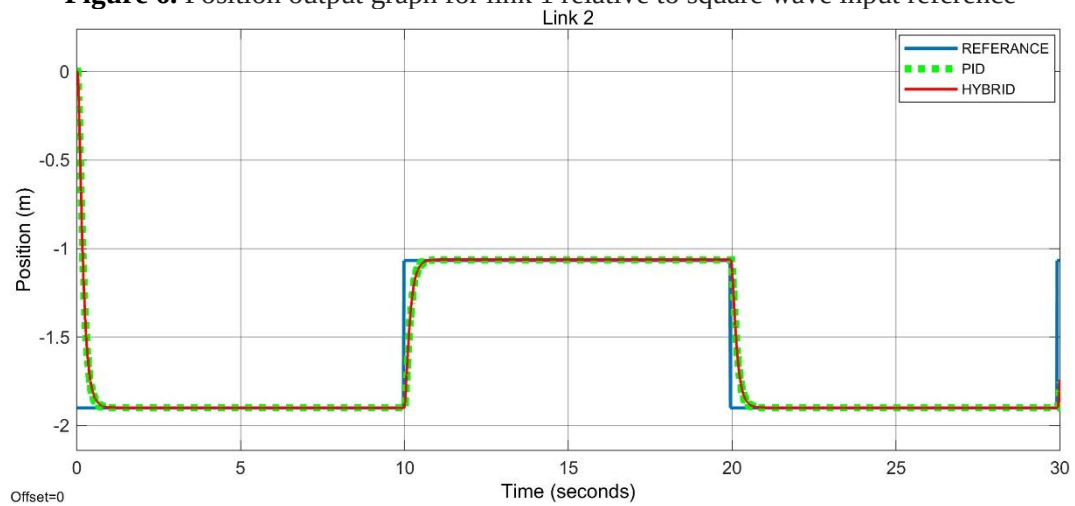


Figure 7. Position output graph for link 2 relative to square wave input reference

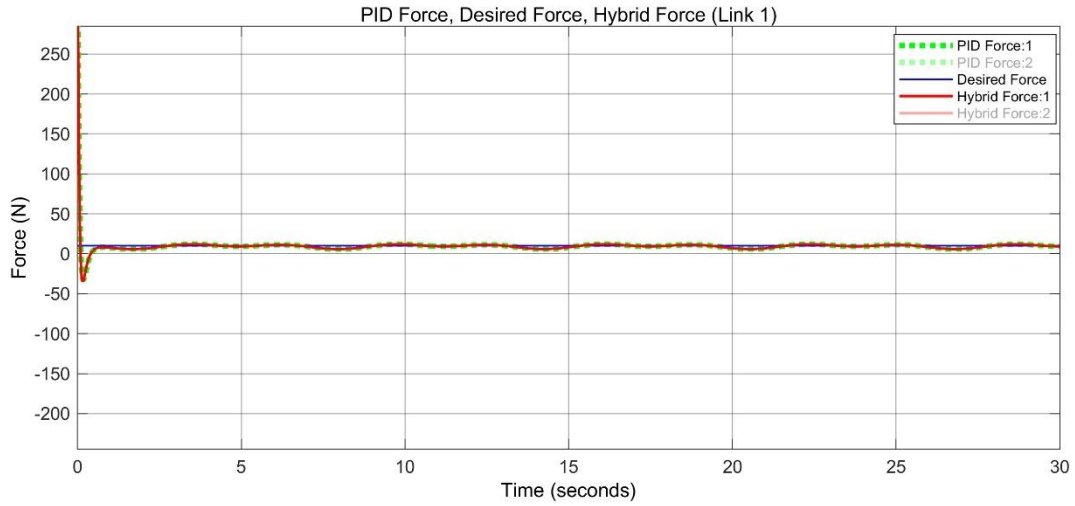


Figure 8. Force control for link 1

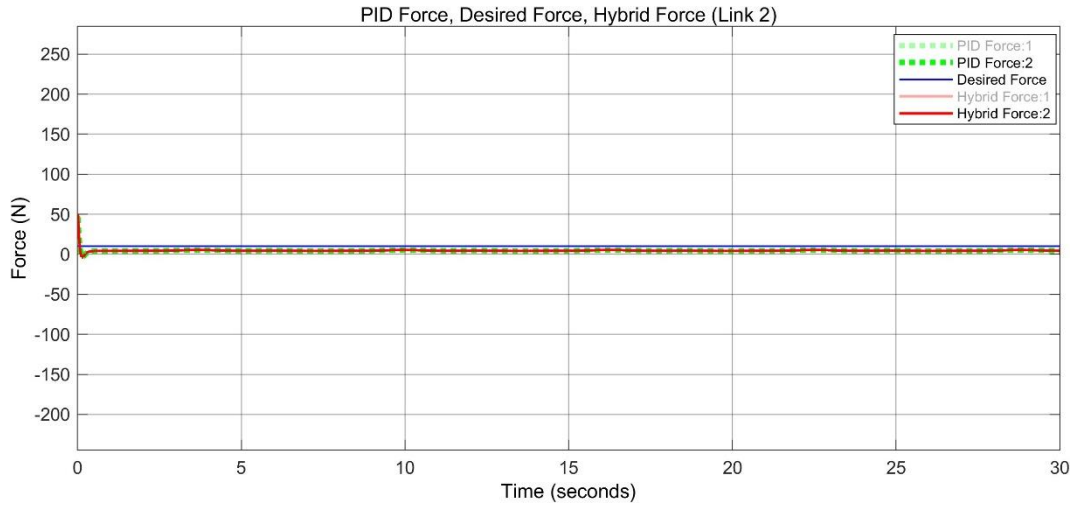


Figure 9. Force control for link 2

When we examine the graphics, we see that the PID and Hybrid control reach the desired position and power in a short period of time.

3.2 Comparison of Control Performances

In this section, we discussed the error indices to compare the control performance of PID and Hybrid controller. We analyzed the simulation results by integrating different reference signals into the model at the control input. MSE method was used for error indices. In order to compare the performances of the controllers, the mean square error (MSE) values as calculated with the formula

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_1 - x_1)^2 \quad (6)$$

for x_1 position feedback and r_1 position reference are tabulated below:

Table 2. MSE values for reference model

LİNK 1	MSE	LİNK 2	MSE
PID	1,71738E+12	PID	2,52767E+12
HYBRID	1,60842E+12	HYBRID	2,402E+12

Table 3. MSE values for step change test

LİNK 1	MSE	LİNK 2	MSE
PID	8,70556E+11	PID	1,27968E+12
HYBRID	8,66681E+11	HYBRID	1,26566E+12

Table 4. MSE values for square wave test

LİNK 1	MSE	LİNK 2	MSE
PID	1,06437E+12	PID	4,01706E+12
HYBRID	1,05662E+12	HYBRID	3,92719E+12

Table 5. MSE values for sine wave test

LİNK 1	MSE	LİNK 2	MSE
PID	8,74473E+11	PID	1,24143E+12
HYBRID	8,68831E+11	HYBRID	1,1299E+12

3.3 Discussion of Results

The reference signals of the PID and Hybrid controller for the two-degree-of-freedom rigid robot manipulator model were repeated using step change, sine wave and square wave. The trajectory followed by these signals was observed on the same graph. Error data of the simulated PID and Hybrid models are presented in tabular form using the MSE method. In this table, the smallest value is taken for each error index. When the table created according to the reference signals is examined, it has been noticed that the error rates are very close for the PID and Hybrid controllers. When we focus on this small difference, it is concluded that the error rate of the hybrid impedance controller is lower than the PID controller.

4. CONCLUSION

When the results and discussions about this study are examined, both controllers perform well in tracking a certain trajectory. For robot control, torques applied to position, velocity and force joints are modeled and iterations are repeated for both PID and hybrid impedance control. Optimum input and output values have been created for the desired tasks. Simulations were obtained for both control models and these simulations were presented in graphics. Error rates are discussed in order to compare the performance of the PID method and the Hybrid impedance control method. By changing the reference signals for both control models, the values where

the margin of error is minimum have been taken into account. The hybrid impedance control model gave a lower error result, although the error rates are very close to each other. It has been determined that the hybrid impedance control is a more stable model than the PID control. The hypothesis that the hybrid impedance control model that has been chosen functions as desired has been confirmed.

REFERENCES

- [1] Anderson, R. J., & Spong, M. W. (1988). Hybrid impedance control of robotic manipulators. *IEEE Journal on Robotics and Automation*, 4(5), 549-556.
- [2] Hogan, N. (1985). Impedance control: An approach to manipulation: Part II—Implementation.
- [3] Raibert, M.H. and Craig, J.J. (1981). Hybrid position/force control of manipulators. *ASME J. of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, 103: 126-133.
- [4] M. Takegaki and S. Arimoto, “A new feedback method for dynamic control of manipulators,” *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, vol. 102, pp. 119–125, 1981.

LOJİSTİK VE TEDARİK ZİNCİRİNDE ABC ANALİZİNİN İÇ MEKAN KONUMLANDIRMA UYGULAMASIYLA PLANLANMASI

Dursun Cengiz KARATAŞ

Altınbaş University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering,
Mahmutbey Campus

Ceva Logistics, Research, Development and Application Center, Üsküdar İstanbul, TR

ORCID ID: 0000-0001-8609-5124

Oğuz BAYAT

Altınbaş University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering,
Mahmutbey Campus

Altınbaş University, Mahmutbey Technology Campus, İstanbul, TR

ORCID ID: 0000-0001-5988-8882

ÖZET

Lojistik ve tedarik zinciri operasyonlarında depolarda bulunan raflardaki ürünlerin envanter yönetimi günümüzdeki ürün çeşitliliği, insanların alışveriş alışkanlıklarının online platformlara kaymasının etkileriyle ve E-Ticaret işlem hacimlerinin çok fazla artması ile birlikte yönetimi oldukça zor bir hal almıştır. Bu sebeplerden dolayı Lojistik depolarındaki stok envanter yönetimi ve dağıtım zincirinin verimini koruyucu ve akışı daha hızlı hale getirecek analizler ve operasyonel çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışma kapsamında Lojistik depolarında stok yönetimi ve rafların yönetsel analizlerinden biri olan ABC analizinin, iç mekan konumlandırma metodu geliştirilip ve ısı haritasıyla uygulaması ele alınmıştır. İç mekan konumlandırma sistemleri ve burada kullanılan teknolojiler hakkında bilgiler verilmiştir. Sahadaki forkliftlere takılmak üzere Arduino üzerinden wifi seri alıcılar programlanarak iç mekandan konum verisi toplanmıştır. Tasarlanan yapı aktif olarak kurulmuş ve çalıştırılmıştır. Sonuç olarak seçilen yöntem ve algoritma konum belirlemede %84.62'lik doğruluk oranı saptanmıştır. Toplanan veriler önyüz uygulamasında ısı haritası oluşturup grafiksel sonuçlarıyla sahadaki yoğunluk çıktıları alınmıştır. Buradaki verilerle raporlama yaparak Distance Matrix ve VRP optimizasyon fonksiyonlarıyla birleştirilerek ABC analizine yeni bir teknolojik ilerleme getirmeyi hedeflemiştir ve operasyonel mükemmeliğin fonksiyonu tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: ABC Analizi, İç Mekan Konumlandırma, Lojistik ve Tedarik Zinciri, Toplama Optimizasyonu

PLANNING ABC ANALYSIS IN LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN WITH INDOOR POSITIONING APPLICATION

ABSTRACT

Inventory management of the products on the shelves in warehouses in logistics and supply chain operations has become extremely difficult to manage due to the variety of products available today, the effects of consumers' shifting shopping habits to online platforms, and the rise in E-Commerce transaction volumes. In order to protect the efficacy of the logistics warehouses' inventory management and distribution chain, and to accelerate the flow, analyses

and operational studies are conducted for these reasons. Within the scope of this study, the indoor positioning method of ABC analysis, one of the administrative analyses of stock management and shelving in logistics warehouses, was developed and its application with a heat map was discussed. This study provides information on indoor positioning systems and the technologies used here. Indoor location data were acquired by developing Arduino serial wifi receivers for installation on forklifts in the field. The designed structure was actively installed and put into operation. As a consequence, a location determination method and algorithm with an accuracy rate of 84.62 percent were identified. In the front-end application, the collected data was visualized as a heat map, and the density outputs in the field were represented graphically. It intends to bring a new technological improvement to ABC analysis by integrating the Distance Matrix and VRP optimization functions using the data presented here, and the operational excellence function has been established.

Keywords: ABC Anaysis, Indoor Positioning , Logistic and Supply Chain, Picking Optimization

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde gelişen, büyüyen teknolojik ilerlemelerle birlikte konum temelli servislere olan ihtiyaç zaman içerisinde giderek artmıştır ilk zamanlarda sadece askeri amaçla kullanılan konum servisleri günümüzde birçok uygulama- sistem içerisinde yer almakta ve konumlandırma ihtiyacını karşılamaktadır. Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) dünya yörüngesindeki uydular sayesinde yeryüzünde konum tespiti yapmamızı sağlamaktadır.(U.S.Government) Dünya üzerinde 1980’li yılların devamında sivil kullanıma açılmıştır 2000’li yılların devamında da birçok akıllı cihazda (GPS) yer almış ve günümüzde sivil yaşantımızın vazgeçilemez bir teknolojik gelişmesi olmuştur. Açık alanda 5 metre hassasiyetle konum tespiti yapabilme özelliğine sahiptir ancak kapalı mekanlarda GPS’in sinyal gücünün azalması ve 5 metre hassasiyetin kapalı mekanlarda konumlandırma için pek iyi sayılamayacak bir hassasiyet olmasından dolayı kapalı mekanlarda konumlandırma ihtiyacı doğmuştur.(U.S.Space Force) Indoor Positioning System (IPS) İç Mekan Konumlandırma Sistemi ile farklı teknolojilerde ihtiyaca yönelik çözümler tercih edilmektedir. İç Mekan Konumlandırma sistemlerinde Wi-Fi, RFID ,Kızılötesi, Bluetooth , Ultrason olarak çeşitli kablosuz haberleşme teknolojileri kullanılmaktadır.

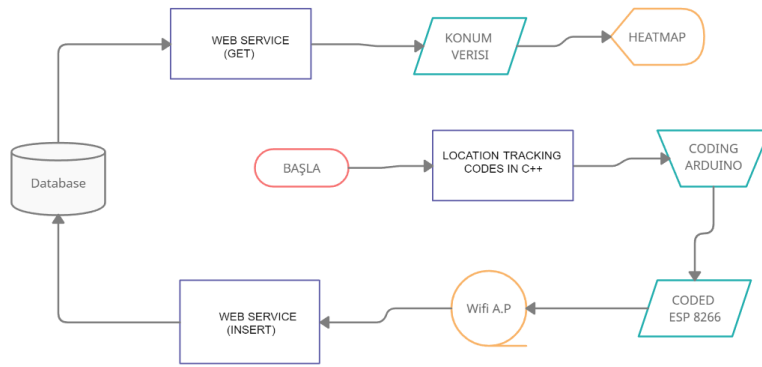
Bu çalışmamızda lojistik deposunda Wi-Fi sinyallerinden Access Point (AP) üzerinden alınan, Alınan Sinyal Gücü Göstergesi (RSSI) verisi toplanarak, Arduino üzerinden programladığımız ESP8266 wifi tranceiver modüller forklift, transpalet vb. taşıyıcı ekipmanlara takılarak depo üzerindeki taşıyıcıların ısı haritasının oluşturulup herhangi bir zaman diliminde konum ve hareket bilgisini raporlanabilmesi sağlanarak, klasik ABC pareto analizinden daha gelişmiş bir

sınıflandırma yapılabilmesi için veri oluşturulmuştur. Distance Matrix ve VRP modelleri önerisel olarak kullanılarak sahada ürünlerin sınıflandırılması için ek parametreler oluşturularak Operasyonel mükemmeliğe giden noktanın tanımı yapılmıştır.(Karataş,2022)

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada Arduino üzerinden programlanan C++ Dilinde kodlanmış olan ESP 8266 Tranceiver cihazlardan alından konum verileri Microsoft Visual Studio’da C# Dilinde geliştirilmiş web service aracılığıyla, Microsoft T-SQL veritabanında saklanmıştır. Veri tabanında saklanan konum verileri Microsoft Visual Studio’da C# Dilinde geliştirilmiş web service aracılığıyla Microsoft Visual Studio’da .NET dilinde geliştirilmiş ısı haritası uygulamasında işlenerek konum- zaman ve zamana göre ısı haritası verisine ulaşılması sağlanmıştır. Sistemin bileşen şeması Şekil 2.1’de verilmiştir.

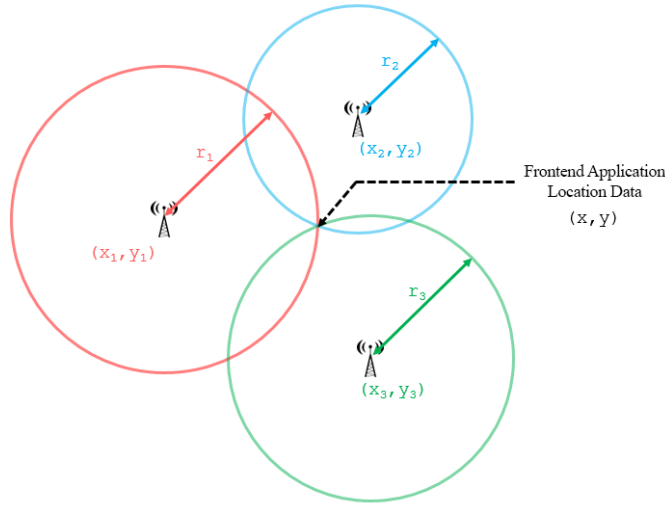


Şekil 2.1. İç Mekan Konumlandırma Sistemi bileşen sistemi

Denklem 1’de, bina, ofis benzeri küçük sayılabilecek kapalı alanlarda kaybedilen yol modelini ifade etmektedir. Bu denklem içinde yer alan $Pr(d)$, d [mW] mesafe aralığındaki RSSI hesabıdır. $Pr(d_0)$ değeri ise d_0 [mW] referans alınan mesafedeki RSSI değeridir. η değeri yol kaybının üssü olarak ifade edilmiştir. d değeri verici ile alıcı kaynak arasındaki metre cinsinden ifade edilen mesafesidir ve d_0 değeri metre cinsinden gösterilen referans mesafesidir (Hightower, Borriello, 2001)

$$\frac{Pr(d_0)}{Pr(d)} = \left(\frac{d}{d_0}\right)^{\eta} \quad (1)$$

Bir alıcı trilaterasyon (üçgenleme metodu) çalışmasını sağlayacak üç ya da daha fazla verici (erişim noktası) tarafından alınabilen dolaşım radyo sinyalleri yaymaktadır. Trilaterasyon hesabı en yakındaki erişim noktalarının noktaların koordinatlarını (x,y) şeklinde alarak alıcının istasyonlardan cihaza tahmini mesafesini kullanarak cihazın koordinatlarını tahmin etmektedir.(Hightower,Borriello,2001) Trilaterasyon hesaplamada (x,y) kordinatlarına dayalı denklemlere aşağıda yer verilmiştir. Şekil 3.7’de koordinatlara göre 2 boyutta hesaplamanın modeli ifade edilmiştir.



Şekil 2.2. Önyüz Uygulamada kullandığımız Trilaterasyon hesaplama şekli.

Çizilen üç daire için üç denklem aşağıdaki Denklem 2 ‘da verilmiştir.(Bolic,2010)

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = r_1^2 \quad (2)$$

Bu üç denklemin her birindeki kareleri genişlettiğimizde Denklem 3’de verilmiştir.

$$x^2 - 2x_1x + x_1^2 + y^2 - 2y_1y + y_1^2 = r_1^2 \quad (3)$$

$$x^2 - 2x_2x + x_2^2 + y^2 - 2y_2y + y_2^2 = r_2^2$$

$$x^2 - 2x_3x + x_3^2 + y^2 - 2y_3y + y_3^2 = r_3^2$$

İkinci denklemi birinci denklemden çıkardığımızda Denklem 4’deki adımları izleriz

$$(-2x_1 + 2x_2)x + (-2y_1 + 2y_2)y = r_1^2 - r_2^2 - x_1^2 + x_2^2 - y_1^2 + y_2^2 \quad (4)$$

Devamında aynı şekilde üçüncü denklemi ikinci denklemden çıkararak Denklem 5'deki adımları izleriz.

$$(-2x_2 + 2x_3)x + (-2y_2 + 2y_3)y = r_2^2 - r_3^2 - x_2^2 + x_3^2 - y_2^2 + y_3^2 \quad (5)$$

Bu eşitliğin iki tarafındaki denklemdeki değerlerin yerine A,B,C,D,E,F değerlerini kullanarak yeniden yazdığımızda denklem sistemi Denklem 6'daki gibi olacaktır.

$$Ax + By = C \quad (6)$$

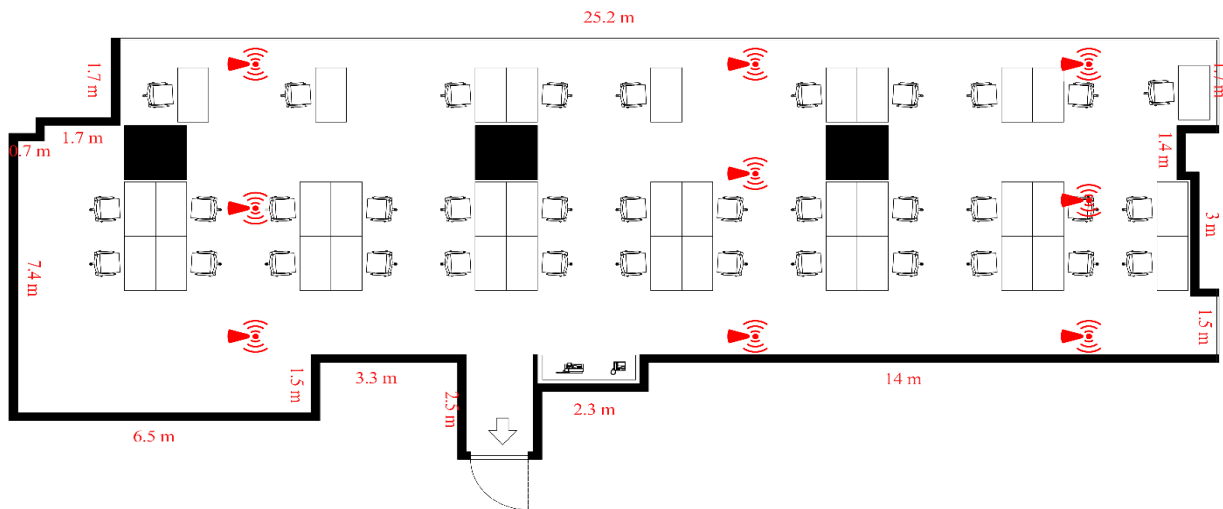
$$Dx + Ey = F$$

Sistemin çözümünü sunduğumuzda ise Denklem 7'deki gibi sonuçlanacaktır.(Bolic,2010)

$$x = \frac{CE - FB}{EA - BD} \quad (7)$$

$$y = \frac{CD - AF}{BD - AE}$$

Isı haritası uygulamasında Microsoft Visual studio .NET geliştirme ortamı kullanılmıştır. Kat planı 7.6 metreye 36 metre ölçüler oranlanıp 2500x6300 Çözünürlükte içeriye aktarılmıştır. Plan üzerindeki ısı haritası renkli noktalarının her biri ESP 8266'dan aldığımız konum hareketi bilgisini temsil etmiştir



Şekil 2.3. Veri toplama işleminin Gerçekleştirildiği ortam planı

Wi-Fi erişim noktaları yerleştirdiğimiz kat planında Şekil 2.3’deki görselin sol en alt kısmına gelecek noktası orijin olarak belirlenmiştir, buna göre belirlenen x ve y noktalarına yerleştirilmiştir.(Wu,Marshall,Yu,2007)Kalibrasyonları yapılan cihazların gerçek konum bilgileri alınmıştır ve gerçek konum bilgileriyle alınan konum bilgilerinin karşılaştırılması sağlanmıştır.

Tablo 2.1. Wifi Erişim Noktaları yerleşim noktaları

Fizksel adres	x konumu	y konumu
38FF36385D88	0	0
00EEBDB7EE16	1000	0
689CE2652550	1900	0
0C8063F8F6B1	0	340

2.2. Deneysel Sonuçlar

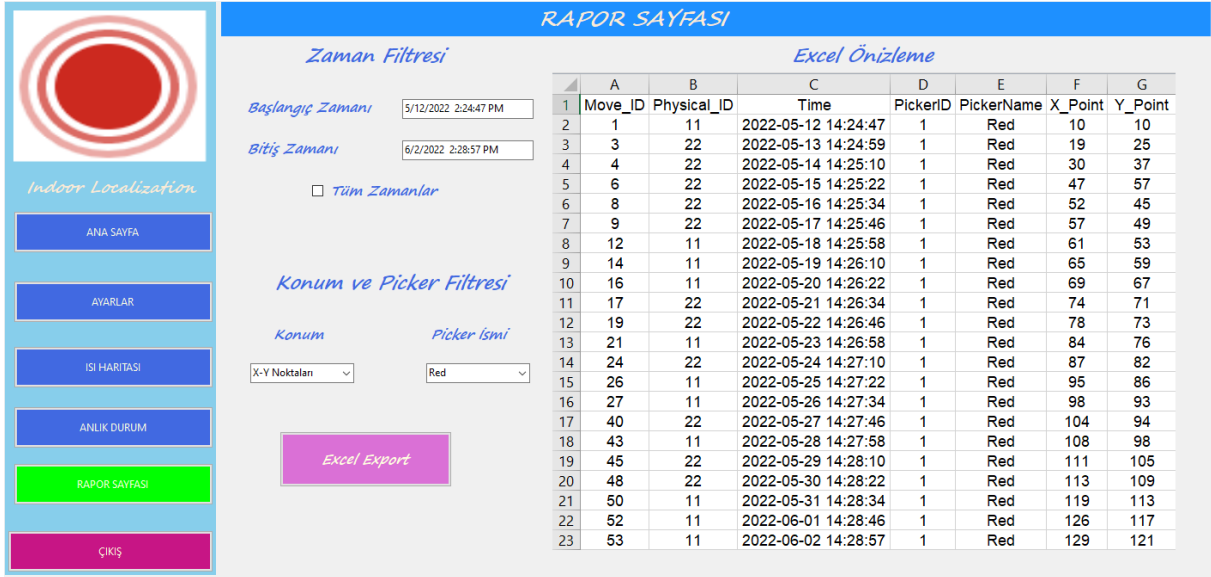
Bir lojistik Depo modelini simule ettiğimiz iç mekan konumlandırma test ortamımızda Wi-Fi Konum belirlemede elde edilen RSSI bilgileriyle Trilaterasyon Yöntemi ile yapılan hesaplamalarla elde edilen sonuçlara ulaşılmıştır. (Kumar,Reddy,Varma) Aşağıdaki Tablo 2.1’de paylaştığımız olduğumuz RSSI konum verileri anlık veritabanından elde edilmiştir

Tablo 2.2. Wifi RSSI Konum belirleme ile elde edilen sonuçlar

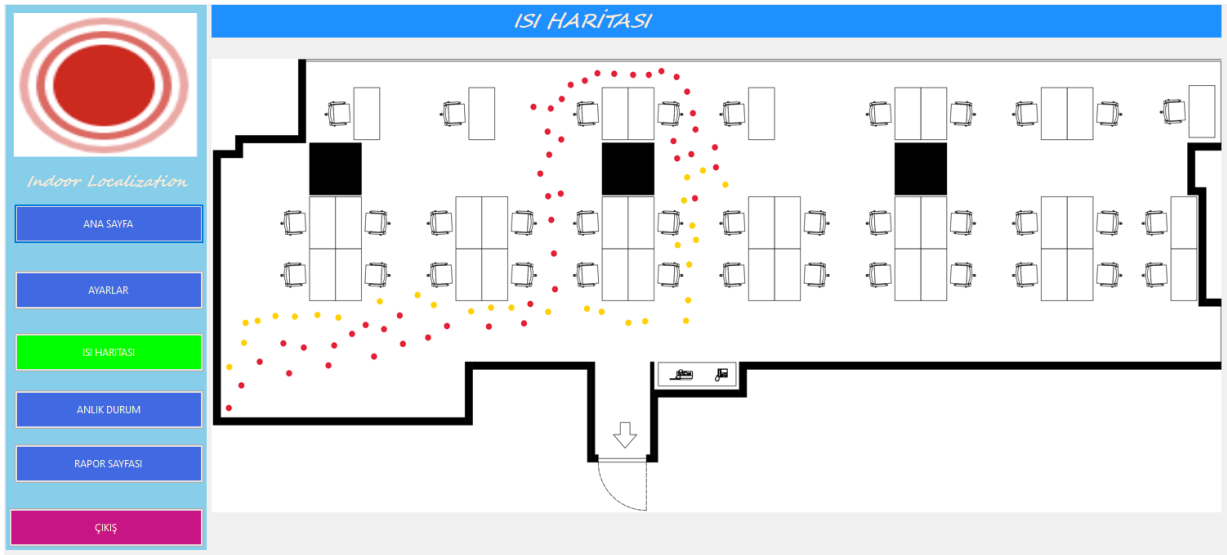
LOG Tarihi	AP1 Sinyal RSSI Değeri	AP1 SSID Bilgisi	ID	uniqueID
5.12.2022 14:24:47	-58	CeVA-Ubuntu - 1C441940B792	5de8e8ff3e1144d9f414f8bd	0004CD2A
5.12.2022 14:24:56	-55	HUAWEI_RIO- L01_AFCB - E0A3AC13AC4B	5de8e9083e1144d9f414f8be	0004CD2A
5.12.2022 14:26:04	-53	HUAWEI_RIO- L01_AFCB - E0A3AC13AC4B	5de8e94c3e1144d9f414f8c7	0004CD2A
5.12.2022 14:26:11	-52	HUAWEI_RIO- L01_AFCB - E0A3AC13AC4B	5de8e9533e1144d9f414f8c8	0004CD2A
5.12.2022 14:27:27	-52	HUAWEI_RIO- L01_AFCB - E0A3AC13AC4B	5de8e99f3e1144d9f414f8d2	0004CD2A

Elde edilen sonuçlarla .NET ortamında bir Indoor Localization uygulaması geliştirilmiştir ve bunun üzerinde ısı haritası verileri ve raporlama ekranı gerçekleştirilmiştir.Sonunda hesaplanan konum ile gerçek konum verileri arasındaki fark’ın sonucu bu çalışmamızın doğruluğunu göstermektedir. Wi-Fi tabanlı konum belirlemeden elde ettiğimiz RSSI verileri ile

rastgele seçilen 23 noktadan alınan gerçek konum verisini karşılaştırdığımızda %15.38'lik sapma oranı saptanmıştır ve sistemin konumu tahmin etme başarısı %84.62 olarak ölçülmüştür. Şekil 2.4.'de iç mekan konumlandırma için çalıştırdığımız sistem üzerinden adlıığımız konum bilgileri Şekil 2.5.'de Trilaterasyon metodu sonucunda önyüz uygulamasında gerçekleşen ısı haritası'na yer verilmiştir



Şekil 2.4. Veri toplama işleminin Gerçekleştirildiği ortam planı



Şekil 2.5. Veri toplama işleminin Gerçekleştirildiği ortam planı

Operasyonel Mükemmeliyet 0 ve 1 arasında bir gerçel sayıdır ve operasyonel mükemmeliyet tanımının eşik değeri 0,66 olarak ifade edilmektedir. Bu parametrenin değer kümesi ürünlerin depo'daki raflardan Depo Yönetim Sistemi'ne stok düşüm çağrısı düştüğü an itibariyle depo yükleme rampasına getirilip Dağıtım Yönetim sistemine sevki gereken tarihte sevk edilip edilememesi durumu, Dağıtım yönetim sistemine teslimat kaydı girilen bir siparişin mesafe matrisinde yer alan teslim edilmesi gereken tarihte teslim edilip edilmemesi durumuna ve

depoda yer alan ürünlerin sipariş hareketi ,hacim ve adet sayılarına göre en yoğun rampaya yakınlık ve uzaklıklarının sınıflandırılmasına göre temel olarak bu üç parametre ile ifade edilmektedir. Operasyonel mükemmellik fonksiyonu Tablo 2.2 ’deki değişkenlerle Denklem 8 ve Denklem 9’daki gibi ifade edilmektedir.(Karataş,2022)

Tablo 2.2. Operasyonel Mükemmeliyet fonksiyonunda kullanılan değişkenler.

İndis	Olay	Olayın Açıklaması	Olayı Temsil Eden Fonksiyon	Olayın Gerçekleşme durumunu temsil eden değer	Olayın Gerçekleşmediği durumu temsil eden değer
1	O_1	Ürün WMS’den TMS’e teslim edildi	$f(O_1)$	1	0
2	O_2	Ürün Teslimi Gereken Tarih’te son kullanıcıya teslim edildi	$f(O_2)$	1	0
3	O_3	Yoğunluğa ve hacime göre Ürün Gruplama yapıldı.	$f(O_3)$	1	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	O_n	n tane olay tanımlandı	$f(O_n)$	1	0

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x \text{ olayının gerçekleşmesi durumudur} \\ 0, & x \text{ olayının gerçekleşmemesi durumudur} \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{Operasyonel Mükemmeliyet}(P) = \frac{\sum_{i=1}^n f(O_i)}{n} \quad (9)$$

n: toplam olay sayısını belirtmektedir

i: her bir olayın dizi sayaç değişkeni

P: Operasyonel Mükemmeliyet fonksiyonunun reel sayı değeridir

O_i : Olayı temsil eden değişken

3. SONUÇ

- Geliştirilen sistem üzerinden Wi-Fi erişim noktalarından RSSI verileri elde edilmiş ve bunlar geliştirilen web service’ler sayesinde veri tabanına kaydedilmiştir.

- RSSI verilerini iç mekan konumlama uygulamasında ısı haritası ve raporlanabilir konum verisi elde edilmiştir ve %84.62'lik doğruluk oranı tespit edilmiştir.
- Depo'da envanter düzeni yapabilmek için kullanılan ABC analizine parametreler üretilmiştir ve operasyonel mükemmeliğin nasıl sağlanacağı ve fonksiyonun tanımına yer verilmiştir.

KAYNAKÇA

- U.S. Space Force. (2022, Temmuz). Küresel Konumlandırma Sistemi nasıl çalışır. [Online]. Available: <https://www.gps.gov/multimedia/poster/poster.txt>
- U.S. Government. (2022, Eylül). Global Positioning System Standart Positioning Service Performance System. [Online]. Available: <http://www.gps.gov/technical/ps/2008-SPS-performance-standard.pdf>
- J.Hightower, G.Borriello, , "Location Systems for ubiquitous computing," Computer, 34(8),2001, pp. 57–66. Available at: <https://doi.org/10.1109/2.940014>.
- Bolic. M, "RFID Systems: Research Trends and Challenges" in Trilateration, D. Simplot-Ryl, I. Stojmenovic, Ed. New York: Wiley,2010, ss. 11-12.
- Karataş, D.C. 2022. Lojistik ve Tedarik Zincirinde ABC Analizinin İç Mekan Konumlandırmayla Planlanması. Altınbaş Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- H.Wu, A. Marshall, W.Yu, "Path planning and following algorithms in an indoor navigation model for visually impaired," Second International Conference on Internet Monitoring and Protection (ICIMP 2007), 2007 [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/icimp.2007.31>.
- P. Kumar, L. Reddy, S. Varma, "Distance measurement and error estimation scheme for RSSI based localization in Wireless Sensor Networks." In Wireless Communication and Sensor Networks (WCSN), Fifth IEEE Conference, 2009, ss. 1-4.

ANALYSIS OF IRRADIATION AND TEMPERATURE DEPENDENT ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF 49.5 KW PHOTOVOLTAIC (PV) SYSTEM

Kenan ÖZEL

Ankara University, Department of Electrical and Energy, GAMA Vocational School, 06120 Ankara, Turkey, Gumusdere Campus

ORCID ID: 0000-0002-0250-3731

Hatice AYDIN

Ankara University, Department of Electrical and Energy, GAMA Vocational School, 06120 Ankara, Turkey, Gumusdere Campus

ORCID ID: 0000-0002-7355-9329

Taner DİNDAR

Ankara University, Department of Electronics and Automation, Nallihan Vocational School, 06920 Ankara, Turkey, Nallihan Campus

ORCID ID: 0000-0002-4112-2114

ÖZET

Güneş enerjisi hasadı, yüksek enerji tüketimine sahip tüketiciler için en umut verici ve uygun maliyetli enerji çözümlerinden biridir. Ancak güneş enerjisini elektriğe dönüştüren fotovoltaik (PV) modüllerin güç üretimi, ısınım değeri, sıcaklık, güneşlenme süresi vb. meteorolojik verilere bağlı olarak değişmektedir. Burada, nominal kurulu gücü 49,5 kWp olan fotovoltaik (PV) sistemin ısıma ve sıcaklığa bağlı elektrik enerjisi çıkışı analiz edilmeye çalışılmıştır. PV Sistemi MATLAB/Simulink ortamında inşa edilmiş ve 225 adet 220W polikristal güneş modülü kullanılarak tasarlanmıştır. Gelen güneş ısınımı 200'den 1000 W/m²'ye değiştirilerek sistem çıkış gücü araştırılmış ve üretilen gücün artan ısınım değeri ile orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Ek olarak, sıcaklığın güneş enerjisi sisteminin elektrik enerjisi çıkışı üzerindeki etkisini araştırmak için farklı sıcaklık koşullarında elektriksel özelliklere dayalı olarak PV sisteminin performans değerlendirmesi yapıldı. Sonuçlar, artan sıcaklık koşuluyla PV sisteminin performansının düştüğünü göstermiştir. Sonuç olarak, bu çalışma PV sistem analizinin daha iyi anlaşılmasını kolaylaştıracak ve PV sistem tasarımcılarına rehberlik sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Fotovoltaik Paneller, Elektriksel Parametreler, Matlab/Simulink

ANALYSIS OF IRRADIATION AND TEMPERATURE DEPENDENT ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF 49.5 KW PHOTOVOLTAIC (PV) SYSTEM

ABSTRACT

Solar energy harvesting is one of the most promising and cost-effective power solutions for consumers having high energy consumption. However, the power generation of photovoltaic (PV) modules converting solar energy to electricity varies depending on meteorological data such as irradiance value, temperature, sunbathing time, etc. Herein, an attempt has been made to analyze the irradiation and temperature dependent electrical energy output of photovoltaic

(PV) system with a rated installation power of 49.5 kWp. The PV System was constructed in the MATLAB/Simulink environment and was designed using 225 units of 220W polycrystalline solar modules. The system output power was investigated by changing the incident solar irradiation from 200 to 1000 W/m² and it was observed that the produced power increased proportionally with the increasing irradiation value. Additionally, the performance assessment of the PV system based on electrical characteristics under different temperature condition was performed to probe the effect of temperature on electrical energy output of solar system. The results showed that the performance of PV system degraded with increasing temperature condition. In conclusion, this study will facilitate a better understanding of PV system analysis and provide guidance to PV system designers.

Keywords: Solar Energy, Photovoltaic Modules, Electrical Parameters, Matlab/Simulink

1. Introduction

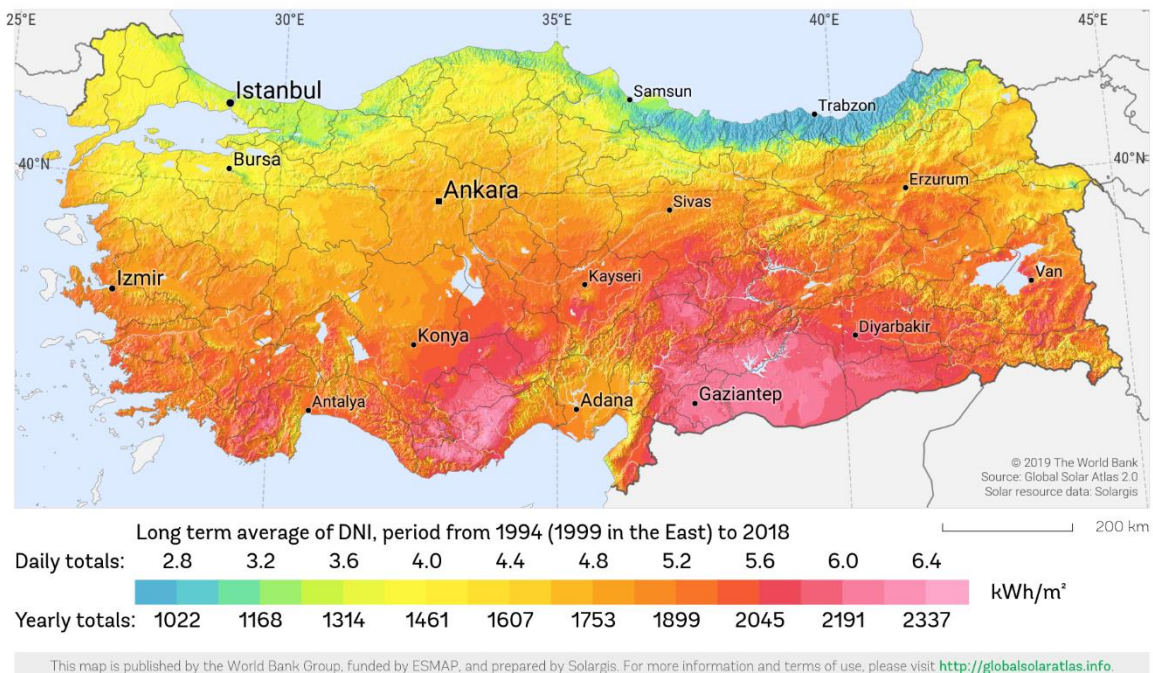
Renewable energy technologies offer an environmentally friendly and economical solution to meet the increasing demand for electrical energy. In particular, the tendency to generate electricity from solar energy has been increasing in recent years. It is very important to use PV modules under suitable conditions to manage the solar energy harvesting effectively (Luo, 2005). By connecting PV modules in series and/or parallel, a PV system can be designed according to the desired area and required power. However, the output power of the PV system deviates from the value of installed power due to environmental factors such as temperature and solar radiation (Ozel, 2020). In addition, it should be known that the produced energy value of PV modules is directly related to the sunbathing time.

Turkey has an excellent level of solar radiation thanks to its geographical location between 36-42 degrees north latitude and 26-45 degrees east longitude. Typically, it has been reported that our country has an average annual solar radiation intensity of 1527.1 kwh / m²-year, an average annual sunshine duration of 2766.5 hours / year, an average daily radiation intensity of 4.18 kwh / m²-day and an average daily total sunshine time of 7.58 hours / day (<https://enerji.gov.tr/eigm-renewable-energy-resources-biomass>). However, since these values differ according to geographical location, seasons, months and even days, the output power of the PV modules whose power value is specified by the manufacturer and the amount of energy produced by these modules also vary according to their location and settlement. The parameters that affect the amount of solar radiation are listed in Table 1.

Table 1. The parameters that affect the amount of solar radiation (Aksungur, 2013)

Parameters	Effects
Solar Output	11-year solar period
Earth-Sun distance	3.5% annual change
Clouds	Dominant factor
Water Vapor	Selective Absorber
Air pollution	50% reduction of direct radiation
Forest fires	Regional impact
Volcanic ash	Global annual impact
Position	Position of the Sun
Time of day and season	Position of the Sun

Taking into consideration all these parameters and their effects, the direct normal solar irradiation map of our country is given in Figure 1 (<https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/turkey>). As observed, the daily total irradiation value, which varies from region to region, changes from 2.8 to 6.4 kWh/m², while the annual total changes from 1022 to 2337 kWh/m².


Figure 1. The direct normal solar irradiation map of Turkey

2. Design and simulation of 49.5 kWp off-grid PV system

Figure 2 demonstrates the design of off-grid PV system having rated power as 49.5 kWp. The system was designed using MATLAB/Simulink software, with a total unit of 225 Peimar branded SG220P series (220W Polycrystalline Module) placed in 15 subarrays of 15 modules. The technical specifications of the PV module are presented in Table 2.

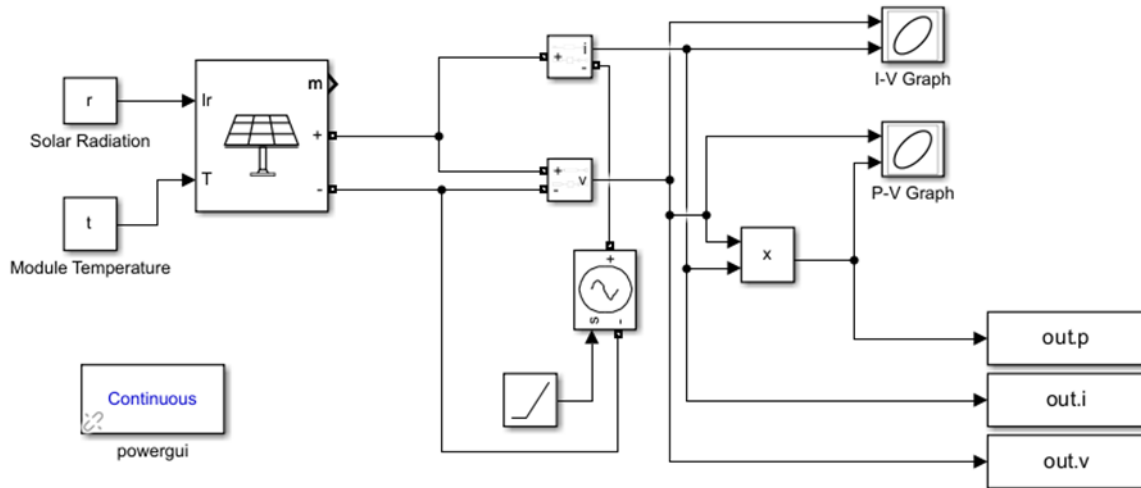


Figure 2. MATLAB/Simulink model of 49.5 kWp off-grid PV system

Table 2 The PV Module (15x15 Peimar SG220P) specifications.

Variables	Parameter	Value
Pmax	Maximum Power (W)	220.07
Ncell	Cells per module	60
Voc	Open circuit voltage	35.4
Isc	Short-circuit current (A)	8.32
Vmp	Voltage at maximum power point (V)	29.5
Imp	Current at maximum power point (A)	7.46
Kv	Temperature coefficient of Voc (%/deg.C)	-0.361
Ki	Temperature coefficient of Isc (%/deg.C)	0.073005

3. Results and discussion

Solar irradiation and temperature are two important parameters which affects the electrical characteristics of the PV module. As well known, the extracted power of the solar module is expressed as the product of the module current and voltage. The maximum power point provided for a given current and voltage value in the power-voltage characteristic curve is defined under standard test conditions of 1000 W/m² irradiance and 25°C module temperature. However, these conditions may not always be met. When the values of irradiation and temperature change, the output current and voltage of the module are also affected (Suryavanshi, 2012). For example, considering that an average radiation intensity of 800W/m²

is received in Ankara, it can be predicted that there will be a radiation intensity of 1000 W/m^2 in the open air, $200 - 750 \text{ W/m}^2$ in cloudy weather, and 50 W/m^2 in rainy weather. Therefore, it is expected that the output power of any PV system to be installed in Ankara will vary depending on this value.

Figure 3 a-b shows the effect of different irradiance values on the current-voltage (I-V) and power-voltage (P-V) characteristic curves of the Peimar SG220P module. The increase in irradiation under constant temperature increases the output current of the photovoltaic module. Since the maximum output power is directly affected by the change in current, an increase in irradiation also increases the output power. Hence, one can expect that the PV system, designed with a nominal power of 49.5 kW , produces 49.5 kW of electrical output power only if the PV system is exposed to 1000 W/m^2 solar radiation, 25°C temperature and AM1.5 solar spectrum. According to our calculation, if the solar irradiation value drops from 1000 W/m^2 to 200 W/m^2 at a constant temperature of 25°C , the electrical power output value decreases from 49.5 kW to 9.52 kW .

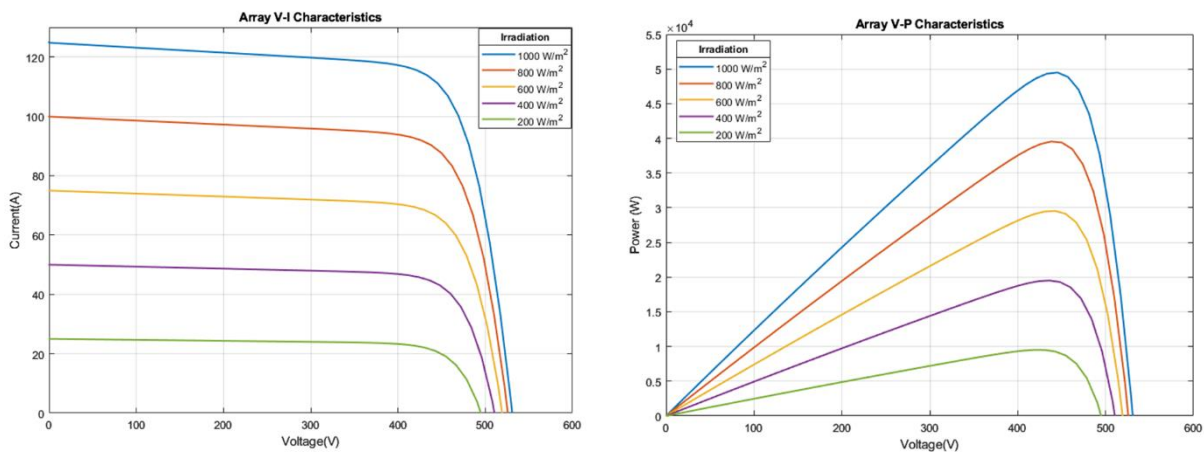


Figure 3. The effect of different irradiance values on the (a) current-voltage (I-V) and (b) power-voltage (P-V) characteristic curves of the Peimar SG220P module.

On the other hand, it is known that temperature values of PV modules have significant effects on power conversion efficiency. The most important parameters affecting panel temperature are wind speed and ambient temperatures. It is known that with an increase in wind speed at the same ambient temperature, the panel temperature decreases and the power conversion efficiency increases (Yigit and Arslanoglu, 2021). Therefore, environmental temperature and wind speed should be considered, as well as the intensity of irradiation from the sun, while choosing a location for the solar power plants. As an example, the annual average temperature value of 11.7 degrees and the annual average wind speed value of 2 m/s is calculated for Ankara (Çiçek and Doğan, 2005)

Figure 4 a-b manifests the effect of different temperature values on the current-voltage (I-V) and power-voltage (P-V) characteristic curves of the Peimar SG220P module. Increasing the temperature under constant irradiation reduces the output voltage of the photovoltaic module. Since the maximum output power is directly affected by the decrease in voltage, an increase in temperature causes a decrease in output power. According to our calculation, if the temperature value decreases from 50°C to 0°C at a constant solar irradiation value of 1000W/m², the electrical power output value increases from 44.6 kW to 54 kW.

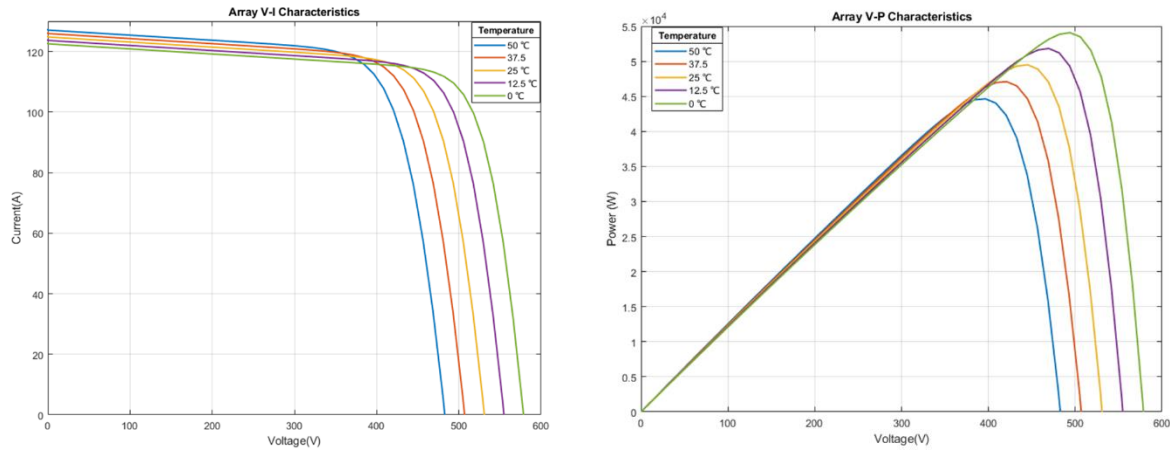


Figure 4. The effect of different temperature values on the (a) current-voltage (I-V) and (b) power-voltage (P-V) characteristic curves of the Peimar SG220P module.

In the light of the information given, when the PV system with a nominal power of 49.5 kW mentioned here is installed in Ankara, if the simulation is made according to the annual average radiation and temperature values, the generated output power will be obtained as 41.5 kW, and the annual generated electrical energy will be calculated as 104 MWh by taking into account the annual sunshine duration (Koçer, 2016). Figure 5 delineates the simulation current-voltage (I-V) and power-voltage (P-V) results of the 49.5 kW PV system for Ankara.

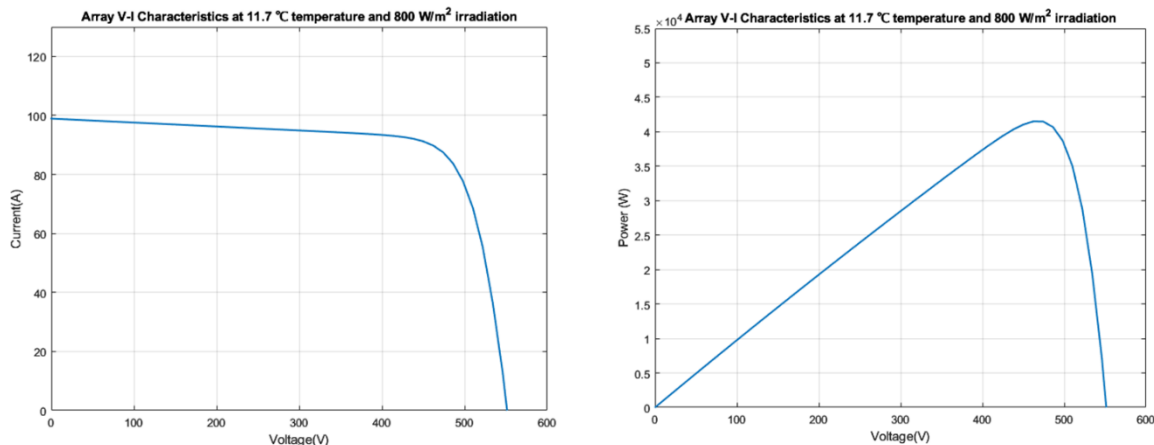


Figure 5. The simulation current-voltage (I-V) and power-voltage (P-V) results of the 49.5 kW PV system for Ankara

4. Conclusions

As a result, considering the results obtained in this study, if attention is paid to solar irradiation and temperature parameters for the location selection for the PV systems to be installed, it will be possible to prevent electricity losses and increase the electrical output power. From this point of view, it can be said that the PV system, rated power as 49.5 kW, designed in this study will generate power above the nominal value by installing it in a region with intense solar radiation and low temperature average. Additionally, it is also useful to know that the dust accumulated on the module and the wind direction are also effective parameters on the electrical energy production of the module. It is thought that it will be useful to examine the effects of these parameters in future studies.

References

- Xuelian Luo, Solar energy cells and its application, Wuhan Sci College Acad J, 18 (10) (2005), pp. 36-37
- Özel, K., & Karaaslan, A. (2020). The design of standalone pv system using p&o algorithm for maximum power point tracking. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A2-A3 Physical Sciences and Engineering, 62(1), 14-25.
- Website: <https://enerji.gov.tr/eigm-renewable-energy-resources-biomass> (visited on 11/07/2022)
- Aksungur, K. M., Kurban, M., & Filik, Ü. B. (2013). Türkiye'nin Farklı Bölgelerindeki Güneş Işınım Verilerinin Analizi ve Değerlendirilmesi. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, 3-6.
- Website: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/turkey> (visited on 11/07/2022)
- Suryavanshi, R., Joshi, D. R., & Jangamshetti, S. H. (2012, January). PSO and P&O based MPPT technique for SPV panel under varying atmospheric conditions. In 2012 International Conference on Power, Signals, Controls and Computation (pp. 1-6). IEEE.
- Yiğit, A., & Arslanoğlu, N. (2021). Anlık ışınım şiddeti ve çevresel faktörlere bağlı optimum pv panel açısı, verim, güç üretiminin incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 26(1), 301-314.
- Çiçek, İ., & Doğan, U. (2005) Ankara'da Şehir Isi Adasının İncelenmesi Detection of Urban Heat Island in Ankara, Turkey. Coğrafi Bilimler Dergisi, 3 (1), 57-72
- Koçer, A., Şevik, S., & Güngör, A. (2016). Ankara ve İlçeleri için Güneş Kolektörü Optimum Eğim Açısının Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 21(1), 63-78.

İÇ MEKAN ZEMİN KAPLAMA UYGULAMALARI İÇİN PIEZOELEKTRİK ENERJİ HASATI ÜZERİNE ÖRNEK BİR FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI

Taner DİNDAR

Ankara University, Department of Electronics and Automation, Nallıhan Vocational School, 06920
Ankara, Turkey, Nallıhan Campus
ORCID ID: 0000-0002-4112-2114

Hatice AYDIN

Ankara University, Department of Electrical and Energy, GAMA Vocational School, 06120 Ankara,
Turkey, Gumusdere Campus
ORCID ID: 0000-0002-7355-9329

Kenan ÖZEL

Ankara University, Department of Electrical and Energy, GAMA Vocational School, 06120 Ankara,
Turkey, Gumusdere Campus
ORCID ID: 0000-0002-0250-3731

ÖZET

Piezo kelime anlamı olarak sıkıştırmak ya da basınç uygulamak anlamına gelmektedir. Piezoelektrik malzemelerin özelliği kullanılarak, mekanik enerjiyi elektriğe enerjisine ya da tam tersi durum elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevrilebilmektedir. Piezoelektrik malzeme içindeki polarizasyon yoğunluğunu etkileyen etmenler malzeme büyüklüğü, yerleştirilme şekli, uygulanan basınç değeri ve yoğunluğudur. Piezoelektrik malzemeler sayesinde basıncın etkisiyle enerji elde edilebilmektedir. Son yıllarda, piezoelektrik malzemelerin enerji dönüşüm performansının iyileştirilmesine yönelik araştırmalar, temiz enerjiye yönelik artan eğilimlerle birlikte yoğunlaşmıştır. Burada kamu veya özel kuruluşların yemekhanelerinin bu alanların zeminlerine döşenecek piezoelektrik malzemelerden gelen enerji ile aydınlatılması planlanmaktadır. Ayrıca güneş pillerinin bu malzemelere entegrasyonu ile oluşturulacak hibrit yapının dış mekân uygulamaları için daha yüksek enerji çıktısı sunacağını belirtmekte fayda var. Bu çalışmada yıllardır bu sektörde faaliyet gösteren Pavegen firmasının tasarladığı malzemeler ile 435 metrekarelik taban alanı kaplanarak piezoelektrik malzemelerin iç mekân uygulaması gerçekleştirilmiştir. Seçilen alanın tüm zeminini kaplamak için 400 adet 50x50x50 eşkenar üçgen piezoelektrik malzeme kullanılmalıdır. Bu üçgen tasarımlı malzeme tam kapasite kullanıldığında üretilen güç her bir piezo malzeme için 5-7 watt civarındadır. 400 adet piezoelektrik malzeme ile kaplanmış zeminden yaklaşık 2000 watt güç üretilmesi beklenmekte ve 40 watt'lık 50 adet LED armatürün enerjisini karşılayacağı düşünülmektedir. Bu çalışma piezoelektrik malzemeler kullanılarak nasıl temiz enerji üretileceği ve bir uygulama alanına nasıl aktarılacağını sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Piezoelektrik Malzemeler, Temiz Enerji, Basınç

A CASE FEASIBILITY STUDY ON PIEZOELECTRIC ENERGY HARVESTING FOR INDOOR FLOORING APPLICATIONS

ABSTRACT

Piezo literally means to compress or apply pressure. By utilizing the property of piezoelectric materials, the mechanical energy can be converted into electrical energy or vice versa. The factors affecting the polarization density in the piezoelectric material are the material size, the layout, the value of applied pressure and its density. Thanks to piezoelectric materials, energy can be obtained by the effect of pressure. In recent years, the investigation on studies on improving the energy conversion performance of piezoelectric materials have intensified with the increasing trends towards clean energy. Herein, it is planned to illuminate the dining hall of public or private institutions with the energy coming from piezoelectric materials to be laid on the floors of these areas. In addition, it is noteworthy to say that the hybrid structure to be created by the integration of solar cells into these materials will offer higher energy output for outdoor applications. In this study, an indoor application of piezoelectric materials was realized by coating the floor area of 435 square meters with the materials designed by the Pavegen company, which has been operating in this sector for years. 400 pieces of 50x50x50 equilateral triangle piezoelectric materials should be used to cover the entire floor of the selected area. When this triangular design material is used at full capacity, the generated power is around 5-7 watts for each piezo material. It is expected that approximately 2000 watts of power will be produced from the floor covered with 400 pieces of piezoelectric material and it is thought that it will meet the energy of 50 LED luminaires of 40 watts. This study presents how to produce clean energy using piezoelectric materials and how to transfer it to an application area.

Keywords: Piezoelectric Materials, Clean Energy, Pressure

1. INTRODUCTION

As industrialization and the world's population increases, so does the consumption of electrical energy. The variety of power generation resources to meet the increasing energy demand and the orientation towards alternative energy sources is increasing day by day. In this context, there are tremendous developments in energy conversion systems and material technologies with the diversity of resources. Energy harvesting applications, especially with piezoelectric, pyroelectric, and ferroelectric materials, have been widely planned and realized in recent years (Bowen, 2014). In this regard, the application range of piezoelectric materials that convert mechanical vibrations into electrical energy is quite broad. Many chemical components can be used to fabricate piezoelectric materials, but among them, lead-zirconium-titanate ($\text{Pb}[\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x}]\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$)) (PZT) ceramic is the most widely used due to its higher sensitivity and higher temperature resistance than other piezoelectric materials (Anonymous, 2022).

Non-symmetric crystals are used to produce the effect in piezoelectric material. Apart from these, quartz (SiO_2), tourmaline, barium titanate (BaTiO_3), zinc oxide (ZnO), PVDF polyvinylidene chloride (PVDF) are among the most utilized materials (Çalışır, 2020). The schematic diagram of the working principle of the piezoelectric material can be seen in Figure 1.

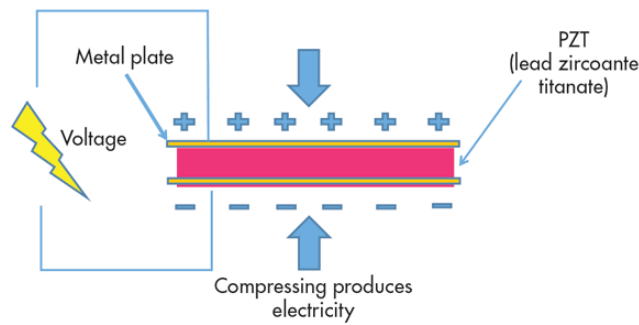


Figure 1: Working principle of a piezoelectric material

Piezoceramic materials are placed between two metals and tested to determine how they work. Mechanical pressure must be applied to produce the piezoelectric effect. Any mechanical pressure applied to the surface of the material has the potential to produce a voltage within a certain range. The voltage value generated as a function of the pressure applied to the surface of these materials is directly related to the piezoelectric coefficient of the piezoelectric material. The piezoelectric coefficients of some common piezoelectric materials are listed in Table 1 (Shreeshayana, 2017). Here, two metal plates cover the piezoceramic materials that form the output terminals. These two plates collect the voltage-generating charges, and this effect causes the material to behave like a battery. When pressure is applied in this way, current is generated (Gautschi, 2006).

Table 1. Piezoelectric coefficients of some piezoelectric materials

Line No.:	Material Type	d33 (pC/N)
1	Quartz	2.3
2	BaTiO_3	90
3	PbTiO_3	120
4	PZT	560
5	PZN-9PT	2500

2. PIEZOELECTRIC ENERGY HARVESTING APPLICATION IN CLOSED AREAS

Piezoelectric materials are used in many fields. Depending on the direction of energy conversion, they can be divided into three groups. In the conversion of mechanical energy into electrical energy, vibration sensors, microphones, and accelerometers, in the conversion of electrical energy into mechanical energy, headphones, transducers, and ultrasonic cleaners, and in the conversion of electromechanical energy into electrical energy, oscillators and surface wave meters work according to this logic. It is also beneficial to use them as clean energy in many fields. It is estimated that it will meet the demand of electric energy by using it in closed or open areas for a long time (Xiong, 2012).

In examining the studies conducted to date, the feasibility studies, and the companies engaged in the production of piezoelectric materials, applications for obtaining piezoelectric energy, such as laying piezoelectric materials on the ground in the form of tiles in areas with high population density and circulation, have attracted attention. In this study, a feasibility study was conducted using piezoelectric tiles manufactured by Pavegen, a company that has been operating in this field for years and is widely preferred. In this context, the idea that the application of piezoelectric flooring also meets the need for lighting energy in the given region for areas where people move intensively at certain times, such as subway stations, hospital corridors and dining halls is important for the use and dissemination of clean energy (Bischur and Schwesinger, 2012). In this study, power generation by piezoelectric energy harvesting is simulated by making a floor covering of Pavegen V3 tiles for a dining hall with a floor area of 435 m^2 .

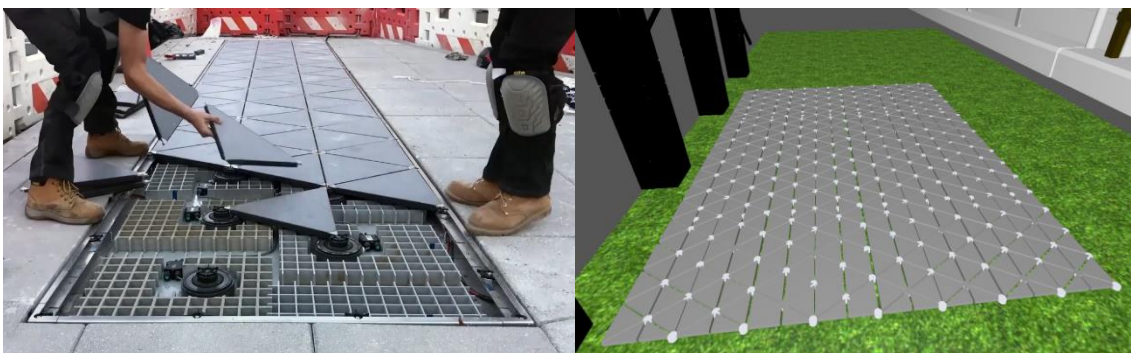


Figure 2. Images of the floor coating of Pavegen V3 piezoelectric tiles

Figure 2 shows the installation of the Pavegen V3 material on the sample floor. A similar floor coating is applied to the 435 m^2 floor mentioned earlier. The cost of electrical energy per unit, which is increasing day by day, will pave the way for such applications. The electrical energy generated from this flooring will also be used for lighting the area in question, providing a solution to long-term electrical energy needs without incurred energy costs. Such applications

can also be designed with other renewable energy sources including solar, wind etc. to generate hybrid power. Another advantage of this system is that it enables uninterrupted power generation in grid integrated applications. This study is a preliminary feasibility study and represents the first step towards implementation. In the current situation, the high prices of piezoelectric materials entail long depreciation periods, but the main goal is to introduce alternative power generation methods and get people used to clean power generation and consumption processes.

3. MAKING THE CALCULATION OF PIEZOELECTRIC MATERIAL COATING FOR INDOOR FLOORING

The applicable floor area was determined to be applied as approximately 435 m^2 . The calculation was made by selecting the material to be laid on the floor, Pavegen V3. Material dimensions are produced as $50 \times 50 \times 50 \text{ cm}$ equilateral triangle. When its capacity is fully used, approximately 5-7 watts of electrical energy is generated (Anonymus, 2022).

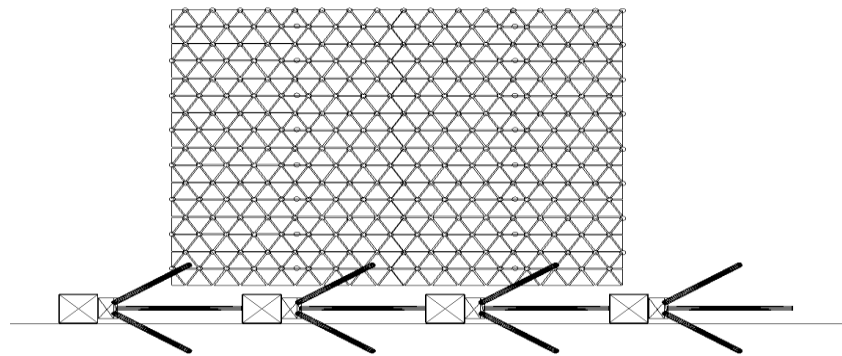


Figure 3. Layout drawing of Pavegen V3 material

If the total area of a rectangular floor is 435 square meters, the calculation assumes 10 meters in width and 43.5 meters in length. The total material used is Pavegen V3, which consists of 400 pieces of an equilateral triangle of $50 \times 50 \times 50 \text{ cm}$. It is estimated that the power to be generated is about 2 kW. Lighting the area in question with LED lights provides both good illumination and advantages in terms of energy consumption. The electrical power of 2 kW to be generated by piezoelectric energy harvesting is sufficient for lighting with 50 pieces of 40-watt LEDs. Moreover, power generation continues during the use of the area in question. For example, if the average daily usage time is 4 hours, a total of 8 kWh of electrical energy is generated. The daily energy cost for the 8 kWh of generated energy can be easily calculated by determining the price per unit of energy according to the consumer type (residential or commercial). In addition, the depreciation period can be determined by calculating the initial investment cost for the piezoelectric system to be installed based on the \$75 cost of one Pavegen

V3 piezoelectric panel and dividing this cost by the annual cost of supporting energy production. It is expected that the initial investment costs of such systems will decrease depending on developments in material technology, thus shortening the payback periods.

4. CONCLUSION

The increasing demand for energy brings with it a trend towards renewable and clean energy. Piezoelectric energy harvesting applications are one of these trends. It is expected that these exemplary feasibility studies will promote guidance in this field. In this study, which is an example of a clean energy harvesting process, the application of flooring using piezoelectric tiles was analyzed. It has been shown that with the use of 400 piezoelectric tiles, 2 kWh of electrical energy per hour can be generated. Furthermore, the initial investment costs and the payback processes are evaluated. It is expected that with the developments in material technologies, the costs and payback times are reduced.

REFERENCES

- Bowen, C. R., Kim, H. A., Weaver, P. M., & Dunn, S. (2014). Piezoelectric and ferroelectric materials and structures for energy harvesting applications. *Energy & Environmental Science*, 7(1), 25-44.
Website: <https://www.americanpiezo.com/piezo-theory/pzt.html> Access date: 11.11.2022
- Çalışır, A., Sürmeli, B., & Akçay, M. T. (2020). Metro istasyonlarında piezoelektrik malzeme kullanarak elektrik enerjisi üretilmesi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 1-6.
- Shreeshayana, R., Raghavendra, L., & Gudur, M. V. (2017). Piezoelectric energy harvesting using PZT in floor tile design. *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.*, 6(12), 8872-8879.
- Gautschi, G. (2006). *Piezoelectric Sensorics: Force Strain Pressure Acceleration and Acoustic Emission Sensors Materials and Amplifiers*. Springer Science & Business Media.
- Xiong, H., Wang, L., Wang, D., & Druta, C. (2012). Piezoelectric Energy Harvesting from Traffic Induced Deformation of Pavements. *International Journal of Pavement Research & Technology*, 5(5).
- Bischur, E., & Schwesinger, N. (2012). Energy harvesting from floor using organic piezoelectric modules. In *2012 power engineering and automation conference* (pp. 1-4). IEEE.
Website: <https://www.wevolver.com/specs/pavegen.v3> Access date: 11.11.2022

ENERJİ KAYNAĞI SEÇİM PROBLEMİNDE MABAC YÖNTEMİNİN UYGULANMASI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Mine TURAN

Nuclear Regulatory Authority, ANKARA

ORCID ID: 0000-0003- 4498-9204

Prof. Fatih Emre BORAN

Gazi University, Technology Faculty, Department of Energy Systems Engineering, Beşevler Campus

ORCID ID: 0000-0001-8404-3814

ÖZET

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin büyüme için çok yüksek enerjiye ihtiyaçları vardır. Bu ülkeler enerjiye büyük ölçüde bağımlı olduklarından, günümüzde enerjiye olan ihtiyaç da giderek artmaktadır. Bu talebin artmasında nüfus gibi çeşitli faktörler de etkili olmaktadır. Özellikle koronavirüs (COVID-19) salgını sırasında bu talep daha da artmıştır. Bu artan talebi karşılamak adına ülkelerin sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelmeleri veya hibrit bir enerji kaynağı portföyü oluşturmaları gerekmektedir. Bu çalışma, çok kriterli karar verme (MCDM) yöntemi kullanılarak enerji kaynaklarının uygun sıralamasını ve sistematik değerlendirmesini sunmaktadır. Çalışma kapsamında belirsizliği daha iyi idare edebilen yüksek derecede bulanık kümeler olan "q basamağı" benimsenmiştir. Alternatif enerji kaynakları (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle, fosil kaynaklar ve nükleer enerji) çeşitli kriterler temelinde ve MABAC (Çok Kriterli Sınır Yakınlık Alanı Karşılaştırması) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Vaka çalışmasından elde edilen bulgular hangi enerji kaynağının en uygun olduğuna göre sıralanmıştır. Uygulama sonuçlarına göre enerji planlamasında ilk tercih "güneş enerjisi", son tercih ise "hidroelektrik enerji"dir. Ülkemizin önümüzdeki yıllarda enerji elde etmeye hazırlandığı "nükleer enerji" tercih sırasına göre beşinci sırada yer almıştır. Elde edilen diğer bir sonuç ise enerji kaynaklarını değerlendirirken en önemli kriterlerin yatırım maliyeti ile fizibilitenin olmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Planlaması, Çok Kriterli Karar Verme, q Basamaklı Ortoper Bulanık Küme, MABAC (Çok Kriterli Sınır Yakınlık Alanı Karşılaştırması) Modeli.

APPLICATION OF MABAC METHOD IN ENERGY SOURCE SELECTION PROBLEM: THE CASE OF TURKIYE

ABSTRACT

Developed and developing countries have a very high need for energy for growth. Since these countries are highly dependent on energy, the need for energy is gradually increasing. Various factors such as population are also effective in the increase in this demand. Especially during the coronavirus (COVID-19) pandemic, this demand has increased even more. In order to meet this increasing demand, countries need to turn to highly sustainable energy sources or create a hybrid energy source portfolio. This study presents the suitable ranking and systematic evaluation of energy resources using a multi criteria decision making (MCDM) method. In the study's scope, "q-rung", which is the high degree of fuzzy sets that can handle uncertainty better, has been adopted. Alternative energy sources (solar, wind, hydroelectric, biomass, fossil resources and nuclear energy) were evaluated on the basis of various criteria and using the MABAC (Multi Attribute Boundary Proximity Comparison) method. The findings obtained from the case study were sorted according to which energy source is the most appropriate. According to the application results, "solar energy" is the first choice in energy planning, while "hydroelectric energy" is the last choice. "Nuclear energy", which our country is preparing to obtain energy in the coming years, is in the fifth place in the order of preference. Another result is that the most important criteria when evaluating energy resources are investment cost and feasibility.

Keywords: Energy Planning, Multi Criteria Decision Making, q-Rung Orthopair Fuzzy Set, MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison) Model.

RESPIRATORY TEMPERATURE CONTROLLED HUMIDIFIER SYSTEM**ZAMEER ALI S.**

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

SHRUTHI SHREE R.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

HARINATH S.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

During artificial respiration in patients the natural warming and humidification of upper respiratory tract is done by ventilator. Humidifiers can help to soothe dry sinuses, bloody noses and cracked lips. Airway humidifiers commonly used today change the temperature of the humidified gas manually not automatically without temperature monitoring. The Respiratory temperature-controlled humidifier system controls humidifiers based on patient temperature using thermistors. The respiratory controlled humidifier system has a face mask with a thermistor connected to the microcontroller which is close to the patient's nose that can monitor the patient's temperature. A normal human temperature ranges between 35 and 37 degrees Celsius. When the temperature exceeds the normal temperature, the respiratory controlled humidifier system stops the humidification of gas. Whereas, when the temperature falls between the temperature range, the respiratory humidifier system starts to humidify. An OLED display is used to display temperature information for the user. A microcontroller (STM32F103C8T6) or processor is configured to receive input from temperature sensors and output the temperature of the patient to the display for the user. A 12V adapter is used for power supply. The voltage from the power supply is distributed using a relay module. Humidifiers running too long can potentially worsen respiratory problems, thus using respiratory controlled humidifier system to a humidifier can avoid this condition.

Keywords: Humidifier, Patient Monitoring, Thermistor, Microcontroller

SATIŞ VE TALEP VERİLERİNİN ÖNGÖRÜLMESİNDE VERİ MADENCİLİĞİ ALGORİTMALARININ UYGULAMASI: ELEKTRİFİKASYON ŞİRKETİNDE VAKA ÇALIŞMASI

Muhammet Enis BULAK

Üsküdar University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, Central Campus
Üsküdar University

ORCID ID: 0000-0003-3784-7830

Fatma Serra ÇİFTÇİ

Üsküdar University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, Central Campus
Üsküdar University

ORCID ID: 0000-0001-9320-1212

ÖZET

Son zamanlarda rekabetin artmasıyla, firmalar, hem elverişli bir planlama ile taleplere hızlı cevap vermeyi hem de verimlilik ve maliyet gibi öğeleri dikkate alarak büyümeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda eldeki verileri kullanarak tahminleme yapmak önem kazanmıştır. Diğer taraftan bu veriler toplanırken amaca ve analize uygun bir şekilde olmayabilirler. Küme şeklinde bulunan verilerin belli bir amaç yönünde yalınlaştırılması gerekmektedir. Veri madenciliği kavramı ise analizlerin yapılmasına olanak sağlayarak verileri yorumlanabilir ve uygulanabilir bir forma getirmektedir. Bu çalışmada, elektrik panosu üreticisi bir firma için 2012-2021 arasındaki 120 aylık talep ve satış verileri toplanarak veri madenciliği alanında kullanılan 2 öngörü (forecasting) algoritması SMOreg ve Multilayer Perceptron uygulanmıştır. Bu analiz sonucunda ileriye dönük 48 ay için planlamaya yönelik bir karar destek uygulaması ile tahminleme gerçekleştirilmiştir. Yüksek öğrenme kapasiteleri sebebiyle sıklıkla kullanılan Yapay Sinir Ağları (ANN) ve Destek Vektör Makineleri (SVM) aracılığıyla yapılmış olan bu çalışmada, öngörü algoritmalarının tanımına değil, uygulaması üzerindeki sonuçlarına bakılarak ve kapasite verileri de göz önünde bulundurularak yorumlama yapılmıştır. SMOreg algoritmasının, gerçeğe daha yakın ve daha düşük hata oranına sahip sonuçlar üretmesi nedeniyle, Multilayer Perceptron algoritmasına göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışma ile veri madenciliğinde öngörü algoritmalarının özellikle üretim sektöründe planlama ve strateji geliştirme alanlarında nasıl kullanıldığı ile ilgili bir yol haritası sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tahminleme, Veri Madenciliği, Öngörü Algoritmaları, Planlama, Strateji

APPLICATION OF DATA MINING ALGORITHMS IN FORECASTING OF SALES AND DEMAND DATA: A CASE STUDY FROM ELECTRIFICATION COMPANY

ABSTRACT

With the increase in competition recently, companies aim to respond quickly to demands with appropriate planning and to grow by taking into account factors such as efficiency and cost. In this direction, it has gained importance to make estimations using the available data. On the other hand, while collecting these data, they may not be suitable for the purpose and analysis. The data in the form of a cluster should be simplified for a certain purpose. The concept of data mining, on the other hand, enables the analysis to be carried out and brings the data into an interpretable and applicable form. With this regard, 120 monthly demand and sales data between 2012-2021 for an electrical panel manufacturer were collected and 2 forecasting algorithms SMOreg and Multilayer Perceptron used in data mining were applied. As a result of this analysis, an estimation was made with a decision support application for planning for 48 months ahead. In this study, which was made using Artificial Neural Networks (ANN) and Support Vector Machines (SVM), which are frequently used due to their high learning capacities, interpretation was made not by the definition of the prediction algorithms, but by looking at the results on its application and taking into account the capacity data. It has been observed that the SMOreg algorithm is more successful than the Multilayer Perceptron algorithm because it produces results that are closer to the truth and have a lower error rate. In addition, this study presents a roadmap for how predictive algorithms are used in data mining, especially in the production sector, in the fields of planning and strategy development.

Keywords: Forecasting, Data mining, Algorithms, Planning, Strategy

1. GİRİŞ

Günümüzün artan rekabet ortamında firmaların uygun bir planlama ile taleplere hızlı cevap verirken verimlilik, maliyet gibi unsurları göz ardı etmeden büyüebilmesi tahminlemeyi kaçınılmaz hale getirmiştir. Planlama stratejik ve operasyonel faaliyetlerin temel noktasıdır ve temeli tahmine dayanır. Tahminleme doğrultusunda planlamanın en önemli yapıtaşlarından biri de veridir. Gelişen teknoloji ile birçok sektörde çeşitli verilerin veri tabanlarında erişimi ve saklanması sağlanmıştır. Hâlihazırda karmaşık ve büyük ölçekli veriler işlenip işe yarar bir yapıya ulaşmadığı sürece bir anlam ifade etmez. Böylelikle yığın şeklinde bulunan verilerin gereksinim doğrultusunda indirgenmesi veri madenciliği kavramını ortaya çıkarmıştır. Veri madenciliği yöntemleri sınıflama, birliktelik kuralları, kümeleme, tahminleme ve aykırılık analizi olarak ele alınmaktadır (Akdağ, 2016).

Bu çalışmada veri madenciliği kullanılarak zaman serileri ile tahminleme uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Hiçbir durumun gerçekleşmeden kesinlik ifade edemeyeceği gibi belirli nedenlerin aynı sonuçları doğurması, olayların benzerliği olup zaman serilerinde bazı periyotlarda analiz edilebilirliğini öngörmüştür. Her daim yanılma payı olabileceği gibi tahmin edilemeyen durum ve gelişmeler olmadığı sürece mevcut geçmiş verilere istinaden gelecek için öngörüleme çalışmaları büyük oranda gerçeğe yakın sonuçlar verebilir. Bunun için farklı yöntemler kullanılarak karşılaşılan problemlere göre yeni yöntemler geliştirilmeye devam edilmektedir.

Veri çeşitliliğinin artması ile beraber talep tahmini için kullanılan geleneksel yöntemler yeterli gelmemeye başlamıştır. Verilerin analizinin doğru bir şekilde yapılması ve aynı zamanda rekabet ortamında hızın önemli olması nedeniyle makine öğrenimi algoritmaları, hızı ve çeşitliliği destekleyerek güçlü tahminler yapmaktadır.

Bu çalışmada, zaman serisi tahminleme algoritmalarından 2 öngörüleme tekniğinin etkinlik ve verimliliği, satış ve talep verileri üzerinde uygulanmıştır. Yapay Sinir Ağları (ANN) ve Destek Vektör Makineleri (SVM) algoritmaları, yüksek öğrenme kapasiteleri nedeniyle yaygın olarak kullanılan makine öğrenme algoritmalarıdır (Sel, 2018). Yapay Sinir Ağları, beynin bir işlevi yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistemdir (Ataseven, 2013). Destek Vektör Makineleri ise yapısal risk minimizasyonu prensibine göre çalışan dış bükey optimizasyona dayalı makine öğrenmesi algoritmalarıdır (Ayhan & Erdoğan, 2014).

Uygulamada WEKA veri madenciliği yazılımındaki 2 öngörü (forecasting) algoritmasının verimliliği ve yorumlanması, 120 aylık talep ve satış verileri üzerinde uygulanmıştır. Bu uygulama için sektöründe öncü firmalardan biri seçilmiş ve algoritmalar alınan iki çeşit veri doğrultusunda kıyaslanarak ilerlenmiştir. Yapay Sinir Ağları (ANN) ve Destek Vektör Makineleri (SPV) aracılığıyla yapılmış olan analizde öngörü algoritmalarının tanımına değil, uygulaması üzerindeki sonuçlarına bakılarak kapasite verileri de göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır.

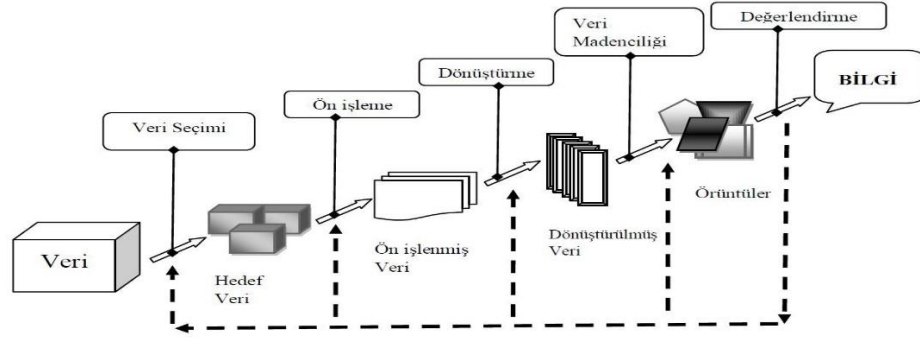
Çalışmanın literatür taraması bölümünde veri madenciliğinin öngörü algoritmaları ve uygulamalarından bahsedilerek sektörde kullanılan örnekleriyle ilgili literatür taraması verilmiştir. Metodoloji kısmında, WEKA hakkında genel bilgiler verilmiş, ANN ve SVM algoritmaları kullanılarak öngörü çalışmasının nasıl yapıldığı açıklanmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Veri Madenciliği

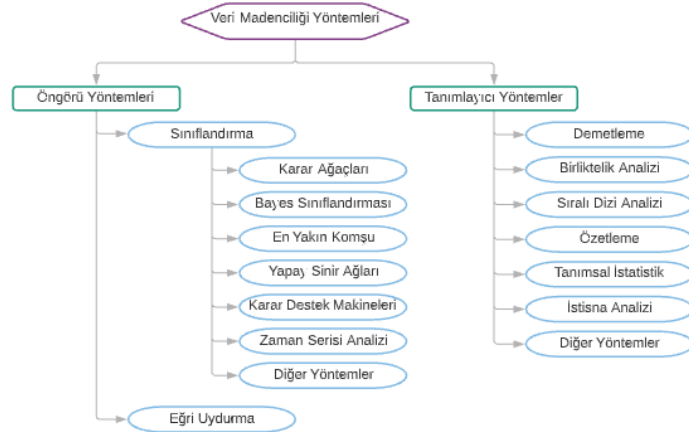
Veri madenciliği en temel tanım olarak çok miktardaki büyük verilerden öncesinde

bilinmeyen verilerin çıkartılarak işe yarayacak verilere ulaşılmasıdır.



Şekil 1. Veri Madenciliği Süreci

Önceki uygulamalarda klasik istatistiksel yöntemler kullanılmakta verilerin büyüklüğü ve parametresi arttıkça hata oranı ve anlaşılabilirlik büyük ölçüde azalmaktaydı. Veri madenciliği kavramıyla genellikle bilgisayar öğrenmesine uygun olan veriler indirgenerek anlamlı bir hale getirilmektedir. Yapılan işlemler sonucunda ise işlenen veriler belirli bir karar mekanizması oluşturmaktadır (Demir & Dincer, 2020). Veri madenciliğinde kullanılan birçok yöntem vardır. Kullanılan yöntemler çeşitli durumlara göre farklılık gösterebilir. Bu yöntemler Şekil-2'de gösterilmektedir (Albayrak, 2017).



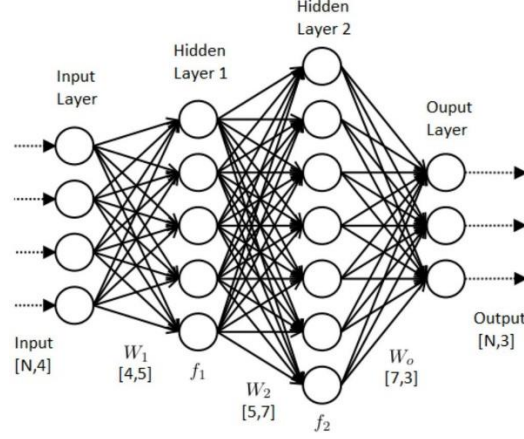
Şekil 2. Veri Madenciliği Metotları

Kullanımının kolay olması ve tutarlı sonuçlar vermesi sebebiyle Yapay sinir ağları araştırmada tercih edilen yöntemlerden biridir. Aynı şekilde başarılı olan ve zaman serileri tahmininde kullanılan yöntemlerden biri de destek vektör makineleridir. Bu nedenle, Yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri öngörü amacıyla yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Yakut, Elmas & Yavuz, 2016).

2.1.1. Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay Sinir Ağı (YSA), insan beynini taklit etmek için birbirine bağlı yapay nöronlar üzerine kurulmuş, biyolojik sinir ağlarından esinlenerek öğrenilmiş ya da sınıflandırılmış verileri

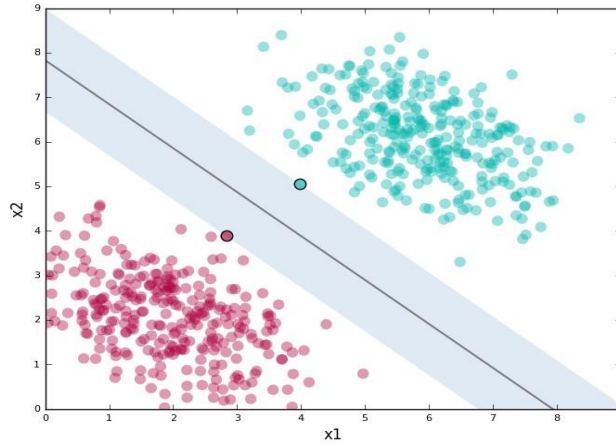
kullanarak karar verebilen bir bilgisayar programıdır. İşlemin doğru uygulanabilmesi için belirli örneklerle eğitilmesi gerekir. Bir süre sonra ağ, genelleme yapabilecek ve karar verebilecek seviyeye ulaşır. Kazanılan bu yetenek doğrultusunda çıktılar belirlenir (Keskenler & Keskenler, 2017).



Şekil 3. Yapay Sinir Ağları

2.1.2. Destek Vektör Makineleri (DVM)

Destek vektör makinesi sınıflandırma ve regresyon analizinde kullanılan verileri analiz eden ve örneklerden öğrenen, istatistiksel öğrenme teorisi ve yapısal riski en aza indirme ilkesine dayanan denetimli bir öğrenme yöntemidir. DVM regresyon uygulamalarını da kapsayacak şekilde genişletilmiş ve gelişen bilgisayar teknolojisi sayesinde artarak kullanılmaya başlanmıştır. DVM’de kullanılan veri büyüklüğünün bir sınırı olmayıp büyük veri setleri için kullanıma uygundur (Meral & Saraçlı, 2020).



Şekil 4. Destek Vektör Makineleri

2.1.3. Veri Madenciliği Algoritmaları ile Tahminleme

Tahmin, geçmişten bugüne incelenen bir durumun bir takım mantıksal sonuçlar doğrultusunda gelecekteki durumunu öngörme olarak tanımlanabilir. Çok değişkenli zaman serilerinde, geçmiş değerlerden yola çıkarak tahmin fonksiyonu oluşturulmaktadır. Tahminleme için farklı yöntemler ve algoritmalar bulunmaktadır. Buna bağlı olarak çözüm yolları da farklılık göstermektedir (Bağcı & Demirer, 2021). Tahminlemede veri madenciliği, geçmiş veriler ışığında yapılan makine öğrenmesi ile gelecek verilerin öngörülmesidir. Bunun için çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları Yapay Sinir Ağları, Regresyon Analizi, Box-Jenkins ve Destek Vektör Makineleridir. Çalışmada ise YSA ve DVM algoritmalarıdır.

Bu çalışmada zaman serisi tahminleme aracı olarak açık kaynak bilgisayar programı olan WEKA yazılımı kullanılmıştır. WEKA, Yeni Zelanda Waikato üniversitesinde, Java dilinde geliştirilmiş, günümüzde kullanımı yaygın olan makine öğrenimi algoritmalarını ve metotlarını içeren bir yazılımdır. Program, içerdiği özellikler ile veri kümeleri üzerinde görselleştirme, veri analizi, veri madenciliği gibi işlemleri yapabilmektedir. WEKA, ARFF uzantısı desteği ile çalışmaktadır.

```
@relation 'Sales Data'

@attribute Sales numeric
@attribute Months date "yyyy-MM-dd"

@data
43,"2012-01-01"
80,"2012-02-01"
125,"2012-03-01"
88,"2012-04-01"
125,"2012-05-01"
150,"2012-06-01"
165,"2012-07-01"
159,"2012-08-01"
210,"2012-09-01"
192,"2012-10-01"
101,"2012-11-01"
```

Şekil 5. ARFF Formatı

2.1.4. Zaman Serisi Öngörü Modülünde Hata Ölçüm Teknikleri

Kullanılan algoritmalar, tahminleme modellerinin doğruluğunu değerlendirmek ve öngörü performansını test etmek için çeşitli istatistiksel hata ölçüm yöntemlerini kullanmaktadır. Diğer taraftan kullanılan algoritmaların doğru bir şekilde karşılaştırılabilmesi için hata ölçümleri gereklidir. Hata ölçüm yöntemleri temelde gerçek değer ve öngörü değeri arasındaki farka dayanmaktadır. Bu çalışmada MAE, MAPE, RMSE ve MSE yöntemleri uygulanacaktır. Belirtilen ölçümler, gerçek ve öngörü değerleri arasındaki farka dayanmaktadır. Denklemlerde; ϵ öngörü hatası, y veri seti gerçek değerleri, y^* öngörü değerlerini; t , i zaman periyodunu gösteren endeks, n öngörülen periyot sayısını göstermektedir.

$$\varepsilon_t = y_t^* - y_t \quad (1)$$

Ortalama mutlak hata, tahminlerin veya tahminlerin gerçek değerlerden ne kadar uzak olduğunu ölçer. Genellikle zaman serilerinde kullanılır. Öngörülen ve gerçekleşen değerler arasındaki farkların mutlak değerlerinin, ortalaması alınarak bulunur.

$$MAE = \left(\sum_{i=1}^n |y_i^* - y_i| \right) / n \quad (2)$$

Ortalama mutlak yüzde hata, modelin tahmin ettiği verilerin gerçek değerler ile olan yüzdelik hataların mutlak değerleri toplamalarının ortalamasını almaktadır.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i^* - y_i}{y_i} \right|}{n} 100 \quad (3)$$

Ortalama Kare Hata, öngörülen ve gerçekleşen değerler arasındaki farkların karelerinin, aritmetik ortalaması alınarak bulunur. Tahmin edilen sonuçların gerçek sayıdan ne kadar farklı olduğuna dair mutlak bir sayı verir.

$$MSE = \left(\sum_{i=1}^n (y_i^* - y_i)^2 \right) / n \quad (4)$$

Kök Ortalama Kare Hata, öngörülen ve gerçekleşen değerler arasındaki farkların karelerinin, aritmetik ortalamasının karekökü alınarak bulunur. Ortalama Kare Hata'nın karekökü alınmış halidir.

$$RMSE = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (y_i^* - y_i)^2 \right) / n} \quad (5)$$

2.2. Öngörü Performansı ve Analizler

Çalışmada zaman serisi öngörü algoritmalarından YSA ve DVM'nin tahminleme performansları açısından değerlendirilmiştir. Satış ve talep verileri olarak ele alınan verilerin belirtilen algoritmalar uygulanarak karşılaştırılması ve yorumlanması amaçlanmıştır. Uygulanan algoritmalar 4 hata ölçüm yöntemiyle kıyaslanmış ve ölçüm değerleri gösterilmiştir. Yapılan kıyaslamada tahminlenen her ay için oluşan hata oranlarının ortalaması alınmıştır. Genel olarak öngörü süresi uzadıkça hata oranının arttığı gözlemlenmiştir. İlk olarak MAPE hata yüzdesi küçük olana öncelik verilmiştir.

Firmanın satış ve talep verileri için Multilayer Perceptron ve SMOreg ile yapılan 48 aylık öngörü çalışması Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu kapsamda oluşan hata oranlarına ise Tablo 2'de yer verilmiştir. Kullanılan algoritmaların aylık tahminleme performansına göre MAPE

değerlerinin Multilayer Perceptron algoritmasında satış verileri için ortalama 0,86, talep verileri için 0,63; SMOREG algoritmasında ise satış ve talep verileri için 0,03 olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre Multilayer Perceptron'un hata oranının SMOREG'den çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

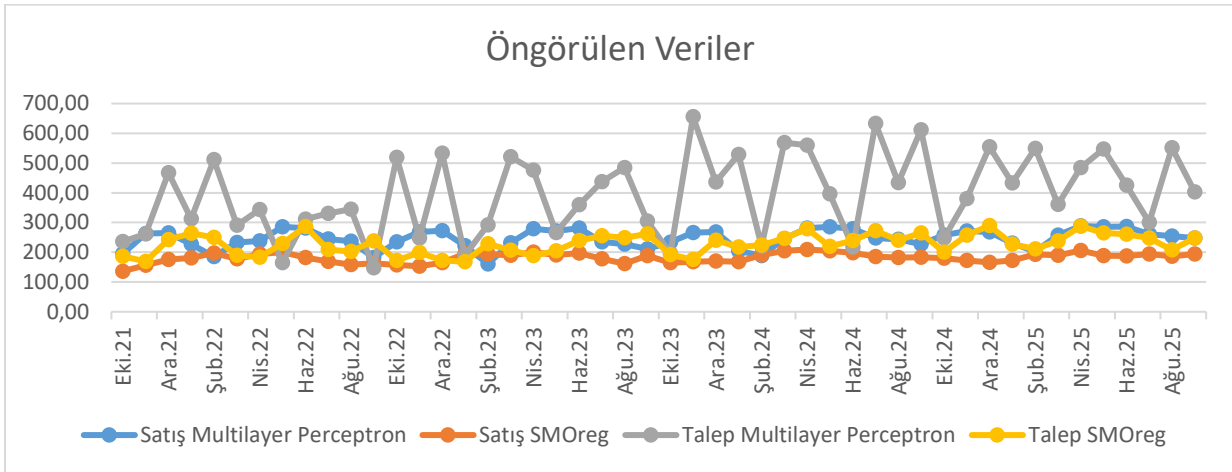
Tablo 1. Öngörülen Veriler

Tarih	Öngörülen Veriler			
	Satış		Talep	
	Multilayer Perceptron	SMOREG	Multilayer Perceptron	SMOREG
Eki.21	194,83	136,32	235,51	186,20
Kas.21	263,12	156,18	261,67	169,29
Ara.21	265,45	175,64	467,06	242,52
Oca.22	226,86	180,75	312,11	263,78
Şub.22	185,63	197,36	511,11	249,55
Mar.22	232,84	178,28	290,61	190,13
Nis.22	237,99	194,28	343,35	183,01
May.22	285,26	200,44	164,96	229,05
Haz.22	281,55	181,74	311,08	286,27
Tem.22	244,38	169,65	331,10	208,83
Ağu.22	237,49	158,58	344,58	202,84
Eyl.22	182,02	162,77	148,14	237,78
Eki.22	234,87	157,08	519,49	172,26
Kas.22	267,72	153,41	247,90	198,93
Ara.22	272,93	165,07	533,09	172,20
Oca.23	222,32	194,59	189,94	168,34
Şub.23	160,70	193,66	291,93	227,94
Mar.23	231,58	189,46	520,72	206,46
Nis.23	279,49	200,94	475,92	189,08
May.23	271,65	191,14	265,97	204,36
Haz.23	281,18	196,80	360,14	239,26
Tem.23	235,41	178,10	437,50	255,05
Ağu.23	227,20	161,27	484,22	248,44
Eyl.23	211,52	188,31	304,44	262,19
Eki.23	234,15	164,88	196,15	192,20
Kas.23	265,62	168,22	655,16	175,44
Ara.23	268,45	169,84	436,42	240,48
Oca.24	205,01	168,09	528,30	218,10
Şub.24	189,11	190,49	220,39	224,11
Mar.24	245,73	205,23	568,65	246,98
Nis.24	281,26	209,41	559,80	278,60
May.24	285,39	204,52	396,48	219,58
Haz.24	279,46	198,51	217,30	238,71
Tem.24	247,30	185,54	633,04	272,21
Ağu.24	243,25	182,14	434,45	240,46
Eyl.24	227,51	183,70	611,10	265,05
Eki.24	257,61	180,53	247,87	200,68
Kas.24	271,30	172,52	380,63	257,64
Ara.24	268,49	166,09	554,62	289,34

Oca.25	230,39	172,67	432,61	227,66
Şub.25	202,78	192,89	549,32	211,33
Mar.25	258,00	189,41	360,44	238,08
Nis.25	288,57	205,45	484,46	288,08
May.25	285,83	188,48	546,78	265,16
Haz.25	286,72	187,22	425,27	260,81
Tem.25	261,03	193,86	300,08	248,08
Ağu.25	254,28	186,67	550,91	208,24
Eyl.25	247,65	194,47	403,04	247,43

Tablo 2. Hata Ölçüm Değerleri

Hata Ölçümleri	Satış Verileri		Talep Verileri	
	Multilayer Perceptron	SMOreg	Multilayer Perceptron	SMOreg
MAE	1,1729	0,0498	1,3753	0,0666
MAPE	0,8720	0,0305	0,6315	0,0303
RMSE	1,2881	0,0576	1,7080	0,0738
MSE	2,1930	0,0035	3,3530	0,0055



Şekil 6. Öngörülen Veri Grafiği

3. SONUÇ

Yapılmış olan çalışmada veri madenciliği algoritmalarından Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makineleri'nden yararlanılarak tahminleme yapılmıştır. Algoritmaların satış ve talep verileri üzerindeki hata oranları dikkate alınarak sonuçlar birbiri ile karşılaştırılmıştır. Satış ve talep verileri kullanılarak zaman serileri öngörü algoritmalarıyla yapılan 48 aylık uygulamada tahminlenen ilk ayların hata oranının son aylara göre daha düşük olduğu görülmüştür. Buna istinaden firmanın üretim süresini baz alarak belirli periyotlarda kısa süreli tahminleme çalışması yapmasının geleceğe yönelik planlamada daha doğru sonuçlar verebileceği düşünülebilir.

Sonuç olarak, kullanılan veri setlerinde yapılan hata ölçümlerine göre SMOreg algoritmasının Multilayer Perceptron algoritmasına göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. “SMOreg”

algoritması regresyon için SVM uygulamaktadır ve büyük veri setleri için uygundur. Çok katmanlı yapay sinir ağı yöntemi uygulayan “MultilayerPerceptron” algoritması ise SMOREg’e göre daha yüksek hata oranına sahip sonuçlar vermiştir ve bu veri setinde SMOREg kullanımının gerçeğe daha yakın sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

Akdağ, R. (2016). Urban Water Demand Forecasting and Comparative Analysis by Artificial Neural Networks, Support Vector Machines and Box-Jenkins Methods. *Business and Economics Research Journal*, 7(1), 123-138.

Albayrak, M. (2017). The use of data mining in scientific research. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(3), 751-760.

Ataseven, B. (2013). Yapay sinir ağı ile öngörü modellemesi. *Öneri Dergisi*, 10(39), 101-115.

Ayhan, S., & Erdoğan, Ş. (2014). Kernel function selection for the solution of classification problems via support vector machines. *Eskisehir Osmangazi University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 9(1).

Bağcı, B., & Demirel, Ö. (2021). Fuzzy Soft Sets of Estimation Techniques Consolidation: BIST 100 Application. *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 35(1), 21-43.

Demir, E., & Dinçer, S.E. (2020). Data Mining Applications in Manufacturing Industry: A Literature Review. *İŞFAD*, 2(1).

Keskenler, M.F., & Keskenler, E.F. (2017). From Past to Present Artificial Neural Networks and History. *Takvim-i Vekayi*, 5(2), 8-18.

Meral, G., & Saraçlı, S. (2020). Support Vector Machines and an Application on Natural Gas Consumptions of Power Plants in Turkey. *University Journal of Natural and Applied Sciences*, 24(2), 411-418.

Sel, B. 2018. Forecasting With a Large Number of Predictors: A Tree-Based Moving Average Approach. *Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.

Yakut, E., Elmas, B., & Yavuz, S. (2014). Predicting Stock-Exchange Index Using Methods of Neural Networks and Support Vector Machines. *The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 19(1), 139-157.

İZOLASYON MALZEMELERİNİN REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Mücella DEMİRER

Marshall Boya ve Vernik San.A.Ş.

ORCID ID: 0000-0003-4553-6362

ÖZET

Su yalıtım malzemeleri, dış cephe boyalarından farklı olarak suyun binaların çeşitli bölümlerine girmesini, kaçmasını önlemek ve bariyer oluşturmak için geliştirilmiştir. Reoloji, sıvıların akış ya da yayılma kabiliyetini inceleyen bilim dalıdır. Boyada reoloji sadece reoloji ajanları ile değil birçok girdi ile etkileşim halindedir. Örneğin, gereğinden fazla kullanılmış bir dağıtıcı (dispersant) ya da gereğinden fazla kullanılan bir dolgu malzemesi ürünün reolojisini etkiler ve ürünün yayılma kabiliyetini zayıflatır. Reoloji boya sektöründe temel olarak viskozite ile ilişkilendirilmektedir. Ancak bu durum yanlış sonuçlara sebebiyet vermektedir. Reoloji her zaman viskozite ile doğru orantılı olmayabilir. Viskozite, bir sıvının akmaya karşı gösterdiği dirençtir; reoloji ise bir sıvının yayılmaya karşı sergilediği davranışla ilgilidir. Reoloji ajanları, üretilen boyaların akış hızının ayarlamasını sağlar. Bu çalışmada farklı özelliklerdeki reoloji ajanlarının akrilik esaslı izolasyon malzemesinin akışkanlık özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bunun için, çalışmada iki farklı türde reoloji ajanı su bazlı boya formülasyonunda kullanılmıştır. Üretilen boyaların reolojik özellikleri r Modüler kompakt reometre ve viskozimetre ile incelenmiştir. Çalışmaların sonucunda uygun reoloji ajanına karar verilerek, nihai formül oluşturulmuştur. Düşük sıcaklıkta (-5°C) çatlak köprüleme özelliği test sonucu > 0,75 mm, su geçirmezlik özelliği test sonucu <20 g (penetrasyon yok) ve düşük sıcaklıkta (-10°C) stabilite test sonucu da uygun olarak bulunmuştur. TSE tarafından belgelendirilen Marshall markalı Akrikor Su Kalkanı kodlu ürünümüz için TS EN 14891 kapsamında DMO2P sınıflandırması uygun bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Reoloji, İzolasyon, Çatlak Köprüleme, Penetrasyon

DEVELOPMENT OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ISOLATION MATERIALS

ABSTRACT

Waterproofing materials have been developed to prevent water from entering and escaping into various parts of buildings and to create a barrier except for exterior paints. Rheology is the science that studies the ability of liquids to flow or diffuse. Rheology in paint interacts not only with rheology agents but also with many inputs. For example, an overused dispersant or an overused filler material affects the rheology of the product and weakens the levelling feature of the product. Rheology is basically associated with viscosity in the paint industry. However, this leads to incorrect results. Rheology may not always be directly proportional to viscosity. Viscosity is the resistance of a liquid to flow; On the other hand, Rheology is concerned with the behavior of a liquid against levelling. Rheology agents allow the flow rate of the produced paint to be adjusted. In this study, the effects of rheology agents with different properties on the fluidity properties of acrylic-based insulation material were investigated. For this, two different types of rheology agents were used in water-based paint formulation in the study. The rheological properties of the produced paints were examined with a modular compact rheometer and viscometer. As a result of the studies, the appropriate rheology agent was decided, and the final formula was determined. Low temperature (-5°C) crack bridging test result $> 0.75\text{mm}$, waterproof property test result $< 20\text{ g}$ (no penetration), and low temperature (-10°C) stability test result were also found to be suitable. DMO2P classification within the scope of TS EN 14891 has been found suitable for our Marshall branded Akrikor Water Shield coded product, which has been certified by TSE.

Keywords: Rheology, Insulation, Crack Bridging, Penetration

NAMLU HARMONİK DÜZENLEYİCİSİNİN NAMLU AĞZI KONUMUNA ETKİSİ**Musa PEKÖKSÜZ**

Akdaş Silah A.Ş., Huğlu/Konya/TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0002-5622-3583**İbrahim KILINÇOĞLU**

Akdaş Silah A.Ş., Huğlu/Konya/TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0003-1848-0578**Mete KALYONCU**

Konya Teknik Ü. Mühendislik ve Doğa Bil. Fak. Makina Mühendisliği Bölümü, Konya/TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0002-2214-7631**ÖZET**

Bu çalışmada namlu harmonik düzenleyicisi (NHD)' nin namlu ağzı konumuna etkisi sayısal olarak incelenmiştir. Bir silah ateşlendiğinde, hem namlu tabanına çarpan basınçlı gazlar hem de mermi ile silah namlusu arasındaki anlık kuvvet nedeniyle namlu titreşim yapar. Günümüzde, uzun menzilli, isabetli ve hassas atış istenmesi nedeniyle namlu harmonik düzenleyiciler giderek daha fazla kullanılmaktadır. NHD, namlu ağzına/ucuna yakın küçük miktardaki bir ağırlıktır. NHD kullanmanın ve namlu titreşimini kontrol etmenin faydası, merminin namludan ne zaman ayrıldığına tam olarak ayarlanabilmesidir. İdeal olarak, merminin çok az hareket olduğunda veya hiç hareket olmadığında namluyu terk etmesi arzu edilir. Namlu harmoniklerini ayarlama işlemi, atışlardaki en küçük grup dağılımı elde edilene kadar ağırlığın (NHD) yerinin değiştirilmesi ve en uygun yerin bulunması şeklinde yapılır. Namlu ömrü boyunca, namlu yıprandıkça veya mühimmat değiştikçe bu işlemin birden çok kez yapılması gerekir. Bu çalışmada, namlu titreşimini ve harmoniklerini kontrol etmek için namlu ağzına takılan NHD' nin performansı karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. İncelenen NATO standardı 5.56 mm kalibreli bir tüfeğin namlusu, herhangi bir imalat hatası olmaksızın mükemmel bir şekilde düz olan Euler-Bernoulli çubuğu olarak modellenmiştir. NHD' nin kütlesi ve namlu ucundan uzaklığı, merminin namludan ayrıldığı anda atış sırasında namlu davranışı ve namlu ağzı konumu üzerinde bir etkiye sahiptir. Bu etkilerin hepsi grafiksel olarak sunulmuştur. Namlu ucunda oluşan titreşimlerin azaltılması ve namlu harmoniklerinin ayarlanabilmesi için uygun bir NHD tasarlanabileceği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Namlu Harmonik Düzenleyicisi (NHD), Namlu Dinamiği, Titreşim Bastırma, Namlu Harmonikleri, Namlu Ağzı Konumu

EFFECT OF BARREL TUNER ON MUZZLE POSITION

ABSTRACT

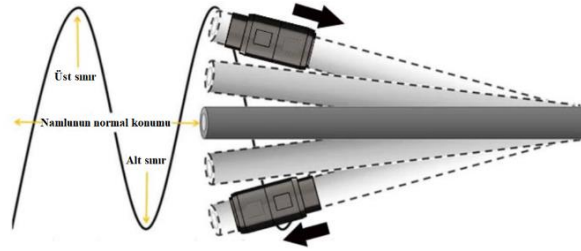
Effect of the barrel tuner on muzzle position is investigated by numerical simulation in the paper. When a gun is fired the barrel vibrates due to both the powder gases hitting the bottom of the barrel and the instantaneous force between the bullet and the barrel. Nowadays, barrel tuners are increasingly being used because of the desired long-range, accuracy and precision shooting. Barrel tuners are a small amount of weight attached near the muzzle. The benefit of the using a barrel tuner and controlling the barrel vibration is it can be accurately set exactly when the bullet leaves the muzzle. It is ideally desired that the projectile to leave the muzzle when there is little to no movement. Adjusting the barrel harmonics is done by changing the location of the weight (barrel harmonic modifier) and finding the most suitable place until the smallest group distribution in the shots is obtained. During the life of the barrel, this should be done multiple times as the barrel wears out or ammunition changes. In this article, the performance of barrel tuners attached near the muzzle to control the barrel vibration and harmonics is compared. The barrel of a NATO standard 5.56 mm caliber rifle investigated is modelled as Euler-Bernoulli beam perfectly straight without any manufacturing deviations. The mass of the barrel tuner and its distance from the muzzle have an influence on the barrel behavior and muzzle position during shot at the moment when the bullet leaves the muzzle. These effects all are presented graphically. It has been observed that a barrel tuner can be designed in order to reduce the vibrations at the muzzle and adjust the harmonics of the barrel.

Keywords: Barrel Tuner, Barrel Dynamics, Vibration Suppression, Barrel Harmonics, Muzzle Position

1. GİRİŞ

Ateşli silahlar için, doğruluk (accuracy), hedeflenen şeyi tam olarak vurma yeteneği ve kesinlik (precision), aynı yeri tekrar tekrar vurabilme yeteneğidir. Her ikisi de namlu harmoniklerine doğrudan bağlıdır. Silah ateşleme işlemi, namlu içinde hızlı bir basınç artışı oluşturarak namlunun halat benzeri bir şekilde titreşmesine neden olur. Silahın ateşlenmesi sonucu ortaya çıkan namlunun harmonik salınımları, merminin iç balistiklerinin son aşamasını ve buna karşılık dış balistiklerinin başlangıç durumunu etkiler ve bu nedenle, doğruluk üzerindeki etkilerini sınırlamak için en aza indirilmesi veya ayarlanması gerekir. Mallock, bir tüfeğin "harmoniklerinin ayarlanabileceği" önermesinde bulunmuştur [1]. Mallock, bunu öne süren ilk kişi olmayabilir ancak bu fikrin bir yüzyıldan uzun süredir var olduğu ve yeni bir fikir olmadığı anlaşılmaktadır. NHD üzerine çalışan birçok bilim insanı ve ticari firma söz konusudur [1-6]. Genel olarak harmonik etkiler namlu uzunluğunun karesiyle orantılıdır ve bu nedenle tabanca

gibi kısa silahlarda değil genellikle sadece tüfekler gibi uzun silahlarda dikkate alınır. NHD adı verilen bazı harici aksesuarlar, harmonik dalga modelini değiştirmek için namluya monte edilebilir, böylece titreşim modlarının düğüm noktaları mümkün olduğunca namlu ucuna yakın olacak şekilde kaydırılır (Şekil 1). NHD, mühimmatta değişiklik yapmadan bir tüfek performansını ve namlu-mühimmat ilişkisini harici olarak değiştirebilen tek cihazdır. Örneğin; havalı tüfekler önemli ölçüde daha düşük namlu basıncına sahiptir ve bu nedenle ateşli silahlara göre namlu harmoniklerinden çok daha az etkilenir.



Şekil 1. Namlunun titreşim hareketi ve namlu harmonik düzenleyicisi ayarı

Harmonik kelimesi, silahlarda meydana gelen titreşimleri tanımlamak amacıyla kullanılır. Ateşli silahlar dünyasında bol miktarda titreşim vardır. Namlu titreşimleri üzerine çalışan birçok bilim insanı olmuştur [7-19]. Ateşli silah, mermiyi namlu boyunca hareket ettirmek için küçük bir patlama oluşturur ve bu patlama nedeniyle silahın kendisi de dahil olmak üzere yakındaki her şey kısa bir süre titreşim yapar. Dünyanın en hızlı tüfek mermileri saniyede yaklaşık 1219 metre hızla hareket eder, ancak bu hız bile, namluyu saniyede 6096 metreden fazla hareket ettiren, ateşlenen bir mermi sonucu meydana gelen titreşimlerin yanında çok yavaş kalır. Sonuç olarak; merminin tamamen sabit bir namludan çıkma şansı yoktur. Bu durum görülemez, ancak silahın namlusu her atışta titreşim yapar ve bu titreşimler silahın nihai isabetliliğine ulaşmasını engeller. Namlu harmonikleri, tüfekte yapılan her atış sırasında namluda oluşan titreşimlerin eğilimi ile ilgilidir. Namlu salınımları çok hızlı gerçekleşir, namlu boyunca hareket eden merminin hızından çok daha fazladır, bu da merminizin namludan nötr bir konumda çıkması pek olası olmadığı anlamına gelir. Bir mermi namlunun içinde hareket ederken oluşan namlunun harmonik titreşim frekansını değiştirmek amacıyla, namlu ucuna veya ön kısmına bir NHD takılır. NHD' nin ayarı bir somunu gevşeterek, döndürerek ve tekrar sıkarak hassas olarak yapılır. Namlunun harmonik titreşim frekansındaki bu ayarlanabilir değişiklik, çok sayıda ateşlenen merminin dağılımında kontrol edilebilir bir değişikliğe neden olur. Namlu harmoniklerinin ayarlanması, ustalık isteyen zorlu bir konudur. Namlunun nasıl ateş ettiğini belirleyen birçok faktör vardır ve amaca uygun sihirli bir kurşun yoktur. Ancak, "namlu harmonik düzenleyicisi" kullanarak daha iyi doğruluk elde etmek mümkündür. NHD zaman, titizlik ve sabır ister, ancak işe yarar. Doğruluk söz konusu olduğunda, NHD kullanmak

en doğru yöntemdir. NHD, tüfek namlusunun titreşimini artırarak veya azaltarak çalışır ve her birinin avantajları ve dezavantajları vardır.

Bir tüfeğin namlusu gerilmiş bir yay gibidir ve NHD ucunda bir ağırlık gibidir. Bu ağırlıklar, titreşimi değiştirilen namlunun ucundan farklı mesafelere yerleştirilir. Ağırlık ne kadar ağırsa, namlunun titreşimlerini o kadar yavaşlatır. NHD, kullanılan cephaneye göre namlu harmoniklerini değiştirmek için kullanılır. Yüksek hızlı mermiler için daha ağır, düşük hızlı mermiler için daha hafif bir NHD kullanılır. Silah namlusunun yalnızca tek bir düzlemde yukarı ve aşağı titrediğini varsayalım. Barut yükündeki ve mermi ağırlığındaki küçük farklılıklar, iki merminin namlu boyunca yaptığı hareket için tam olarak aynı süreyi almayacağı anlamına gelir. Bu nedenle bir mermi namluyu namlu titreşiminin üst sınırında terk ederse ve başka bir mermi namluyu namlu titreşiminin alt sınırında terk ederse namlunun titreşiminden dolayı, iki mermi aynı pozisyonda olmayan farklı namlulardan ateşlenmiş olur ve bu durum atışlar arasındaki tutarlılık açısından bariz bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte, namludan titreşiminin üst ve alt sınır (tepe ve çukur) arasında çıkan, namlunun hareketsiz konumuna daha yakın olan bir mermi, farklı bir sorun yaşar. Namlu, hareketinin üst veya alt sınırına ulaştığında, yönünü tersine çevirmek zorundadır. Yöndeki bu değişiklik, en kısa an için namlunun tamamen hareketsiz olduğu ve tam o anda çıkan bir merminin dümdüz hareket etmesine izin verdiği anlamına gelir (namlunun hareketsiz konumu ile doğrudan aynı hizada olmasa da). Bununla birlikte, tepe ve çukur arasındaki hareket süresi sırasında namludan çıkan bir mermi, namlunun hareketsiz konumuna daha yakın olsa bile, etkili bir şekilde namludan belirli bir açıyla fırlar. Namlu, silah ateşlendiğinde insansız bir yangın hortumu gibi çılginca çırpınma hareketi yapar. Bu olaylar inanılmaz derecede küçük bir ölçekte gerçekleşir ve namlunun toplam hareket açısı binde bir hatta on binde bir inç olarak ölçülür. Bununla birlikte, oranlar ne kadar küçük olursa olsun, namlu titreşimlerinin doğruluk üzerinde büyük bir etkisi olabilir. Namlu harmonikleri uygun şekilde ele alındığında 3-5 MOA (MOA, bir cismin 100 yarıdaki (91,44 metre) çapıdır. Bu çap 1 MOA için 1 inç (25,4 mm) dir. 100 yarıda 1 MOA grup dağılımı yapan silah NATO standartlarında kaliteli olarak kabul edilir) bir tüfeğin 1-2 MOA tüfeği seviyelerine getirebilmesi oldukça mümkündür.

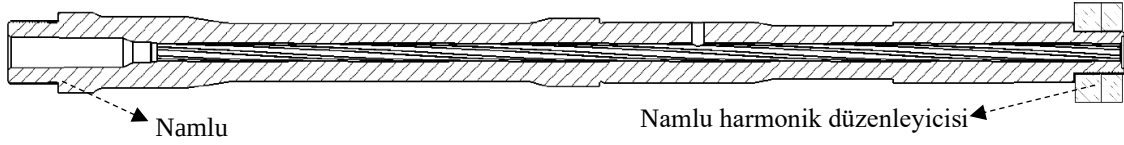
2. DİNAMİK MODEL

Bu çalışmada incelenen benzer namluya sahip NATO standardı 5.56 mm kalibreli bir tüfek Şekil 2' de görülmektedir. Tüfek bir saldırı tüfeğidir.



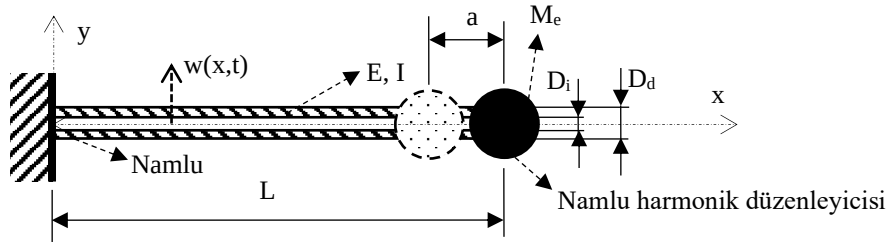
Şekil 2. Bu çalışmada incelenen namluya sahip tüfek

Namlu ağzının konumunun ve namlu harmoniklerinin ayarlanabilmesi için namlu ucuna bir NHD montaj edilmiştir (Şekil 3). Silahın ateşlenmesi sonucu namluda oluşan titreşimlerin etkisini azaltmak için namlu ağzı konumuna NHD' nin kütesinin ve namlu ucuna olan mesafesinin etkisi incelenmiştir.



Şekil 3. Namlu harmonik düzenleyicisine sahip namlu

NHD' nin ateşleme dinamiklerinin başlangıcında silah namlusunun başlangıç koşullarındaki değişiklikleri azaltarak silahın doğruluğunu ve kesinliğini artırması beklenmektedir. NHD' nin namlu ağzının dikey düzlemdeki konumuna odaklanılmıştır. Namlunun ilk üç titreşim modu dikkate alınmıştır. Namlunun dinamik olarak modellenmesi için sonlu elemanlar yöntemi seçilmiştir. Silah namlusu ve namlunun ucundaki NHD Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 4. Ankastre çubuk olarak modellenen namlu ve namlu harmonik düzenleyicisi

İncelenen tüfeğin namlusu, herhangi bir imalat hatası olmaksızın mükemmel bir şekilde düz ankastre Euler-Bernoulli çubuğu olarak modellenmiştir (Şekil 4). Sönümlü ikinci mertebeden hareket denklemlerinin atalet, sönüm ve rijitlik matrislerini oluşturmak için bu yaklaşım kullanılmıştır. Ankastre Euler-Bernoulli çubuğunun bir boru şeklinde olduğu varsayılmıştır. Silahın ateşlenmesi sırasında namlu hareketini temsil eden bir matematiksel model geliştirmek amacıyla, namlunun bir ankastre çubuk için hareket denklemlerinin kullanılabileceği şekilde elastik davrandığı varsayılmıştır. Bu durumda, sınır koşulları sabit-serbest bir konfigürasyon içindir. Klasik sönümlü bir sistem için genel hareket denklemi aşağıdaki şekildedir:

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = F(t) \quad (1)$$

Yukarıdaki denklem, eşitliğin sağ tarafında bir zorlama fonksiyonuna tabi tutulan tek bir serbestlik dereceli sistem içindir. Yalnızca tek bir serbestlik derecesi için olsa da bu denklem,

Modal Analiz süreci aracılığıyla n serbestlik derecesini analiz etmek için kullanılabilir. Bu durumda denklemin n serbestlik derecesi için daha uygun olan şekli matris formatıdır:

$$[M]\{\ddot{y}\} + [C]\{\dot{y}\} + [K]\{y\} = \{F(t)\} \quad (2)$$

Burada, sistem için [M]; kütle matrisi, [C]; sönüm matrisi ve [K]; rijitlik matrisidir. Sistemin serbest tepkisi ve özdeğerleri yalnızca kütle ve rijitlik matrisinden belirlenir. Kütle matrisi, her bir m_{ii} değeri, namlunun toplam kütlesine bölünen ayırık segmentlerin sayısına eşit olan bir diyagonal matristir. Sönüm matrisi [C] normalde matematiksel modelleme sırasında tahmin edilir veya deneysel test yoluyla ampirik olarak belirlenir. Bu matematiksel modelin amaçları doğrultusunda, bu çalışmada her bir serbestlik derecesi için sönüm değerinin %5 olduğu varsayılmıştır.

$t = 0'$ da, merminin hala ateşlenmediği ve mermi yatağının içinde olduğu ve henüz hareket başlamadığı varsayılır. Merminin namlu mesafesi x boyunca U hızındaki hareketine karşılık gelen t zamanında, müteakip mermi konumu $x=Ut$ 'dir. Söz konusu mermi 900 m/s namlu çıkış hızına kadar ulaşabilir. Dolayısıyla mermi, cevabın ilk L/U kadarlık zamanında namlu titreşimlerinden etkilenir. Uzunluğu 368,30 mm olan namlu için etki süresi, $t_i = L/U = 0.3683/900 = 0,00041$ saniyedir. Ancak, bu hatalı bir anlık hızdır ve ilk vuruş, yanma, basınç ve merminin namludan çıkışı için gerçekçi süreyi hesaba katmaz. Mühimmat endüstrisinde kullanılan ampirik verilerle uyumlu olarak bu çalışmada etki süresi yani merminin namludan çıkış süresi 0,001 saniye veya buna karşılık gelen ortalama mermi hızının 368,30 mm/s olduğu varsayılmıştır. Silahın ateşlenmesi geniş bant uyarım sağladığından, zorlama fonksiyonunun bu çalışmada incelenen namluda uyarılan modun doğal frekansında gerçekleştiği varsayılırsa ankastre çubuk için hareketli bir kuvvet etkisi altında kalması durumunda aşağıdaki denklemin yazılması mümkündür:

$$\ddot{q}_i + \omega_i^2 q_i = \frac{2^{1/2} P}{m} \sin(\omega_i t) \quad (3)$$

$2^{1/2}$; ankastre çubuk üzerinde hareket eden bir kuvvet için çözümüne özel bir normalleştirme faktörü, P; hareket eden kuvvetin büyüklüğüdür. Ancak bu denklem ankastre bir çubuk dikkate alındığında tek başına yeterli olmaz. Dolayısıyla ankastre çubuğun mod şekillerinin de dikkate alınması gerekir. Mod şekilleri denklemi ise aşağıdaki gibidir:

$$\phi = A \cosh\left(\lambda \frac{x}{L}\right) + B \sinh\left(\lambda \frac{x}{L}\right) + C \cos\left(\lambda \frac{x}{L}\right) + D \sin\left(\lambda \frac{x}{L}\right) \quad (4)$$

Burada λ_i ; özdeğer denkleminin kökleridir. λ_i özdeğerlerinin bulunabilmesi için sınır şartlarının bilinmesi gerekir. Bu çalışmada çubuk, şekildeki gibi ankastre çubuk olarak kabul edilmiştir.

Ayrıca ucuna noktasal bir kütle bağlanmıştır (Şekil 4). Böyle bir çubuğun sınır şartları aşağıdaki şekildedir:

$$\phi(0,t) = 0, \quad \phi'(0,t) = 0, \quad EI\phi''(L,t) = 0, \quad EI\phi'''(L,t) = -M_e \omega^2 \phi(L) \quad (5)$$

Sınır şartlarında ϕ denklemi yerine konur ve gerekli işlemler yapılırsa A, B, C ve D için dört adet denklem bulunur. Bu denklem takımının katsayılar determinantı sıfıra eşitlenirse frekans denklemi aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$1 + \cos \lambda \cosh \lambda = \lambda \frac{M_e}{\rho AL} (\sin \lambda \cosh \lambda - \cos \lambda \sinh \lambda) \quad (6)$$

Ankastre bir çubuk için, Denklem 3' teki sinüs ifadesi, Denklem 4' teki mod şekli denklemi ile değiştirilirse aşağıdaki denklem bulunur:

$$MF_i = \frac{2^{1/2} P \phi_i}{\mu_{ii}} \quad (7)$$

Yukarıdaki modal kuvvet denkleminde (Denklem 7), ϕ_i ; modal etki ve μ_{ii} ; i. düğüm için modal kütle değeridir. Modal kütle matrisi $[\mu]$, cevap hesaplamasında orantılı değerler elde etmek için gereklidir ve aşağıdaki dönüşüm formu sonucu elde edilir:

$$[\mu] = \{\phi\}^T [M] \{\phi\} \quad (9)$$

Bu noktada, her bir mod için hareket kuvveti MF_i hesaplanabilir ve bu da yukarıda gösterilen mod denkleminin sağ tarafıyla sonuçlanır. Bu durumda namlunun modellenmesi için kullanılan ankastre çubuğun cevap denklemi aşağıdaki şekilde olur:

$$\ddot{q}_i + \omega_i^2 q_i = \frac{2^{1/2} P \phi_i}{\mu_{ii}} = MF_i \quad (10)$$

Bu modal kuvvet, yalnızca mermi namlu boyunca hareket ederken uygulanabilir. Zamanın diğer tüm anlarında, denklemin sağ tarafındaki modal kuvvet sıfırdır. Bu modal hareket denklemi, aşağıdaki formun modal dönüşümü kullanılarak türetilir:

$$\{\phi\}^T [M] \{\phi\} \ddot{q} + \{\phi\}^T [C] \{\phi\} \dot{q} + \{\phi\}^T [K] \{\phi\} q = MF_i \quad (11)$$

Denklem 10 aşağıdaki gibi konvolüsyon integrali kullanılarak çözülebilir.

$$q(t) = \frac{1}{m\omega_d} \int_0^t F(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \sin\omega_d(t-\tau) d\tau \quad (12)$$

Bu konvolüsyon integralini değerlendirmenin ve modal kuvvetle çarpmanın sonucu modal koordinatlardır ve her mod için hareket denklemi q ifadesini veren mod şekli matrisi ϕ ile çarpılarak fiziksel koordinatlara dönüştürülür. Süperpozisyon ilkesinden dolayı, toplam cevap, zamanın her anında her mod için q değeri toplanarak elde edilebilir. Sonuç olarak $w(x,t)=\phi(x)q(t)$ olarak elde edilir (Şekil 4). Bu işleme değişkenlere ayırma metodu denir.

3. NAMLU HARMONİK DÜZENLEYİCİSİNİN AYARI

Bu çalışmada kullanılan 5.56 kalibrelik saldırı tüfeğine ait namlunun geometrik ve mekanik özellikleri Tablo 3.1 de verilmiştir. NHD' nin ayarlanabilmesi için iki adet parametre söz konusudur: Birincisi NHD' nin kütlesi (M_e) ikincisi ise NHD' nin namlu ağzına olan mesafedir (a mesafesi) (Şekil 4). Şekil 5 'te kullanılan namlu harmonik düzenleyicilerine ait örnekler görülmektedir. NHD her bir kullanıcı veya ticari şirketin tasarımına göre farklılıklar arz edebilmektedir.

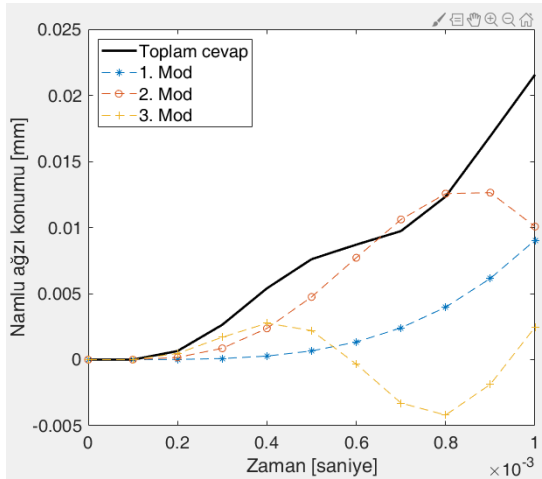
NHD' nin kütlesi 304,51 gram (~ 10 oz) oluncaya kadar değiştirilmiş ve namlu ağzı konumuna olan etkisi incelenmiştir. İncelenen namluda uyarılan modun birinci doğal frekansta gerçekleştiği varsayılmıştır. İlk üç titreşim modu dikkate alınarak namlu ağzı konumu hesaplanmıştır. Şekil 6.a' da ilk üç titreşim modunun namlu ağzı konumuna olan etkisi görülmektedir. Burada en etkili modun ikinci mod olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3.1. Namlunun geometrik ve mekanik özellikleri

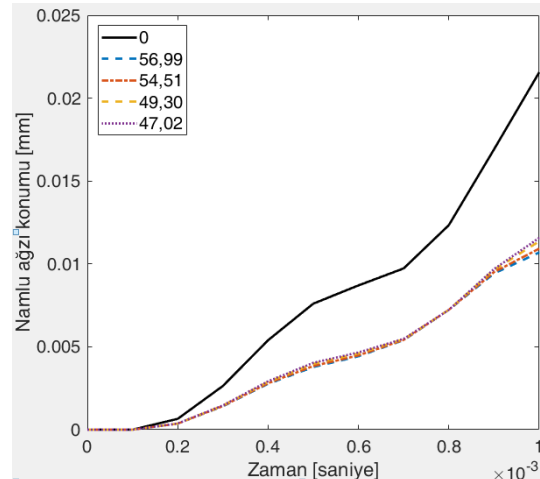
D_i [mm]	D_d [mm]	L [mm]	E [N/m ²]
5,56	19,05	368,30	210×10^9



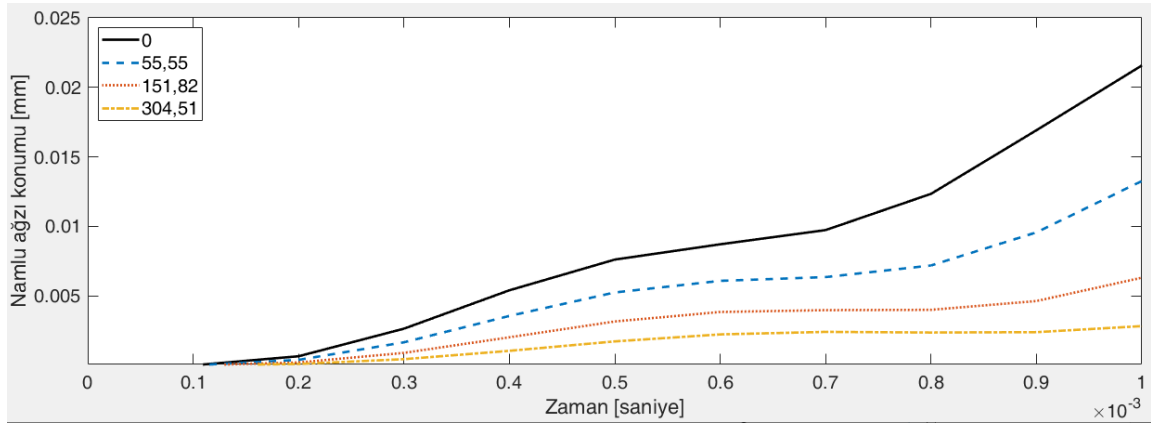
Şekil 5. Namlu harmonik düzenleyicisi



a) Titreşim modlarının etkisi



b) Namlu ucuna uzaklığın (a mesafesi) etkisi



c) Kütlenin (M_e) etkisi

Şekil 6. Namlu harmonik düzenleyicisinin namlu ağzı konumuna etkisi

Şekil 6.b' de NHD' nin namlu ucuna olan uzaklığının (a mesafesi [mm]) namlu ağzı konumuna etkisi görülmektedir. NHD namlu ucundan uzaklaştıkça namlu ağzı konumu nötr konuma yaklaşmaktadır. Dolayısıyla ikisi birbiriyle zıt orantılı olarak değişmektedir. Şekil 6.b' deki siyah renkli sürekli çizgi şeklindeki grafik $M_e=0$ ve $a=0$ parametreleri için çizilmiştir. Diğer grafikler için NHD kütlesi 55,52 gram olarak seçilmiştir. Şekil 6.c' de ise NHD kütlesinin (M_e gram olarak) namlu ağzı konumuna etkisi görülmektedir. NHD kütlesi arttıkça namlu ağzı konumu nötr konuma yaklaşmaktadır. Dolayısıyla ikisi birbiriyle zıt orantılı olarak değişmektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada NHD' nin namlu ağzı konumuna etkisi sayısal olarak incelenmiştir. Namlu ağzı konumunu merminin hızı ve uyarım frekansı yani uyarılan titreşim modu da etkilemektedir. Bu etkiler sabit tutulmak suretiyle NHD' nin kütlesi ve namlu ucundan uzaklığının merminin namludan ayrıldığı anda atış sırasındaki namlu davranışı ve namlu ağzı konumu üzerindeki etkisi incelenmiştir. NHD kütlesi arttıkça ve namlu ucundan uzaklaştıkça namlu ağzı konumu nötr konuma yaklaşmaktadır. NHD kütlesi ve namlu ucuna uzaklığı ile namlu ağzı konumu arasında zıt ve doğrusal olmayan bir ilişki vardır. Namlu ucunda oluşan titreşimlerin azaltılması ve namlu harmoniklerinin ayarlanabilmesi için uygun bir NHD tasarlanabileceği gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1]. Mallock, A., Vibrations of Rifle Barrels, Proceedings of the Royal Society of London, Philosophical Transactions of the Royal Society, Royal Society of London, Cilt 68, sayfa 327, 1901-01-01
- [2]. Barrel Tuner Vibration Analysis: Effects of tuner adjustments on vibration frequency and the shift in barrel node points, <http://www.varmintal.com/atune.htm>
- [3]. Accurizing, <https://en.wikipedia.org/wiki/Accurizing>
- [4]. Article on AccuMajic Accurizer, <http://www.stocks-rifle.com/gmag1.htm>

- [5]. The Vibrations of a Barrel Tuned for Positive Compensation, http://www.geoffrey-kolbe.com/articles/rimfire_accuracy/tuning_a_barrel.htm
- [6]. O'Neil, Daniel, The Optimization of Rifle Barrel Harmonics, Graduate College Dissertations and Theses 1608, University of Vermont, Mechanical Engineering Department, Master of Science (MS), 2022
- [7]. Den Hartog JP 1956. Mechanical Vibrations. New York: McGraw-Hill.
- [8]. Koç MA et al. 2018. Dynamic analysis of gun barrel vibrations due to effect of an unbalanced projectile considering 2-D transverse displacements of barrel tip using a 3-D element technique, Latin American Journal of Solids and Structures, 15(9), e57.
- [9]. Esen İ and Koç MA 2015. Optimization of a passive vibration absorber for a barrel using the genetic algorithm. Expert Syst. Appl. 42, 2 (February 2015), 894–905.
- [10]. Littlefield AG, Kathe EL, Durocher R 2002b. Dynamically tuned shroud for gun barrel vibration attenuation. Smart Struct. Mater. 2002: Damping Isol. 4697, 89–97.
- [11]. Littlefield A, Kathe E, Messier R, & Olsen K 1997. Gun barrel vibration absorber to increase accuracy. New York: US Army Armament Research, 19970606150. (pp. 1–13).
- [12]. Littlefield A, Kathe E, Messier R, & Olsen K 2002. Design and validation of a gun barrel vibration absorber. New York: US Army Armament Research, 20020304089. (pp. 2–23)
- [13]. Kathe E 2001. Lessons Learned on the Application of Vibration Absorbers for Enhanced Cannon Stabilization, Shock and Vibration 8(3-4):131-139.
- [14]. Kätke E 1996. "MATLAB® Modeling of Non-Uniform Beams Using the Finite Element Method for Dynamic Design and Analysis," U.S. Army ARDEC Report, ARCCB-TR-96010, Benet Laboratories, Watervliet, NY, April.
- [15]. Dursun T, Büyükcivelek F and Çağrıhan U 2017. A review on the gun barrel vibrations and control for a main battle tank, Defence Technology 13: 353-359.
- [16]. Büyükcivelek F 2011. Analysis and Control of Gun Barrel Vibrations, Ph.D. Thesis, METU.
- [17]. Dursun T, Büyükcivelek F and Çağrıhan U 2017. A review on the gun barrel vibrations and control for a main battle tank, Defence Technology, Volume 13, Issue 5, Pages 353-359.
- [18]. Aksoy T, Özgen GO, Acar B 2020. Design of a tuned vibration absorber for a slender hollow cylindrical structure. Mechanics Based Design of Structures and Machines, 48(5), 615-648.
- [19]. Nugraha AS, Budiwanto B, Rijanto E 2014. Design of vibration absorber using spring and rubber for armored vehicle 5.56 mm caliber rifle, Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology, 05, 75-82.

KAVİTASYON EROZYONU TEST CİHAZI TASARIMI VE UYGULAMASI**Sedat Can TİNİ**

Ministry of National Defense Istanbul Shipyard Command

ORCID ID: 0000-0001-6133-8230**Adalet ZEREN**

Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering

ORCID ID: 0000-0002-6094-1115**Yasemin YILDIRAN AVCU**

Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering

ORCID ID: 0000-0003-3293-4257**Egemen AVCU**

Kocaeli University, Ford Otosan Automotive Vocational School, Department of Machinery and Metal

Technologies

ORCID ID: 0000-0002-3244-1316**ÖZET**

Çalışmada, ilk aşama olarak ASTM G134 standartlarına uygun kavitasyon su jeti test cihazı tasarlanmış ve imal edilmiştir. Geliştirilen kavitasyon test cihazı; sızdırmaz silindir şeklinde paslanmaz çelik bir kap (273 mm iç çapında, 300 mm uzunluğunda ve 32 mm kalınlığında iki mika cam ile kapatılmış), test edilecek numunelerin farklı düzlem açılarında kavitasyona uğratılmasına imkân verecek numune tutucu ile nozul tutucu, kavitasyon engelleyici aparat, yüksek basınçlı su jeti makinesi ve tahliye devresi, basınç, sıcaklık ölçer ve valfler dâhil hidrolik yardımcılardan oluşmaktadır. Test cihazının doğrulanması ve deneme testlerinin gerçekleştirilmesi için gemi pervane malzemesi olarak kullanılan ve çalışma şartlarında kavitasyon hasarına maruz kalan bir bakır alaşımı olan Manganez Alüminyum Bronz (MAB-CU4) malzemesi tercih edilmiştir. Kavitasyon deneyleri; 45 dakikalık aralıklarla kontrol edilip 6 saate kadar nozul ucu ile numune arası mesafe sabit tutularak ($S_{off}=5$ mm), yüzeye dik 90° çarpma açısında, sabit nozul çapı ($d=1,5$ mm) ve kavitasyon sayısında ($\sigma=0,006$) şebeke suyu ile gerçekleştirilmiştir. Kavitasyon su jeti deneyleri sonrası numune yüzeyleri incelendiğinde oluşan erozyon halkası karakteristiğinin zamana bağlı olarak genişlediği tespit edilmiştir. Basınçlı suyun denk geldiği orta bölgelerin etrafında ise halka şeklinde geniş bir erozyon bölgesi oluştuğu ve zamana bağlı olarak bu bölgelerin büyüdüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca kavitasyon su jetine maruz kalma zamanı arttıkça kavitasyon erozyonu ve yüzeylerdeki erozyonda artış gerçekleştiği belirlenmiştir. Deneylerin bir diğer önemli sonucu ise kavitasyon erozyonu sonucu aşınmaya maruz kalan numunenin kütle kaybının ve yüzey pürüzlülük değerlerinin zamanla artması olmuştur. Sonuç olarak tasarlanan ve imal edilen kavitasyon test cihazı gemi pervane malzemesinin kavitasyon testlerini başarı ile gerçekleştirebilecek kapasitede olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bakır Alaşımları, Denizcilik Uygulamaları, Kavitasyon Erozyonu, Su Jeti

DESIGN OF A CAVITATION EROSION TEST RIG AND AN EXPERIMENTAL STUDY

ABSTRACT

In the present study, first, an ASTM G134-compliant cavitation water jet test device was designed and manufactured. The developed cavitation test device; a sealed, cylindrical stainless steel container (closed with two mica glasses with an inside diameter of 273 mm, a length of 300 mm and a thickness of 32 mm), a sample holder and nozzle holder to allow cavitation of the samples to be tested at different plane angles, cavitation shutter device, a high-pressure water jet machine and the discharge circuit consists of hydraulic auxiliaries including pressure, temperature gauges and valves. Manganese Aluminum Bronze (MAB-CU4), a copper alloy used for ship propellers and susceptible to cavitation damage under operating conditions, was chosen for the validation of the test device and the execution of the trial tests. Cavitation tests were conducted perpendicular to the surface (90° impact angle) under constant standoff distance ($S_{off}=5$ mm) and constant cavitation number ($\sigma=0.006$) and using a nozzle ($d=1.5$ mm) with mains water. Upon examining the surfaces of the samples following the cavitation water jet experiments, it was determined that the erosion rig caused by cavitation damage expanded over time. A large, ring-shaped erosion zone formed around the middle regions where the pressurized water coincided, and this zone grew as a function of testing time. It was also observed that cavitation erosion and surface erosion increased as the duration of exposure to cavitation water jets increased. It has been determined that the developed cavitation test rig is capable of conducting the cavitation tests successfully.

Keywords: Copper Alloys, Naval Applications, Cavitation Erosion, Water Jet.

1. GİRİŞ

Kavitasyon olayı genel olarak makine ve sistemlerin çalışma ömrünü etkileyen, gürültü ve titreşime neden olan ve bir sıvı ile karşılaşıldığında ortaya çıkarak sıvıda basınç ve hız dalgalanmalarına neden olan bir akışkanlar mekaniği olayıdır. Kavitasyon olayı; oluşum olgusu (Carlton, 2012), (Basumatary, 2017), zararlı etkisi ve kavitasyon erozyonu mekanizmaları konusunda (Soyama, 2020) (Soyama & Kumano, 2002) gerçekleştirilen önemli araştırmalara rağmen henüz tam olarak anlaşılamamış olup son derece karmaşık bir olaydır. Genel olarak oluşumu kavitasyon çekirdeklerinin (kabarcıkların) çökmesi ve deforme olmasıyla birlikte mikro jetlerin şiddetli bir şekilde patlayarak bir şok dalgası oluşturmaya dayanır. Oluşan şok dalgası da mühendislik malzemelerinin yüzeyleri üzerinde plastik deformasyon ile çukurlarının oluşmasına neden olmaktadır (Soyama, 2020). Kavitasyon jetlerinin neden olduğu erozyonun azaltılabilmesi ile bu hasara maruz kalan malzemelerin verimliliğinin artırılması sayesinde

hidrolik sistemlerin ömrünün uzatılması beklenmektedir. Kavitasyon olayının zararlı bir etkisi olan ve malzemelerin hasar almasına neden olan kavitasyon erozyonu ise pompalarda, hidrolik türbinlerde, valflerde, hidrolik dinamometre ve kaplinlerde, yataklarda, dizel motorların yakıt sistemlerinde ve silindir gömleklerinde, hidrofillerde, iç akış geçitlerinde ve sıvı güç gövdelerinin çeşitli parçalarında ortaya çıkabilir. Gemi pervanelerinde de görülen kabarcık kavitasyonu, kanat kesitinde basıncın en düşük olduğu bölgelerde akışkan içinde bulunan küçük gaz kavitasyon çekirdeklerinin (nuclei) kanat yüzeylerinde patlamasıyla meydana gelmektedir (Kuiper, 1997). Kavitasyon erozyonuna maruz kalan malzemelerin erozif aşınma davranışlarının değerlendirilmesi için literatürde farklı yöntemler kullanılabilmektedir. Kavitasyon erozyonu testleri ile mühendislik malzemelerinin kısa bir süre içerisinde erozyona uğratılması (yüzeyinin aşındırılması) sağlanmaktadır. Dünyada test metodlarının standartlaşması konusunda Amerikan Test ve Malzeme Kurumu (American Society for Testing and Materials - ASTM)' nun ortaya koymuş olduğu test yöntemlerinden biri de kavitasyon erozyonu testleridir. Bu amaçla ASTM G32 (Annual Book of ASTM Standards, 2010) ve ASTM G134 (Annual Book of ASTM Standards, 2010) test yöntemleri kavitasyon erozyonunu tahmin etme yöntemlerinden biridir. Böylece ASTM'nin en yaygın iki tekniğinden biri olan titreşim cihazlarıyla yapılan ultrasonik testler ve su jeti ile gerçekleştirilen kavitasyon erozyon testleri ile malzemelerin kavitasyon oluşumu sonucu ortaya çıkan erozyon hasarının karakteristikleri test edilebilir hale getirilebilmesi sağlanmaktadır (Choi, Jayaprakash, & Chahine, 2012). İlk olarak Lichtarowicz tarafından 1972 ve 1979 yıllarında gerçekleştirilen çalışmalarda uygulanan su jeti ile kavitasyon erozyonu testleri tekniği, malzemelerin kavitasyon erozyonuna karşı dirençlerini incelemek amacıyla oluşturulmuştur. Yamaguchi ve Shimizu (1987) ve daha sonra da Lichtarowicz' in doktora öğrencisi Momma (1991) su jeti test düzeneklerini ve yöntemlerini gerçekleştirdiği başarılı çalışmaları ile literatüre önemli katkılar sunmuştur. Müteakip pek çok araştırmacı ki bunlardan bazıları Steller (1999), Mann ve Arya (2022), Soyama ve diğ. (1999), Choi ve diğ. (2012), Jayaprakash ve diğ. (2012) ve Hutli ve diğ. (2018) kavitasyonlu sıvı jet yöntemi ile katı malzemelerin kavitasyon erozyonu davranışını incelemeye devam etmişlerdir. Yöntemin temelini statik ve dinamik basınçların oranından türetilen ve boyutsuz bir parametre olan bernoulli ilkesinden türetilen kavitasyon sayısı oluşturmaktadır. Kavitasyon su jeti yönteminde hız, nozulun basıncı düşürmesiyle oluşur. Bu standartta kullanıldığı kavitasyon erozyon testleri, çıkış basıncı akışkan buhar oluşum basıncına eşit olduğu zamanki nozul memesinde oluşan kavitasyon ile sağlanır. Nozuldaki çıkan akış hızı ise dinamik basıncı belirlemede tek parametredir. Bu nedenle erozyon testlerinde kavitasyonun hangi akış koşullarında başlaması gerektiği kavitasyon sayısı ile hesaplanmaktadır. Kavitasyon sayısı ifadesindeki basınç bileşenlerinin açık şekilde

yazılmasıyla Denklem (1.1)' deki ifadeye ulaşılır (Lichtarowicz, 1979). Denklem 1.1'de σ ile kavitasyon katsayısı, P_0 ile akışın uniform olduğu yerdeki mutlak basınç (Pa), P_v akışkanın buhar basınç (Pa) (20 °C' deki suyun buhar basıncı $P_v = 0,0234$ bardır), v_0 akışın uniform olduğu yerdeki hız (jet hızı) (m/s), ρ akışkan yoğunluğu (kg/m^3) ile ifade edilmektedir.

$$\sigma = \frac{P_0 - P_v}{\frac{1}{2} \rho v_0^2} \quad (1.1)$$

Akışta büyük basınç farkları oluşturabilmek için su jeti yönteminde genelde nozul kullanılır. Bu durumda oldukça yüksek hızda nozula ulaşan akış, nozul çapının boyutuna göre (ne kadar küçük ise o kadar hızlı) daha da hızlanarak kavitasyon kabına girmektedir. Nozul ucundaki suyun giriş yukarı akış basıncı (upstream pressure (P_1)) düşük hız yüksek basınç değerlerindeyken nozul çıkışındaki kabın iç aşağı akış basıncı (downstream pressure (P_2)) yüksek hız düşük basınç değerlerindedir. Bu durumdaki akışın özellikleri giriş basıncı (P_1) ile buhar basıncına (P_v) bağlı olup çıkış basıncından (P_2) bağımsızdır ve kavitasyon test kabı içerisindeki suyun buharlaşma basıncı (P_v), kavitasyon test kabının iç basıncından (P_2) çok daha küçüktür. Aynı şekilde kavitasyon test kabı içerisindeki basınç ise nozuldan püskürtülen suyun basıncına (P_1) göre çok küçüktür (yöntemde pompa basıncı nozuldan püskürtülen suyun basıncına eşit kabul edilmektedir). Böylece jet akışını kontrol eden gerçek düşük hız P_v basıncında oluşur. Nihayetinde aralarındaki ilişki ($P_1 \gg P_2 \gg P_v$) olduğundan kavitasyon sayısı Denklem (1.2)' deki haline dönüşür (Lichtarowicz, 1979) (Annual Book of ASTM Standards, 2010). Denlemde σ ile kavitasyon katsayısı, P_0 akışın uniform olduğu yerdeki mutlak basınç (Pa), P_v akışkanın buhar basıncı (Pa), P_1 giriş basıncı (yüksek basınçlı pompa basıncı, yukarı akış basıncı (upstream pressure) (Pa)) ve P_2 çıkış basıncı (nozul çıkış basıncı, test kabı iç basıncı, aşağı akış basıncı (downstream pressure) (Pa)) ifade edilmektedir.

$$\sigma = \frac{P_0 - P_v}{P_1 - P_2} = \frac{P_2 - P_v}{P_1 - P_2} = \frac{P_{iç}}{P_{giriş}} = \frac{P_{test kabı}}{P_{nozul}} = \frac{P_2}{P_1} \quad (1.2)$$

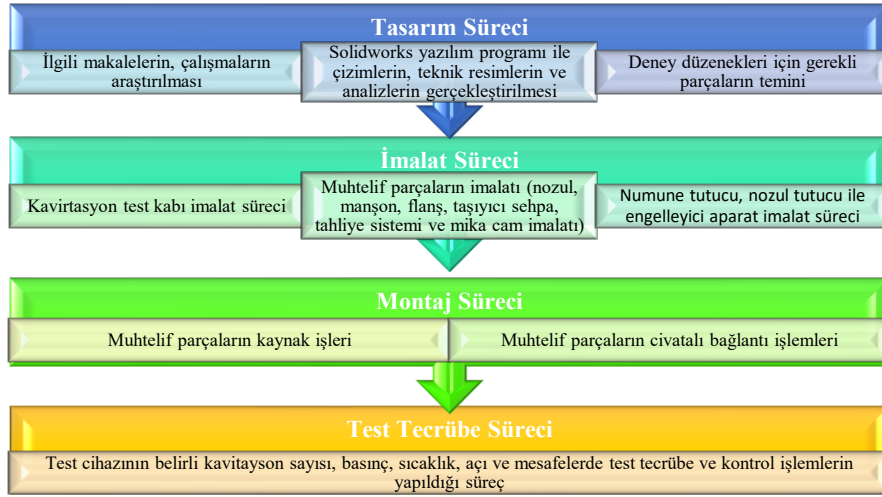
Bu çalışmanın birincil odak noktası, kavitasyon etkisinin malzeme üzerindeki etkisinin araştırılmasına olanak verecek ASTM G134 standartlarına uygun bir kavitasyon su jeti test cihazının tasarlanması ve imal edilmesidir. İkincil amaç ise imal edilen kavitasyon test düzeneğinde, çalışma şartlarında kavitasyon erozyonuna maruz kalan gemi pervane malzemesi Manganez Alüminyum Bronz (MAB-CU4) bakır alaşımının, kavitasyon erozyon davranışını araştırmak ve geliştirilen cihazın kullanılabilirliğini test etmektir. Yöntem olarak, zaman serisi ile kütle kaybının ve yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi için numunelerin düzenli zaman aralıklarında hassas terazide tartımı ve yüzey pürüzlülüğü cihazı ile ölçümleri

gerçekleştirilmiştir. Sonrasında yüzeylerin kavitasyon görselleri fotoğraflandırılmış ve karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

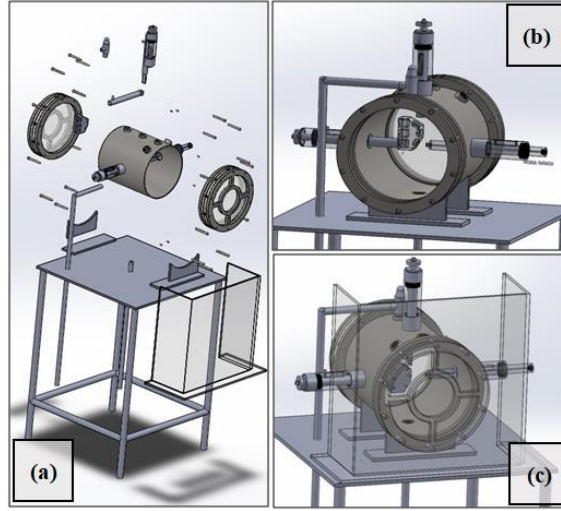
2.1. Test Cihazının Tasarımı ve İmalatı

Kavitasyon test cihazının tasarımı ve imalatı ASTM G-134 standartlarına göre uygun olarak gerçekleştirilip parçaların tasarımı, imatları ve montaj işleri sonrası ön testleri yapılarak çalışması kontrol edilmiştir. Test cihazı tasarım ve imalat akış diyagramı Şekil 1’ de verilmiştir. Deney düzeneği tasarımı aşamasında Lichtarowicz (1972 ve 1979), Yamaguchi ve Shimizu (1987) ve daha sonra da Lichtarowicz’ in doktora öğrencisi Momma (1991) gibi araştırmacıların yaptıkları çalışmalardan yararlanılmış müteakip diğer araştırmacıların Steller (1999), Mann ve Arya (2022), Soyama ve diğ. (1999), Choi ve diğ., (2012), Jayaprakash ve diğ. (2012), Hutli ve diğ. (2018) ve Usta (2019) gerçekleştirdikleri test düzenekleri geliştirilmiştir.



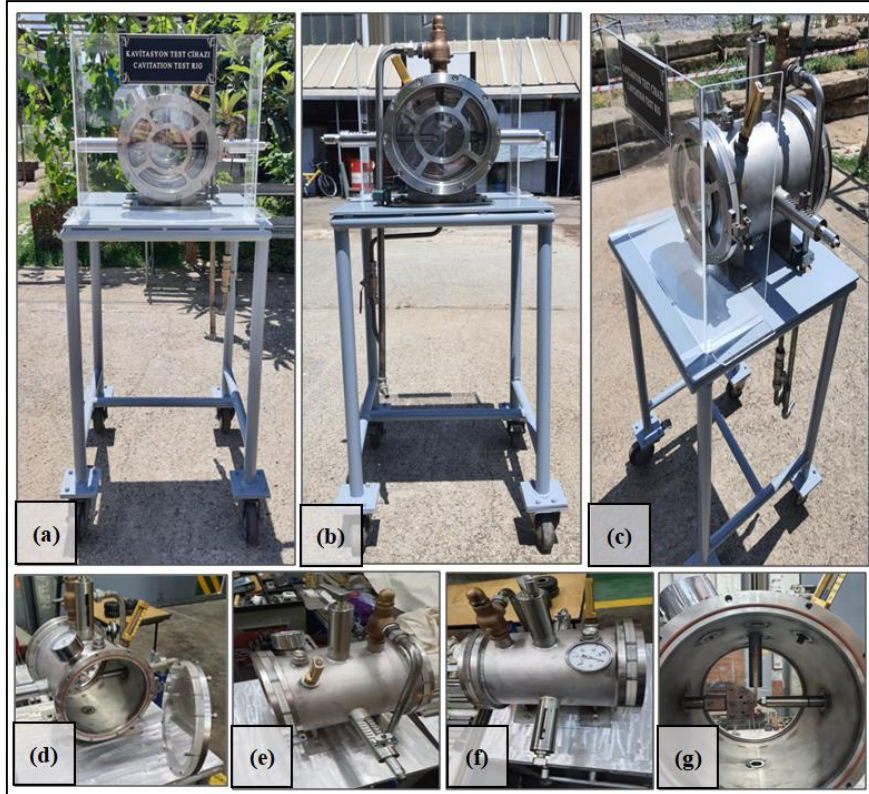
Şekil 1. Test cihazı tasarım ve imalat akış diyagramı

İlgili makale, tez ve çalışmaların araştırılması sonrası görülen eksiklikler ve iyileştirmeler ile Solidworks yazılım programında tasarım süreci başlatılmıştır (Şekil 2). Gerçekleştirilen tasarımlar sonucunda oluşturulan teknik resimler ile imalat tezgâhlarında üretim aşamasına geçilmiştir. Genel imalat aşamasında paslanmaz çelik kap, numune ve nozul tutucu ile engelleyici aparatların imatları yapılmıştır. Bunun yanında muhtelif nozul, manşon, taşıyıcı sehpa ve mika cam gibi parçaların imalatı da uygun tezgâhlarda gerçekleştirilmiştir. İmalat işlerinin tamamlanmasına müteakip temin edilen deney düzeneği parçalarının kaynaklı ve civatalı montaj işlemlerinin yapılması ile cihazın kurulumu tamamlanmıştır. Son aşamada kurulum işlemleri tamamlanan cihazın belirli kavitasyon sayısı, basınç, sıcaklık, nozul ile numune arasındaki mesafe ve açı altında test, tecrübe ve kontrol işleri yapılmıştır.



Şekil 2. Test düzeneği bilgisayar destekli tasarım (CAD) görselleri: (a) patlatılmış montaj elamanları, (b) test kabı arkadan görünüş, (c) test kabı önden görünüş

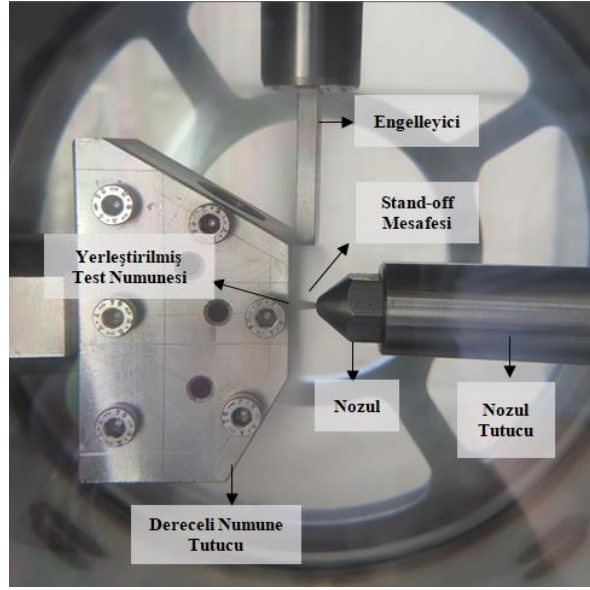
Şekil 3’ te tasarım, imalat ve montaj aşamaları tamamlanmış yüksek basınçlı kavitasyon su jeti deney düzeneğinin görselleri yer almaktadır. Bu çalışma için kullanılan aparat ve prosedürler Amerikan Test ve Malzeme Derneği (ASTM) standartlarında belirtilen standartlara göre hazırlanmıştır.



Şekil 3. İmalat ve montaj aşamaları tamamlanmış test düzeneği fotoğrafları: (a) önden görünüş, (b) arkadan görünüş, (c) yandan görünüş, (d) test kabı kapak açık görünüş, (e-f) basınçlı kap test kabı elemanları (g) basınçlı kap iç görünüş

Test düzeneğinden kısaca bahsetmek gerekirse; kavitasyon kabı içerisinde nozul ve test edilecek numune karşılıklı olarak yerleştirilerek kap içi test düzeneği için tasarlanan akışkan

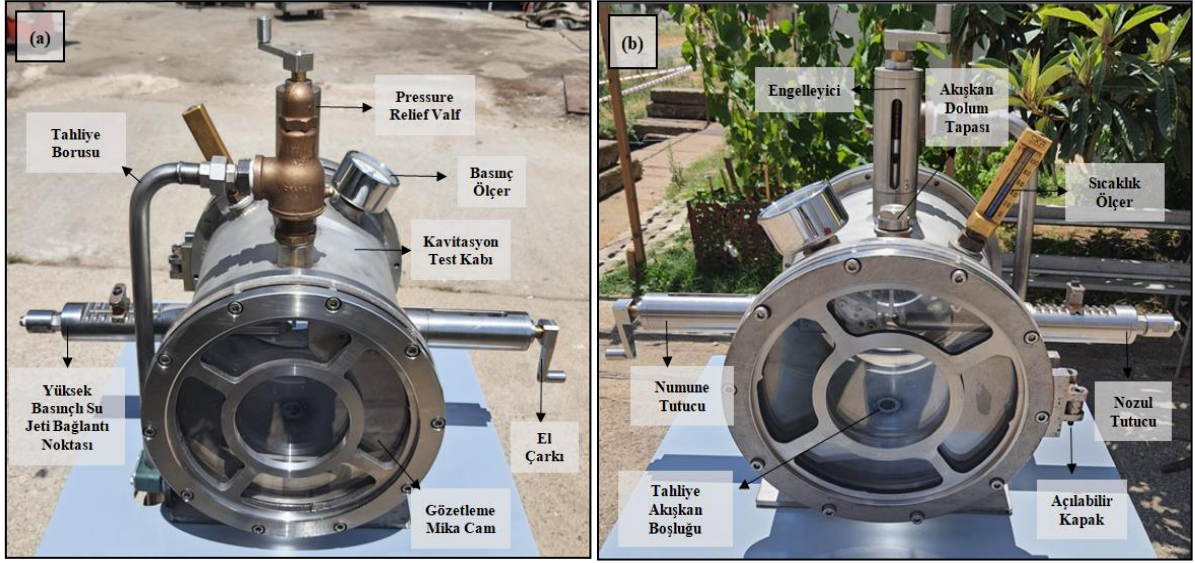
doldurma tapası sayesinde şebeke suyu ile doldurulur ve gerekli iç basınç ayarlandıktan sonra yüksek basınçlı bir pompa vasıtası ile gönderilen akışkan test numunesi yüzeyine çarptırılır. Böylece kavitasyon erozyon testleri çıkış basıncı, akışkan buhar oluşum basıncına eşit olduğu zamanki nozul memesinde oluşan kavitasyon ile sağlanır. Şekil 4’ de kavitasyon kabı test odası içerisine yüksek basınçlı pompa ile nozul tutucu aparatına bağlı nozula gönderilen yüksek hızdaki akışın belirli bir stand-off mesafesinden test edilecek numune yüzeyine doğru püskürtülmüş görüntüsü yer almaktadır. Deneysel çalışmanın aparatları, örnekleri, koşulları ve prosedürleri aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 4. Kavitasyon test kabı içi görseli

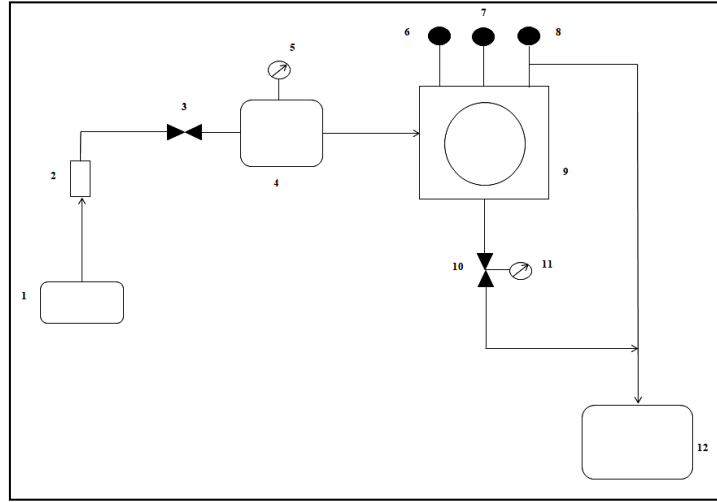
Paslanmaz çelik kavitasyon test kabının bir tarafı sabit kapaklı, diğer tarafı açılıp kapanabilecek şekilde Şekil 3 (d)’ de bulunan görseldeki gibi tasarlanmıştır. Bu sayede hareketli kapak tarafında numunelerin yerleştirilmesi, mesafelerinin ayarlanması veya değişimi yapılabilmektedir. Kapaklara monteli mika camlar sayesinde de test tüpü için görüntülenmesi ve kavitasyon görsellerinin yüksek çözünürlüklü kamera ile görüntülenebilmesi amaçlanmıştır. Şekil 5 (a) ve (b) görsellerinde test kabına montajlı yardımcı ekipmanların gösterimi yer almaktadır. Test kabının elamanlarından olan numune tutucu ile kavitasyon erozyonunun etkisini numune üzerinde daha iyi anlayabilmek için numune tutucu üzerine monte edilebilen ve numunelerin 30°, 60° ve 90° düzlem açılarındaki olacak şekilde montajının yapılmasını sağlayan açılı numune tutucu aparat imal edilmiştir. Test kabının bir diğer elamanı nozul tutucu aparatın ise bir ucuna özel olarak yerleştirilmiş, hesaplanmış ve imal edilmiş nozul, diğer ucuna ise yüksek basınçlı su jeti makinesinin hortum bağlantısı gerçekleştirilmiştir. Numune tutucu ve nozul tutucunun yatay ekseninde vidalı mil el çarkı ile hareket edilebilmeleri sayesinde de numune ile nozul arasındaki uzaklık ayarlanmış istenilen stand-off mesafesinde deney programı gerçekleştirilmiştir. Test düzeneğinde kullanılan su jeti makinesi; pirinç silindirik kafalı 5,5 kw

üç seramik kovan pistonlu eksenel pompaya sahip 3 fazlı 400 V 50 Hz elektrik enerjisi ile çalışan, su debisinin 15 lt/dk ve çalışma basıncının 40-200 bar olan yüksek basınçlı bir makinedir. Deneylerin gerçekleştirilmesi esnasında kavitasyon test kabı içerisindeki ortamın istenilen iç basınç koşuluna gelmesine kadar geçen süre içerisinde dikey ekseninde hareket edebilen engelleyici aparat sayesinde numune ile nozul arasında engel oluşturulmuştur. Böylece deney koşulları oluşana kadar nozuldan çıkan yüksek basınçlı akışkanın numuneye zarar vermesinin önüne geçilmesi istenmiştir.



Şekil 5. Kavitasyon su jeti test kabı düzeneği parçaları: (a) önden görünüş, (b) arkadan görünüş

Sistemin yardımcı elamanlarından basınç tahliye valfi ile sistemin iç basıncının artması durumunda iç basıncın istenilen değerde tutulması ve iş güvenliğinin sağlanması hedeflenmiş, ısıölçer termometre ile test kabı iç sıcaklığı kontrol edilmiş, kullanılan basınç saati ile de iç basınç değeri gözlemlenmiştir. Deneyler test kabı içinin tamamen şebeke suyu ile doldurulması sonrası istenilen iç basıncın yükselmesi ile başlamıştır. İç basınç test kabının alt kısmına bağlı küresel vana ile ayarlanmıştır. Arzu edilen iç basınca ulaşılması durumunda kabın alt kısmındaki tahliye vanası kısılarak test kabı iç basıncı sabit tutulmuştur. Kavitasyon su jeti test düzeneği şematik gösterimi Şekil 6’ de verilmiştir.



Şekil 6. Kaviteasyon su jeti test düzeneği şematik diyagramı: 1: su kaynağı şebeke suyu tankı, 2: akış regülatörü, 3: su jeti açma-kapama valfi, 4: yüksek basınçlı su jeti makinesi, 5: su jeti basınç ayarlama valfi, 6: sıcaklık ölçer, 7: basınç ölçer, 8: basınç tahliye valfi, 9: kaviteasyon test kabı, 10: akışkan tahliye valfi, 11: kaviteasyon test kabı iç basınç ayarlama valfi, 12: atık su tankı

2.2. Test Numunesi

Gemi pervane malzemesi dökümü için hazırlanan Manganez Alüminyum Bronz (MAB-CU4) bakır alaşımının ilk olarak kütük halinde hammaddeleri hazırlanmıştır. Yaklaşık olarak 1300 kg ağırlığında dökülen karışımın sıcaklığı 1250 dereceye kadar çıkmıştır. Kum kalıpta kalıplanan gemi pervanesi dökümü daha sonra kendiliğinden hava koşullarında soğutulmuştur. Tablo 1’ de dökümü gerçekleştirilen bakır alaşımının PMI Master Pro marka spektrometre cihazı ile yapılmış spektrometre analiz sonuçları yer almaktadır.

Tablo 1. CU4 numunesi spektrometre analiz sonucu

Alaşım Tipi	Kimyasal Bileşim (%)									
CU4	Cu	Mn	Al	Ni	Fe	Zn	Pb	Si	Cd	Se
	77,1	10	7,34	2,56	2,76	0,07	0,0056	0,0154	0,002	<0,0669
	Mg	Cr	Sn	As	Be	Ag	Co	Bi	Zr	
	<0,0010	0,036	0,0085	<0,0050	<0,0010	<0,0010	0,0022	<0,0050	0,0046	

Numune d=20 mm çapında, t=10 mm kalınlığında dairesel kesitli olarak talaşlı imalat tezgâhlarında imal edilerek yüzeyleri 320,400 ve 600 numaralı zımpara kağıtları ile zımparalanmış, uygun çuha ve parlatma cilası ile parlatılmış ve ultrasonik banyo ile yıkama işlemleri gerçekleştirilerek deneylere hazır hale getirilmiştir. Parlatılan numunenin aşınma testleri öncesi Tablo 2’ de gösterilen Mitutoyo surfest SJ-210 portatif yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ile yüzey pürüzlülük değerleri ölçümleri ile Mettler Toledo marka 0,1 mg hassasiyetli hassas terazi ile kütle ölçümü ve yoğunluk ölçümleri yapılmıştır.

Tablo 2. Aşınma testleri öncesi numune özellikleri

Deney Numunesi	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleri				Kütle Ölçümü (g)	Yoğunluk (g/cm ³)
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)	R3z (μm)		
CU4 Numune	0,072	0,091	0,551	0,324	20,6689	7,52714

2.2. Test Koşulları ve Prosedürü

Kavitasyon su jeti deneyleri Manganez Alüminyum Bronz (MAB-CU4) bakır alaşımı numunesi üzerinde gerçekleştirilen deneyler ile başlamıştır. Tablo 3’ te deney çalışmasının aşınma test parametreleri verilmiştir. Bu çalışmada test çalışmasında kullanılan sıvı şebeke suyudur. Giriş basıncı (P_1): 150 bar ve iç basınç (P_2): 1 bar olarak ayarlanmıştır. Bu koşullar sonucu tanımlanan σ kavitasyon sayısı giriş basıncı P_1 ’ in, iç basınç P_2 ’ ye oranı olarak yani $\sigma = P_2/P_1$ ’ in oranı ile bulunarak $\sigma=0,006$ ’ da tutulması sağlanmıştır.

Tablo 3. Aşınma test parametreleri

Test Edilen Malzeme	Test Süresi (t) (h)	İç Basınç (P_2) (bar)	Giriş Basıncı (P_1) (bar)	Kavitasyon Sayısı σ	Nozul Ucu ile Numune Arası Mesafesi (S_{off}) (mm)	Numune Tutucu Açısı (Derece)	Nozul Çapı (D_{noz}) (mm)	Sıcaklık (T) (°C)	Kullanılan Akışkan
CU4 Numune	6 Saate Kadar Aralıklı Ölçüm	1	150	0,006	5	90	1.5	22-27	Şebeke Suyu

Test edilecek numune, açılı numune tutucuya 90° düzlem açısında monte edilerek nozul ile numune arasındaki stand off mesafesi $S_{off}= 5 \text{ mm}$ ’ ye ayarlandıktan sonra teste hazır hale getirilmiştir. Sonrasında test düzeneğinin içi şebeke suyu ile doldurulmuştur. Tapadan su boşalana kadar sistem içindeki kalan hava ve kabarcıklar dikkatlice odadan çıkarılmıştır. Yüksek basınçlı sıvı, giriş basıncı $P_1=150$ bar sabit bir basınç kaynağı olan su jeti makinesinden sağlanmıştır. Test kabı iç basıncı $P_2= 1$ bar sisteme bağlı tahliye hattı üzerindeki valfin kısılması ile sağlanmıştır. Tüm hazırlıklar yapıldıktan sonra giriş basıncının bağlı olduğu nozul tutucu ucundaki nozuldaki püskürtülen şebeke suyu ile numune yüzeyinde kavitasyon oluşturulmuştur. P_1 ve P_2 basınçları ile T sıcaklığı sürekli olarak izlenmiş ve her test sırasında öngörülen deney koşullarını korumak için manuel olarak kontrol edilmiştir. Numuneler 45 dakikalık düzenli aralıklarla kavitasyona maruz bırakılarak 6 saate kadar belirli süreler sonunda test kabından dikkatlice çıkarılmıştır. Numunelerin kütle değişimi hassas terazi kullanılarak en az 3 ölçüm yapılarak, yüzey pürüzlülük ölçümleri ise aşınma bölgesine yakın yerlerde aynı şekilde en az 3 kez ölçüm yapıp ortalama değerleri alınarak kayıt altına alınmıştır. Ayrıca aşınma testleri sonrası numunenin yüzey fotoğrafları alınarak gözlemlenmiştir.

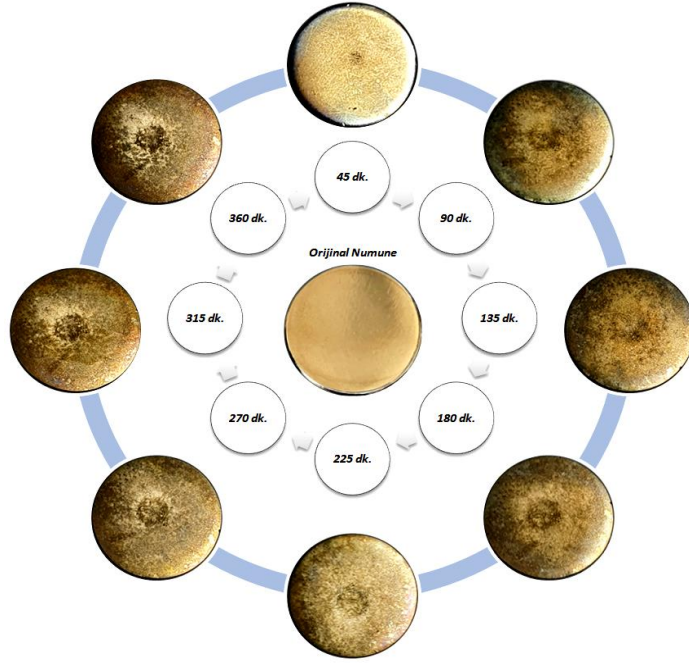
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kavitasyon su jeti deneysel çalışmaları sonrası Tablo 4’ de verilen deney sonuçları elde edilmiştir.

Tablo 4. Kavitasyon su jeti deneysel çalışmaların sonucu

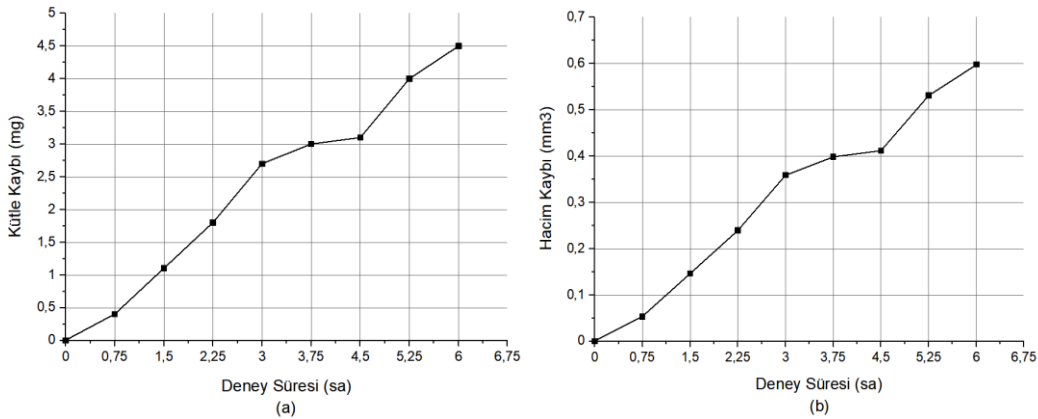
Dene y No	Test Süresi (t)		Deney Sonrası Kütle Ölçüm ü g	Kümülatif Kütle / Hacim Kaybı			Kümülatif Erozyon Oranı		Yüzey Pürüzlülük Değerleri			
	min (dk)	h (sa)		Kütle Farkı (Δm) g	Kütle Farkı (Δm) mg	Hacim Farkı (Δv) mm ³	Erozyon Hızı (mg/h)	Erozyon Hızı (mm ³ /h)	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)	R _{3z} (μm)
0	0	0	20,668 9	0	0	0	0	0	0,072	0,091	0,55 1	0,324
1	45	0,7 5	20,668 5	0,0004	0,4	0,05314101 1	0,53333333 3	0,07085468 2	0,138	0,188	1,34 7	0,784
2	90	1,5	20,667 8	0,0011	1,1	0,14613778 1	0,73333333 3	0,09742518 8	0,307	0,448	3,48	
3	135	2,2 5	20,667 1	0,0018	1,8	0,23913455 1	0,8	0,10628202 3	0,393	0,509	3,47 3	1,986
4	180	3	20,666 2	0,0027	2,7	0,35870182 7	0,9	0,11956727 6	0,483	0,571	3,02 9	2,328
5	225	3,7 5	20,665 9	0,003	3	0,39855758 5	0,8	0,10628202 3	0,535	0,678	3,58 5	2,287
6	270	4,5	20,665 8	0,0031	3,1	0,41184283 8	0,68888888 9	0,09152063 1	0,604	0,817	5,22 9	3,55
7	315	5,2 5	20,664 9	0,004	4	0,53141011 4	0,76190476 2	0,10122097 4	0,669	0,862	4,56 4	3,196
8	360	6	20,664 4	0,0045	4,5	0,59783637 8	0,75	0,09963939 6	0,763	0,924	4,62 9	3,737

Numunenin aşınma testleri sonrası yüzey görüntülerinin zamana bağlı değişim serileri ise Şekil 7’ de gösterilmektedir. Görseller incelendiğinde kavitasyon su jetine maruz kalma süresi (t) arttıkça, numune yüzeyleri halka benzeri bir desende aşınmış olup aynı şekilde zamanla birlikte daha görünür hale gelmiştir (Annual Book of ASTM Standards, 2010). Ayrıca kavitasyon görsellerinden anlaşıldığı kadarı ile oluşan erozyon halkasının karakteristiği zamana bağlı olarak genişlemektedir. Görselleri incelenmesine devam edildiğinde basınçlı suyun geldiği orta bölgelerin etrafında halka şeklinde erozyon oluştuğu ve zamana bağlı olarak şeklin büyüdüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca görsellerde görüldüğü gibi kavitasyon su jetine maruz kalma zamanı arttıkça kavitasyon erozyonunun arttığı görülmektedir.



Şekil 7. Aşınma testleri sonrası yüzeylerin zaman serisi görselleri

Elde edilen kaviteasyon su jeti deney sonuçlarına göre Şekil 8’ de Manganez Alüminyum Bronz (MAB-CU4) bakır alaşımı numunesinin (a) grafiğinde kümülatif kütle kaybı ve (b) grafiğinde kümülatif hacim kayıpları grafiği yer almaktadır. Grafikler değerlendirildiğinde CU4 numunesinin kütle ve hacim kayıplarının zamanla arttığı görülmektedir. Ayrıca kütle kayıpları, kuluçka dönemi olarak iyi bilinen sıfır ila 1,5 saat boyunca sıfıra yakın (Knapp, 1955) daha sonra zamana bağlı olarak hızlandırılmış bir oranda veya doğrusal olarak artmıştır.

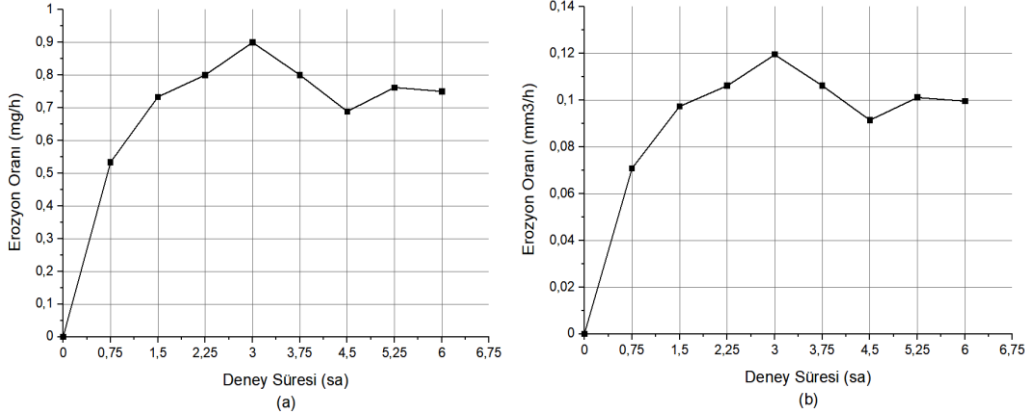


Şekil 8. Numune kümülatif kütle ve hacim kaybı grafiği (a) kümülatif kütle kaybı(b) kümülatif hacim kayıpları grafiği

Şekil 9 (a) grafiğinde kümülatif kütle erozyon oranı ve (b) grafiğinde kümülatif hacimsel erozyon oranı grafiği yer almaktadır. Erozyonun verilen bir zamandaki kütle kaybı ile sayısal olarak kıyaslanabileceğinin belirtilmesi sayesinde çalışmada kütle kaybı (mg) yöntemi kullanılmıştır. Numunenin ilk kütle değerleri ile deney sonrası kütle değer fark sonucunun

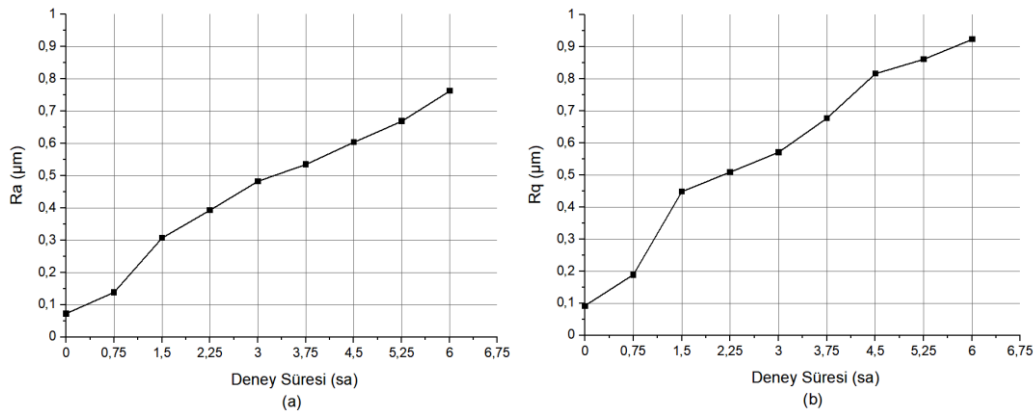
deney test süresine bölünmesi ile erozyon oranları Denklem (2.1)' deki gibi belirlenmiştir (Momma & Lichtarowicz, 1995).

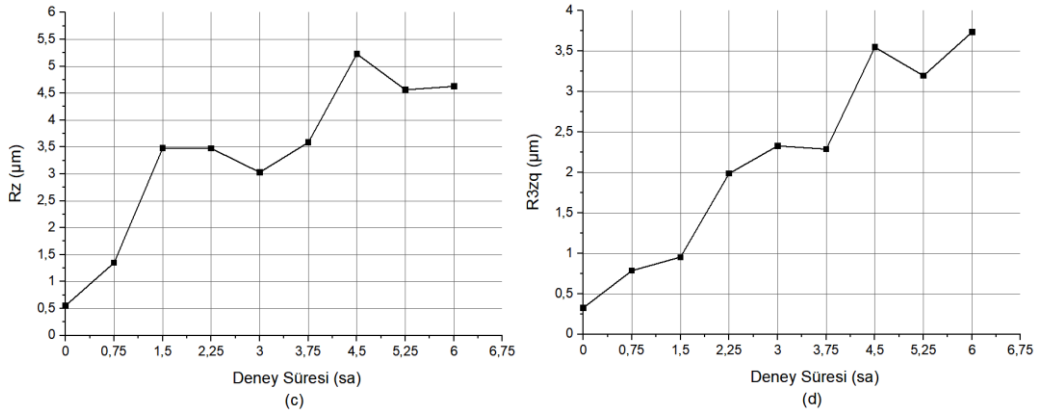
$$EO = \frac{\Delta_m}{t} \quad (2.1)$$



Şekil 9. Numune kümülatif erozyon oranları grafiği (a) kütleli kümülatif kütle kaybı (b) hacimsel kümülatif hacim kayıpları grafiği

Şekil 10' da Manganez Alüminyum Bronz (MAB-CU4) bakır alaşımı numunesinin zamana bağlı yüzey pürüzlülük değişimi grafikleri verilmiştir. Değerlendirilen profilin aritmetik ortalama sapması Ra Şekil 10 (a)'da, değerlendirilen profilin ortalama karekök sapması Rq Şekil 10 (b)'de, profilin en büyük yüksekliği değerleri ortalaması Rz Şekil 10 (c)'de ve değerlendirme uzunluğundaki 3. en yüksek pik-vadi uzunluğunun ortalama değerleri R3z Şekil 10 (d)'de yer almaktadır. Pürüzlülük ölçümleri Mitutoyo surfest SJ-210 portatif yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ile numune yüzeyinde kavitasyon erozif aşınmaya maruz kalan bölge etrafında alınmaya çalışılmış ve en az üç yüzey pürüzlülük değerleri ölçümleri yapılarak ortalama değerleri alınmıştır. Ortaya çıkan grafikler incelendiğinde yüzey pürüzlülük değerlerinin erozyona maruz kalma süresinin artması ile birlikte doğrusal olarak arttığını göstermiştir. Artan Rz değerleriyle birlikte numune üzerinde plastik deformasyonların artması da gözlemlenen bir diğer sonuç olmuştur.





Şekil 10. Aşınma testleri sonrası zamana bağlı değişen yüzey pürüzlülük değerleri (a) Ra yüzey pürüzlülük değeri (b) hacim Rq yüzey pürüzlülük değeri (c) Rz yüzey pürüzlülük değeri (d) R3z yüzey pürüzlülük değeri

4. SONUÇLAR

Çalışmada ASTM' nin G134 standartlarına göre özgün olarak tasarlanan ve imalatı gerçekleştirilen yüksek basınçlı kavitasyon su jeti test düzeneğinin tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Uygulamada sıklıkla kavitasyon erozyonu aşınmasına maruz kalan ve gemi pervane malzemesi olarak kullanılan bakır alaşımı (Manganez Alüminyum Bronz (MAB-CU4)) numunesi kullanılarak, imal edilen cihazda kavitasyon erozyonu deneyleri gerçekleştirilmiştir. Müteakip kavitasyon jetlerinin neden olduğu kütle ve hacim kaybı ile yüzey pürüzlülük değerlerinin zamana bağlı olarak değişimi ve numune görselleri incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde:

- Deneysel çalışmalar sonrası kavitasyon test cihazının başarı ile çalıştığı, sonuçların tutarlı ve tekrarlanabilir olduğu görülmüştür.
- Kütle kaybı, numunenin kavitasyona maruz kalma süresi arttıkça artmıştır. Aynı şekilde hacim kayıpları da zamana bağlı olarak artmıştır.
- Numunenin yüzey pürüzlülük ölçümü sonuçları incelendiğinde kavitasyona bağlı kalma süreleri arttıkça pürüzlülük değerlerinde de (Ra, Rq, Rz ve R3z değerleri) artış görülmüştür.
- Kavitasyon aşınması sonrası numunelerin yüzey görselleri incelendiğinde ise basınçlı suyun geldiği orta bölgelerin etrafında halka şeklinde erozyon bölgesi oluştuğu ve zamana bağlı olarak bu şeklin büyüdüğü ve oluşan erozyon halkasının karakteristiğinin zamana bağlı olarak genişlediği belirlenmiştir.

Sonuç olarak ASTM G134 standartlarında tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiş yüksek basınçlı kavitasyon su jeti deney düzeneğinin farklı düzlem açıları ile mühendislik malzemeleri üzerinde kavitasyon erozyonu oluşturabilecek şekilde özgün biçimde tasarlanması ile kısıtlı yapılmış çalışmaların etkilerinin derinlemesine çalışılmasına yardımcı olması beklenmiştir. Bu çalışma

sayesinde de yeni nesil mühendislik malzeme alaşımlarının kavitasyon erozyonu direncinin belirlenmesine katkı sunulması sağlanabilecektir. Özellikle kavitasyon erozyonuna uğrayabilecek makine parçalarının gerek malzeme alanında gerekse yüzey mekaniği alanında yapılabilecek tasarımsal değişimleri sonrasında kavitasyon erozif aşınma davranışlarının incelenmesine olanak sağlanabilmesi bu test cihazı ile analiz edilebilir hale getirilmiştir. Bu kapsamda yüksek basınçlı kavitasyon test cihazının kullanımı ile farklı mühendislik malzemelerinin farklı parametreler altında hazırlanması (kavitasyon sayısı, basınç, açı vb.) ve kavitasyon erozif aşınması sonrası numunelerin yüzey ve yüzey altı incelemeleri, pürüzlülük incelemeleri, sertlik incelemeleri, mikroyapı incelemeleri gibi detaylı karakterizasyonlarının gerçekleştirilmesi çalışmalarımızın temel konularındandır.

TEŞEKKÜR

Bu bildiri çalışması Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından Lisansüstü Tez Projeleri Destek Programı kapsamında desteklenmektedir. [Proje Numarası: FDK-2022-2964]. Ayrıca çalışma için tasarlanan kavitasyon su jeti test cihazının üretilmesini sağlayan MSB İstanbul Tersanesi Komutanlığına çok teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Annual Book of ASTM Standards. (2010). *Standard Test Method for Erosion for Cavitation Erosion Using Vibratory Apparatus* . (G32-10). ABD.
- Annual Book of ASTM Standards. (2010). *Standard Test Method for Erosion of Solid Materials by Cavitating Liquid Jet* . (G134-95). ABD.
- Basumatary, J. (2017). Cavitation Erosion-Corrosion in Marine Propeller Materials. Thesis for The Degree of Doctor of Philosophy, University of Southampton, Southampton.
- Carlton, J. (2012). *Marine Propellers and Propulsion (3rd ed.)*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Choi, J. K., Jayaprakash, A., & Chahine, G. L. (2012). Scaling of Cavitation Erosion Progression with Cavitation Intensity and Cavitation Source. *Wear* , 278, s. 53-61.
- Hutli, E., Nedeljkovic, M., & Bonyár, A. (2018). Cavitating Flow Characteristics, Cavity Potential and Kinetic Energy, Void Fraction and Geometrical Parameters-Analytical and Theoretical Study Validated by Experimental Investigations. *International Journal of Heat and Mass Transfer* , 117, s. 873-886.
- Jayaprakash, A., Choi, J. K., Chahine, G. L., Martin, F., Donnelly, M., Franc, J. P., et al. (2012). Scaling Study of Cavitation Pitting from Cavitating Jets and Ultrasonic Horns. *Wear* , 296 (1-2), s. 619-629.
- Knapp, R. T. (1955). Recent Investigations on The Mechanics of Cavitation and Cavitation Damage. 77, 1045-1054. *Transactions of the ASME* , 77, s. 1045-1054.
- Kuiper, G. (1997). Kuiper, G., (1998). Cavitation Research and Ship Propeller Design. *Applied Scientific Research* , 58 (1), s. 33-50.
- Lichtarowicz, A. (1979). Cavitating Jet Apparatus for Cavitation Erosion Testing. *In Erosion: Prevention and Useful Applications* . ASTM International.
- Lichtarowicz, A. (1972). Use of a Simple Cavitating Nozzle for Cavitation Erosion Testing and Cutting. *Nature Physical Science* , 239 (91), s. 63-64.

- Mann, B. S., & Arya, V. (2002). An Experimental Study to Correlate Water-Jet Impingement Erosion Resistance and. *Wear* , 253 (5-6), 650-661.
- Momma, T. (1991). Cavitation Loading and Erosion Produced by A Cavitating Jet. Thesis for The Degree of Doctor of Philosophy, University of Nottingham, Nottingham.
- Soyama, H., & Kumano, H. (2002). The fundamental threshold level-A new parameter for predicting cavitation erosion resistance. *Journal of Testing and Evaluation* , 30 (5), s. 421-431.
- Soyama, H., & Asahara, M. (1999). Improvement of The Corrosion Resistance of A Carbon Steel Surface by A Cavitating Jet. *Journal of Materials Science Letters* , 18 (23), s. 1953-1955.
- Soyama, H. (2020). Cavitation Peening: A Review. *Metals* , 10 (2), s. 1-27.
- Stelle, J. (1999). International Cavitation Erosion Test and Quantitative Assessment of Material Resistance to Cavitation. *Wear* , 233, 51-64.

INSPECTION AND MAINTENANCE OF OIL & GAS PIPELINES: A REVIEW

Muhammad Sohail JAMEEL*

Department of Transportation Engineering and Management, University of Engineering and Technology, Lahore, 54890, Pakistan

ORCID ID: 0000-0003-3158-2405

Ayesha RANA

Department of Transportation Engineering and Management, University of Engineering & Technology Lahore, 54890, Pakistan

Ali RAZA

Department of Civil Engineering, University of Engineering and Technology Taxila, Taxila 47050

ORCID ID: 0000-0002-0357-585X

Asna AHMAD

Department of Transportation Engineering and Management, University of Engineering & Technology Lahore, 54890, Pakistan

ABSTRACT

Oil and gas (O&G) pipelines are expensive assets that cross through both ecologically sensitive and densely populated urban areas. The pipeline failure may have potentially significant consequences for both natural and human environments. Inspection and maintenance processes of O&G pipelines should be governed by efficient policies in order to maintain their integrity. The objective of this paper is to conduct a state-of-the-art review of maintenance policies of O&G pipelines to investigate their advantages, limitations, and associated implementation issues. Maintenance policies can be categorized into corrective, preventive, predictive, and proactive.

Corrective maintenance policies (1940s) were based on a “repair when broke” philosophy. Economic considerations shifted practice towards preventive maintenance (1970s to 1990s); later with improved inspection techniques and environmental regulations, predictive and proactive or risk-based maintenance (RBM) policies were developed. This review explicates different methodologies for RBM and related issues, e.g., uncertainties and variability, conservative assumptions, etc. Uncertainties associated with investigation and prediction of defects have been more frequently reported in the literature so far. Moreover, existing studies primarily focused on reducing the likelihood and cost of failure, whereas consideration of environmental factors in overall risk has been a relatively less addressed issue.

Keywords: Inspection, maintenance, risk-based maintenance, Economic considerations

1. Introduction

Oil and gas (O&G) pipelines are expensive assets that cross through both ecologically sensitive and densely populated urban areas. If pipelines are not well maintained, they may fail with potentially significant consequences that could have severe, long-term and irreversible impacts on both natural and human environments. The United States Department of Transportation

reported more than 10,000 failures in O&G networks across the country which caused losses around six billion US dollars in the form of property damage, production losses, environmental impact, and human casualties. The 2013 American Infrastructure Score Card described the condition of O&G pipelines in America as ‘poor’ (Parvizsedghy, Senouci, Zayed, Mirahadi, & El-Abbasy, 2014). Excessive infrastructure failures can lead to poor performance, and, consequently production loss and high economic impact (Biondini & Frangopol, 2015; Castro & Sanjuán, 2008). Therefore, to avoid failure and to improve the reliability of infrastructure, planned maintenance is the integral activity (Hongzhou Wang, 2002).

An effective maintenance policy outlines the allocation of resources and time for corrective or preventive actions based on possible threats and incidents. O&G pipeline integrity managers are facing challenges in developing and implementing cost-effective and proactive maintenance policies selection criterion and solution models (Li, Sun, Ma, & Mathew, 2011). Effective maintenance policies became more significant due to the increasing demand for system availability, lack of human resources, financial constraints, climate change, stringent environmental regulations, and system ageing (Kabir, Sadiq, & Tesfamariam, 2013).

Although a number of articles related to the maintenance of O&G pipelines have been published, few have specifically addressed the subject of I&M policies. The other literature mostly discussed either techniques and methods for I&M of the physical condition of pipelines or the prediction models of corrosion defects. Moreover, to the best of authors knowledge, there is no review article published on this topic covering state-of-the-art maintenance policies in the recent past. Several classification criteria are developed for a better understanding of existing concepts, methodologies, and techniques related to the topic.

2. Study Area

It is one of the most important responsibilities of a Water Undertaking to properly maintain the transmission and distribution mains in order to prevent waste and provide a constant pressurized flow of potable water to the consumers. It is equally important to prevent damage to the public property which could arise for not properly repairing a defective pipe. Proper planning and implementation of remedial measures will avoid leakages and breakdowns.

3. Causes of Failures in Pipelines

For proper planning for the operation of the repair work it is necessary to assess the probable causes of failure. Following guidelines outline some of the factors to be duly considered to ensure protection of pipes from damage/failure.

3.1 Handling and Storage of Pipes

- Damage during transport of the piping material.
- Defective stacking and storage.
- Damage to the pipe wall and coating.
- Cracks in pipe during careless unloading and pipes striking against each other.
- Weathering effect due to unfavorable environment.
- Mixing up of different classes of pipes and their jointing materials.

3.2 Laying of Pipeline

- Deviation from proper laying procedures.
- Improper bedding
- Loss of support of bedding after laying.
- Slipping of trench sides.
- Sinking of soil after laying.
- Poor quality of backfill material.
- Improper compaction of trench backfill and its subsequent settling.
- Excessive overburden on piping trenches, not taken care of during the design of pipeline.
- Point loads coming on the pipe through the backfill.
- Excessive vibrations due to traffic during the laying of pipeline.

3.3 Jointing of Pipe

- Defective jointing material.
- Direct strike on the body of the pipe with any sharp edge, while jointing.
- Slipping of jointing material like rubber ring or lead etc.

3.4 Characteristics of Soil

- Corrosive nature of soil causing damage to the external surface of the pipe.
- Extremes of climate: frost heave or clay shrinkage.
- Loss of support or anchorage (horizontal or vertical), both in case of pipes embedded and those laid above ground level.
- Movement of soil due to filled soil, mining.
- Movement of soil while work of laying pipes or other activities like laying of cables etc. is taken up.
- Changes in soil moisture or water table conditions.

3.5 Excessive Temperature Changes

- Expansion: severe compression, end crushing.
- Contraction: pull out or separation of joint.
- Freezing: pipe blockages and splits.

3.6 Internal Pressure:

- Excessive test pressure.
- Pressure surge, water separation, vacuum.
- Extending pipe connections without proper precautions.

4. Methodology

Following procedure may be followed:

4.1 Repair Action Plan

- Internal mobilization.
- Detection of pipe failure: Inspection of site
- Notification of interruption in water supply and related issues.
- Location and demarcation
- Repair planning
- Repair work: Selection of most appropriate method for repair.
- Testing of 'dry' repair.
- Restoration
- Completion
- Hygiene
- Notice of restoration and completion

4.2 Implementation of Action Plan

Monitoring of internal Mobilization

Some of the important activities relating to the mobilization of the internal activities are summarized below;

(a) Senior Level Management

Necessary information to the Senior Level Management may be submitted and their interim approval sought. Details approval can follow in due course of time.

(b) Operation and maintenance staff of the running water supply system

The entire staff must be made fully aware of the likely activities required to be undertaken so as to ensure minimum possible interruption in the system.

(c) Alternative arrangement

Alternative arrangement for water supply may be planned and duties of staff fixed accordingly.

(d) Existing installations

The operation of the water supply system with regard to Intake, Headworks, pumping machinery, Treatment Plant, Piping system etc. must be co-related with the proposed repair work.

(e) Mobilization of men

- Necessary staff may be arranged for the following duties.
- Location of section.
- Isolation of section.
- Scouring of section.
- Arranging transport, material, machinery, equipment, tools, pipes, fittings etc.
- Other miscellaneous duties.

(f) Manpower, material, machinery, transport, lighting, safety measures, communication, pipes with fittings and specials etc. for the repairing operation.

These details are variable and depend upon various factors as per the local situation. Some of the factors to be considered are.

- The importance, utility, and function of the affected pipeline with the piping network. This may be the only transmission main of the system. It may be one of the two or many parallel transmission mains. It may be initial portion of the distribution system serving as the only main to supply water to the rest of the area to be served. It may be a distribution pipe serving only a part of the system.
- Size and material of the affected pipe.
- Depth of the pipeline. Deeper pipes require more labor work for repairing.
- Subsoil water table.
- Other unforeseen factors.

5. Results**5.1 Detection of Pipe Failure**

- Inspect site and ascertain the nature of the failure.
- Assess any possible damage or dispute that may arise and take steps to face such situations.
- Investigate the access to the site so as to plan the arrangement of plant and equipment.
- Assess urgency of repair, availability of men and equipment, effect on consumers and

fix time and day of repair.

- Locate isolating valves for proper control of requisite activities required for repair work.
- Depending upon the seriousness of the leakage or burst, the likely effect on the local supplies, decision may be taken on
 - maintenance of supplies as long as possible
 - prevention of possible contamination of the pipeline and
 - quick location of the actual position of the pipeline.
- Establish control and communication network after deciding the time of repair work to be undertaken.
- Ascertain the sensitivity of the affected area and take steps to avoid undesirable situations.
- Issue notification and warnings of the likely interruptions.
- Mobilize men, material, and equipment for repairs.

5.2 Repair method for different types of pipes

Table 1 shows the repair method for different type of pipe materials.

Table 1 Repair methods for different types of pipes

MATERIAL			CAST IRON		
Burst		Action	Repair		
Joint failure		Enclose joint Two couplers	Special joint clamp Two couplers and new section		
Brittle failure		Remove section/ joint Enclose failure	Two couplers and new section Repair collar or damp		
Corrosion		Remove section /joint Rehabilitation technique Enclose failure	Two couplers and new section Slip lining etc. Repair collar or clamp		
MATERIAL			DUCTILE IRON		
Burst		Action	Repair		
Joint failure		Enclose joint Remove section/joint	Special joint clamp Two couplers and new sections		
Extensive pin holing		Rehabilitation technique Remove section/joint	Slip lining etc. Two couplers and new section		
Ductile failure		Remove section/ joint enclose burst	Two couplers and new section Repair collar or clamp		
Localized pin holing		Enclose burst	Repair collar or clamp		
MATERIAL			STEEL		
Burst		Action	Repair		
Extensive pin holing		Rehabilitation Technique Remove section/ joint	Slip lining etc. Two couplers and new section		
Joint failure		Remove section/ joint	Two couplers and new section/special joint clamp		

Isolated pin holing	Enclose burst	Patch and weld repair Collar or clamp
MATERIAL ASBESTOS CEMENT		
Burst	Action	Repair
Surface Softening	Remove complete pipe length	New pipe section and fittings
Longitudinal Cracking	Remove complete pipe length	New pipe section and fittings
Joint Failure	Remove complete pipe length enclose joint	New pipe section and fittings joint repair clamp
Circumferential Failure	Enclose burst	Repair collar or clamp
MATERIAL PRESTRESSED CONCRETE		
Burst	Action	Repair
Surface Softening	Remove complete length/ joint or cracking	Two couplers and new pipe section
Joint Failure	Remove complete length/ joint enclose joint	Two couplers and new pipe section special joint clamp
MATERIAL POLYETHYLENE/P.V.C		
Burst	Action	Repair
Fast crack propagation	Remove damaged section	Two couplers and new section
Brittle failure	Remove damaged section enclose burst	Two couplers and new section repair collar or clamp
Joint failure	Cut out joint	Two couplers and new section

5.3 Repair Problems Specified to Prestressed Concrete Pipes

The most difficult and time-consuming repair problems relate to PSC Pipes, particularly the bigger diameter pipes. Some of the cases connected with the damage and leakage of such pipes along with their suggested methods are discussed below: Sometimes the damage is so extensive that the entire length of a pipe needs replacement. The replacement is done by inserting a steel pipe which shall be fabricated in three pieces. One piece shall consist of a spigotted machine end, another of steel shell and the third a spigotted machine end. The middle portion shall be of steel barrel with an integral manhole. This man hole may be meant for temporary use only so as to be covered and rewelded suitably after the repairing operation has been satisfactorily carried out. The thickness of steel plate used for this purpose shall be equal to the design thickness plus 2 mm extra to take care of corrosion. A minimum of 10 mm may, however, be used. The burst pipe may be broken by taking due precautions and replaced with this set of three pieces. The two machine ends shall be fixed as per normal procedure for laying PSC pipes. The steel barrel shall be introduced in between and duly welded internally and externally. Sometimes the damage is along a length of 1 m to 1.5 m only and the remaining portion of the pipe remains in a sound condition. To make the damaged portion functional, two plain M.S. Barrels shall be inserted into the pipe, to suit the internal diameter with a gap of 25 mm. on either side of the pipe, 50 mm less than the internal diameter of the pipe, to facilitate

jointing with jute and cement mortar. The barrels shall have 2 nos. 12 mm dia. M.S. rings to fix over the shell at the ends. At least 500 mm of overlap on either side of the pipe, length wise, is provided for jointing. After following the normal procedure (as already discussed at length), break the damaged portion of the pipe to the extent (length wise) of cracks developed in the pipe for more than half of the pipe (diameter wise). Cut the H.T. wires core reinforcement. Clean the pipe internally, remove the broken debris and dewater the pipe. Insert one piece of the M.S. Barrel, duly fabricated with a temporary manhole for entry into the pipe for internal caulking, welding etc. Shift barrel to one side so as to facilitate the insertion of the second barrel. Join the two pieces and weld the joint internally and externally. Keep the barrel in position by covering the damaged portion duly keeping at least 500 mm of overlap for jointing with P.S.C. pipe. Insert the M.S. ring at the ends and place at 150 mm from the outer ends of the barrels and tag weld the rings to the barrel to caulk the jute firmly. Caulk both the ends of the barrel with spun yarn for 3 layers and with cement mortar 1:1 duly mixing quick setting cement solution. Clean the pipe internally and paint with epoxy paint. Close the manhole made on the M.S. pipe by welding and strengthening the joint with additional plates. Weld angles on the barrel and support the edges of the PSC pipe. Caulk the joints with cement mortar and cover the MS barrel with cement mortar. Embed the damaged portion of the pipe in cement concrete to avoid movement of the M.S. barrel during surge. (As alternatives to the above procedure, there are other methods in use, depending upon the local conditions and the diameters of the pipes). Follow other prescribed procedure for completion.

Figure 1 shows the probability of failure of pipeline stretches.

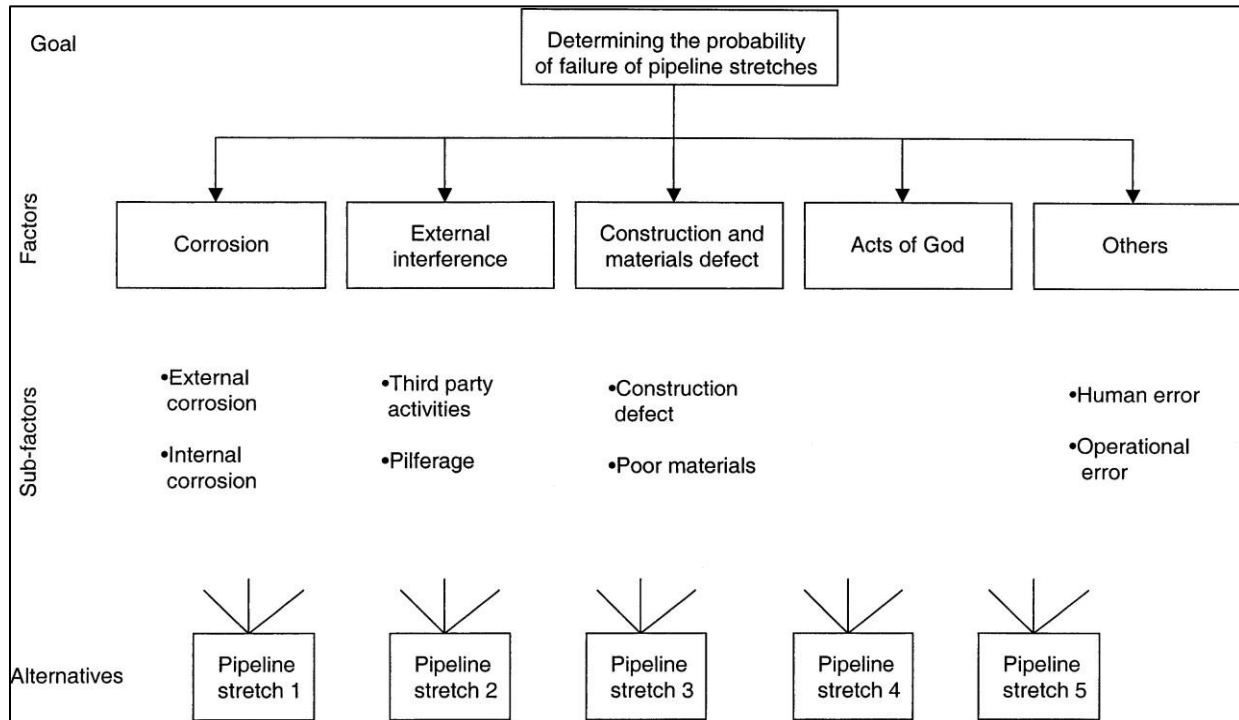


Figure 1 determining the probability of failure of pipeline stretches

Summary and Conclusion

- 1) Petroleum pipelines are the nervous system of oil industry, as this transports crude oil from sources to refineries and petroleum products from refineries to demand points. Therefore, the efficient operations of these pipelines determine the effectiveness of the entire business.
- 2) As pipelines pass through varied terrain, the condition of pipelines varies widely across their entire length and throughout their life cycle. However, inspecting the entire pipelines through specific inspection methodology/tool cannot detect pipeline problems for the entire length as inspection tools are designed to detect specific problems only. On the other hand, inspecting the entire pipeline by various tools to detect the entire associate problems are not cost effective.
- 3) Advantages of this method of analysis described here include the following:
 - reducing subjectivity in the decision-making process when selecting an inspection technique.
 - identifying the right pipeline or segment for inspection and maintenance.
 - formulating an inspection and maintenance policy.
 - deriving the budget allocation for inspection and maintenance.
 - providing guidance to deploy the right mix of labor in inspection and maintenance.
 - enhancing emergency preparations.

- assessing risk and fixing an insurance premium.
- forming a basis for demonstrating the risk level to governments and other regulatory agencies.

References

- [1] El-Abbasy, Mohammed S.; Senouci, Ahmed; Zayed, Tarek; Mirahadi, Farid; Parvizsedghy, Laya (2014), Condition Prediction Model For Oil And Gas Pipelines And Regression Analysis". *Journal Of Construction Engineering And Management*, 140(6), 04014013
- [2] Hassan Iqbal*, Solomon Tasfamariam, Husnain Haider, Rehan Sadiq (2016). *Inspection And Maintenance Of Oil & Gas Pipelines: A Review Of Policies*. *Structure And Infrastructure Engineering*
- [3] Doyle, G., Seica, M. V. and Grabinsky, W. F., "The Role of Soil in the External Corrosion of Cast Iron Water mains in Toronto", University of Toronto, Canada.
- [4] Hu, Y. and Hubble D. W. (2005). Failure conditions of asbestos cement water mains in Regina. 1st CSCE Specialty Conference on Infrastructure Technologies, Management and Policy, Toronto, Ontario, Canada, June 2-4, 2005.
- [5] Makar, J. "Failure Analysis for Grey Cast Iron Water Pipes", *Urban Infrastructure Rehabilitation*, Institute for Research in Construction, NRCC. KIA 0R6
- [6] Liu, Y, & Huang, H (Eds.) (2011). A grouping model for distributed pipeline assets maintenance decision. *International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., United States, pp. 627-632.
<https://eprints.qut.edu.au/41769/>
- [7] Rajani, B. and Y. Kleiner (2001). Comprehensive review of structural deterioration of water mains: physically based models. *Urban water*, 3, 151-164.
- [8] Droubi, M.G.; Faisal, N.H.; Orr, F.; Steel, J.A.; El-Shaib, M. Acoustic emission method for defect detection and identification in carbon steel welded joints. *J. Constr. Steel Res.* **2017**, 134, 28–37.
- [9] Hassan Iqbal, Solomon Tasfamariam, Husnain Haider, Rehan Sadiq (2016). *Inspection And Maintenance of Oil & Gas Pipelines: A Review of Policies*. *Structure And Infrastructure Engineering*.

SMART HIGHWAY LIGHTING SYSTEM USING IOT**DHIVEYA SRI K.**

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

SRI LOGESH M.

Bannari Amman Institute of Technology, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

Nowadays, energy is being wasted a lot and it cannot be reduced in many cases. Conventional components are replaced by solar-based components. Lights on highways will work for a period of 12 hours a day i.e. evening to the next morning. It is aware that many of the highways, communities and developed areas are going with solar-based Highway lights which are a one-time investment. Even though solar-based Highway lights are used, in some or the other way energy is getting wasted because lights are required only when vehicles are going on the highways and rest of the time it is not required. In addition to it, solar energy is not available at night times, but lights need power only at night times. Sometimes light is required at a particular time and the rest of the time it is wasted. Based On these factors modifications should be done for Highway lights to save energy smartly. So, it is suggested to install, —A Smart Highway Lighting System only for Highway lights, because it is identified that much of the energy is wasted on Highway lights. These Highway lights are basically required at night time but when the road is empty lights can be turned off. Considering all the aspects some data have been collected and calculated the data based on slab rates. So, with the help raspberry pi the status of Highway lights can be operated, in this way much amount of energy can be saved. They can be controlled with the help of Proximity sensor, LDR, Current sensor, Relay in addition to the raspberry pi. So, by using these sensors motion of any vehicle passing through can be detected and using LDR lights can be turned on. Real-time operation of Highway lights can be monitored through a server client program. And by collecting all these data the results can be compared before and after implementing the prototype —Smart Highway Lighting System.

Keywords: Raspberry Pi3 Board, LDR sensor module, Proximity sensor, Current sensor.

HISTORIOGRAPHY OF TEACHING THE YOUNG GENERATION OF HEYDAR ALIYEV'S LEGACY

PHD on History Mayis Valimammad oglu Jafarov

Lankaran State University

Guliyev Amrah Jabir oglu

Lankaran State University, Master

ABSTRACT

The national leader of the Azerbaijani people H.A.Aliyev played a great role in the history of 20 th century Azerbaijan, with his wide and comprehensive activity created a fundamental turn in the sociopolitical life of Azerbaijan. One of the important tasks facing our society at the time of Azerbaijan's independence was to protect and further develop national and moral values, as well as orientation towards universal values in social, political and cultural development. In this regard, the study of the heritage of H.A.Aliyev, the study of various issues of the history of Azerbaijan based on his scientific and theoretical analysis is of great scientific and sociopolitical importance.

Although the topic "Historical issues of Azerbaijan in the legacy of Heydar Aliyev" during the years of independence is not a separate object of research in historiography, a number of points related to the topic in the recently published literature attract attention. Academician R.A Mehdiyev's works comment on the political activity of H.A.Aliyev, his philosophy of independence, the moral problems of modernization, the idea of Azerbaijanism, which forms the basis of national ideology, and issues related to our history.

Historian I.Huseynova's monographs "Founder of the Independent State of Azerbaijan", "Guarantor of our Independence" examine the main aspects and stages of the political and state heritage of the founder of the independent state of Heydar Aliyev on the basis of rich archival materials.

Professor Y.Mahmudov's works dedicated to the study of H.A.Aliyev's legacy in recent years, along with his state activity, his great contribution to the development of Azerbaijan's historical science, his attention and care for the study and promotion of our history, his assessment of various stages of our great past and prominent personalities.

F.Safarli's work "Heydar Aliyev's legacy and historical issues of Azerbaijan" tells about the life and activity of the great leader Heydar Aliyev, the teaching of the historical heritage of political and statehood to the younger generation.

A. Jabbarli's work "Heydar Aliyev and the historical issues of Nakhchivan" explores the teaching of the heritage of the national leader of the Azerbaijani people H.A.Aliyev to the younger generation and the historical issues of Nakhchivan.

The essay "Way of Victory" by writer-publicist H.Miralamov glorifies the glorious life and activity of the great son of our people, President H.A.Aliyev.

Thus, the above-mentioned works of I.Huseynova, Y.Mahmudov, R.A.Mehdiyev, H.Miralamov, F.Safarli and A.Jabbarli can be considered as reliable sources in teaching the heritage of Heydar Aliyev to the younger generation.

Keywords: Azerbaijan, independence, heritage, history, people.

FONETİKANIN İNTEQRATİV ƏSASLI TƏDRİSİ**Rəhilə Hümətova, f.ü.f.d. dosent**

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Açar sözlər: fonetika, integrativliyi yaradan faktorlar, assonans, alliterasiya**ÖZET**

Dilçiliyin fonetika bölməsi dil səslərinin əmələ gəlməsini, keyfiyyət və kəmiyyətini, onlarda baş verən dəyişikliklərin səbəbini, nitq prosesindəki funksiyasını öyrənən sahəsidir. Fonetika dilin tarixini öyrənməyə, sözlərin etimologiyasını aydınlaşdırmağa, dilləri müqayisə edərək onlar arasındakı qohumluğu, fərqləri müəyyən etməyə geniş imkanlar açır. Fonetika başqa dillərdən alınmış sözlərin dilimizin fonetik sisteminə uyğunlaşdırmaqda, orfoepik, orfoqrafik qaydaların mənimsənilməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

Məqalədə fonetikanın integrativ əsaslı tədrisində dilçiliyin leksikologiya, qrammatika şöbələri, həmçinin dil tarixi, dialektologiya, təlim metodikası, ədəbiyyatşünaslıqla reallaşan əlaqəsindən bəhs edilmişdir. Fonetikanın leksikologiya ilə əlaqəsi onunla izah olunur ki, söz səslərdən əmələ gəlir. Səslər dilin tikinti materiallarıdır. Sözlərin mənşəyindən danışarkən fonetika ilə əlaqə mütləq xarakter daşıyır. Azərbaycan sözlərinin xüsusiyyətlərindən bəhs edilsə, ilk növbədə fonetik sistemə müraciət olunur. Həmçinin Azərbaycan sözlərinə aid olmayan xüsusiyyətlər:

r, j, z (istisnalar var), mü, pl, ps, pr, br, sn, st, tr səs və səs birləşmələri ilə verilən sözlər; sözün əvvəlində, axırında, sonunda eyni və ya müxtəlif saitlərin, eləcə də samitlərin (istisnalar var) yanaşı işlənməsi; alınma sözlərin müəyyən fonetik dəyişiklik edilərək mənimsədilməsi kimi elmi-nəzəri məlumatlar hər iki bölmə arasında integrasiyanın qurulmasına yol açmış olur.

Fonetika və *morfologiya* arasında integrasiya dilin obyektiv təbiətindən yaranır. Bəzi ikihecalı isimlərdə “*ı, i, u, ü*” (axırıncı hecadə) səslərinin düşməsi; sonu saitlə qurtaran isimlərə saitlə başlanan şəkilçi qoşulanda onlardan əvvəl “*n, y, s*” bitişdirici samitlərin artırılması; sonu “*qe*”, “*ke*” hərfləri ilə qurtaran sözlərə yiyəlik, yönlük, təsirlik hal şəkilçiləri qoşulanda səsəvəzlənməsinin baş verməsi (qonaq – qonağın, qonağa, qonağı; kəpənək – kəpənəyin, kəpənəyə, kəpənəyi), vurğu qəbul etməyən şəkilçilər; feillərdə səsdüşümü, səsəvəzlənmələri (almayıram – almıram, almışsınız – almısınız, alarsan – almazsan) hadisələri integrativ əsaslı təlimə şərait yaradır.

Sintaksisin tədrisində fonetika ilə integrasiya mütləqdir. Sintaktik əlaqələrdən, intonasiyaya görə cümlənin növlərindən, məntiqi vurğudan, həmcins üzvlərdən, xüsusiləşmələrdən, mürəkkəb cümlələri bağlayan vasitələrdən danışarkən, fonetika ilə integrasiya qaçılmazdır.

Fonetika *dil tarixi ilə* də sıx bağlıdır. Dilin tarixinin öyrənilməsi fonetik sistemdə baş verən dəyişiklikləri müəyyənləşdirmədən, araşdırılan dövrün fonetik xüsusiyyətlərinin təhlilini aparmadan mümkün deyildir.

Fonetikanın ədəbiyyatşünaslıqla integrasiyası da mütləqdir. Poetik nitqdə sait, samit səslərin təkrarı (assonans, alliterasiya) yüksək estetik siqlət yaradır. Assonans, alliterasiyanın melodik düzülüşü musiqili ahəng, ritm yaratmaqla ifadə olunan fikrin təsir gücünü qüvvətləndirir.

INTEGRATIVE BASED TEACHING OF PHONETICS

Rahila Hummatova, Ph.D. docent

Azerbaijan State Pedagogical University Science

Key words: phonetics, integrative factors, assonance, alliteration

ABSTRACT

The phonetics department of linguistics is the field that studies the formation of language sounds, their quality and quantity, the reason for their changes, and their function in the speech process. Phonetics opens wide opportunities to study the history of the language, to clarify the etymology of words, to determine the kinship and differences between languages by comparing them. Phonetics is of special importance in adapting words from other languages to the phonetic system of our language, assimilation of orthoepic and orthographic rules.

In the article, the connection of linguistics with lexicology, grammar departments, as well as language history, dialectology, teaching methodology, literary studies was discussed in the integrative teaching of phonetics. The connection of phonetics with lexicology is explained by the fact that words are formed from sounds. Sounds are the building blocks of language. When talking about the origin of words, the connection with phonetics is essential. If the characteristics of Azerbaijani words are discussed, first of all, the phonetic system is addressed. Also features that do not belong to Azerbaijani words: r, j, z (there are exceptions), mu, pl, ps, pr, br, sn, st, tr words with sound and sound combinations; simultaneous use of the same or different vowels, as well as consonants (there are exceptions) at the beginning, end, and end of the word; Scientific-theoretical information, such as the acquisition of borrowed words by making certain phonetic changes, paves the way for the establishment of integration between both sections.

The integration between phonetics and morphology arises from the objective nature of language. Dropping of "ı, i, u, ü" sounds (in the last syllable) in some two-syllable nouns; adding "n, y, s" ending consonants before nouns ending with a vowel when a suffix beginning with a vowel is added; the occurrence of voice substitution when the possessive, direct, and effective case suffixes are added to the words ending with the letters "qe", "ke" (guest - guest, guest, guest; butterfly - butterfly, butterfly, butterfly), suffixes that do not receive stress; the cases of voice loss and voice substitution in verbs (I don't buy - I don't buy, you bought - you bought, you buy - you don't buy) create conditions for integrative-based training.

Integration with phonetics is essential in teaching syntax. When talking about syntactic relations, types of sentences according to intonation, logical stress, homonyms, specializations, means of closing complex sentences, integration with phonetics is inevitable.

Phonetics is also closely related to language history. The study of the history of the language is impossible without determining the changes that occurred in the phonetic system and analyzing the phonetic features of the investigated period.

The integration of phonetics with literary studies is also a must. Repetition of vowels and consonants (assonance, alliteration) in poetic speech creates a high aesthetic quality. Assonance, the melodic arrangement of alliteration strengthens the influence of the idea expressed by creating musical harmony and rhythm.

Giriş. Dilçiliyin bir bölməsi olan *fonetika* dil səslərinin əmələ gəlməsini, bir-birinə münasibətini, keyfiyyət və kəmiyyətini, nitq prosesindəki funksiyasını, səslərin keyfiyyət və kəmiyyətində baş verən dəyişikliklərin səbəb və təbiətini, qanunauyğunluqlarını öyrənən sahəsidir. Təcrid edilmiş halda heç bir mənası olmayan dil səsləri müəyyən bir sıra ilə birləşib söz əmələ gətirərək, tələb olunan fonetik amillərlə (vurğu, intonasiya və s.) formalaşaraq insanlar arasında fikir mübadiləsini mümkün edir. “Fonetika dilin tarixini öyrənməyə, ayrı-ayrı sözlərin etimologiyasını aydınlaşdırmağa və dillərin qohumluğunu müəyyən etməyə geniş imkanlar açır”. (5, s. 48) Fonetika həmçinin başqa dillərdən alınmış sözlərin dilimizin fonetik sisteminə uyğunlaşdırmaqda böyük rol oynayır. Fonetika orfoqrafik və orfoepik qaydaların mənimsənilməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Daha sadə desək, əlifba düzəltmək, orfoqrafiya qaydalarını tənzim etmək, həm də bunları təlim etmək, düzgün tələffüz əsaslarını müəyyənləşdirmək və öyrətmək, başqa dilləri öyrənmək, loqopedləri təlim etmək, eləcə də digər əməli məqsədlər üçün dilin səs tərkibini, fonetik qanunlarını öyrənmək çox zəruridir. Bunlar eyni zamanda səslərin dəyişmə, əvəzlənmə, düşmə, artma qanunlarını, tarixi inkişaf yollarını nəzəri cəhətdən tədqiq etmənin zəruriliyini doğurur. Bu aktual problemlər, nəzəri məsələlər o zaman dərinlən dərk edilir ki, fonetikanın integrativ əsaslı tədrisi təmin edilsin. Fənlərin integrativ əsaslarla tədrisi müasir dərsə verilən ən zəruri tələblərdən biridir.

Araşdırma. İnteqrasiya termini təhsildə XX əsrin sonundan daha aktiv şəkildə istifadə olunmağa başlansa da, əslində onun ifadə etdiyi məzmun həyatın, cəmiyyətin öz içərisində mövcud olmuşdur. “Zaman-zaman diferensial yanaşmalar hissələrə bölünməni, ayrılımları tənzimlədiyi kimi, inteqrasiya prosesləri də bütövləşmələrin, tamamlanmaların nəticəsi kimi meydana çıxmışdır. Bütün elm sahələrində, o cümlədən sosiologiyada və pedaqogikada inteqrasiya önəmli yer tutmuşdur. Ona görə də pedaqogikada “inteqrasiya”, “integrativlik”, eləcə də “təhsildə inteqrasiya” və sair anlayışlardan istifadə olunmağa başlanılmışdır”. (6, serqqapisi.az)

Fonetikanın leksikologiya ilə əlaqəsi. Fonetikanın leksikologiya ilə əlaqəsi hər şeydən əvvəl onunla izah olunur ki, söz səslərdən əmələ gəlir və bunsuz qeyri-mümkündür. Sözü tərif

verərkən qeyd edirik ki, söz səslərdən və müəyyən səs kompleksindən əmələ gələn dil vahididir. “Söz ünsiyyət məqsədlərinə xidmət etmək üçün işlədilən, gerçəkliyin hər hansı bir faktını, onun təbiət materiyası kimi, fonetik tərkib vasitəsilə ifadə edilən dil vahididir”. (2, s.11-12) Söz haqqında bu tərifin özü leksikologiyanın fonetika ilə əlaqəsinin başlanğıcıdır. Belə demək mümkünsə, səslər dilin tikinti materiallarıdır. Səslər də, təbii ki, sözün tərkibində, dilin qanunları əsasında sıralanaraq müəyyən məzmun, məna qazanır. Və yaxud sözlərin mənşəyindən danışarkən fonetika ilə əlaqə mütləq xarakter daşıyır. Əgər Azərbaycan sözlərinin xüsusiyyətlərindən bəhs ediriksə, ilk növbədə aşağıdakı mühakimələrin üzərində dayanırıq:

1. Söz kökünün ilk səsi saitlə başlayırsa, ondan sonra samit gəlir və bu belə davam edir: at, ət, əl, on, ol, ot, un, üz, üzüm, üzük, ürək, ərək, ətək və s.

2. Söz kökünün ilk səsi samitlə başlayırsa, ondan sonra sait gəlir və sıralanma bu qayda ilə düzülür: burun, çəkic, çiçək, gəlin, qanad və s.

3. Azərbaycan sözləri əsasən bir, iki, bəzən də üç hecadan ibarət olur: at, ot, ana, ata, baba, papaq, kəpənək, qırmızı və s.

4. Azərbaycan sözlərində vurğu adətən son hecanın üzərinə düşür: ota`q, qaşı`q, kəpənə`k, gəlinlə`r, qızla`r və s.

5. Azərbaycan sözləri ahəng qanununa tabedir (təbii ki, istisnalar var: işıq, ilan, islanmaq, işartı, ilxı və s.). Əsasən qalın saitli hecadan sonra qalın, incə saitli hecadan sonra incə saitli hecalar işlənir: baba, nənə, otaq, yağış, külək, çiçək, odunluq, dağlıq və s. Ahəng qanunu eləcə də samitlərin, saitlərlə samitlərin düzülüşündə də özünü gözləyir: bit+**ki**, duy+**ğu**, seç+**ki**, döyüş+**kən**, ged (**t**) +ir, az+al+**d (t)** +ır və s.

Həmçinin Azərbaycan sözlərinə aid olmayan xüsusiyyətlərdən danışarkən yenə də fonetika ilə leksikologiyanın inteqrasiyasına şərait yaranacaq. Belə ki, **r, j, z (istisnalar var), mü, pl, ps, pr, br, sn, st, tr** və s. səs və səs birləşmələri ilə verilən sözlər; sözün əvvəlində, axırında, sonunda eyni və ya müxtəlif saitlərin, eləcə də samitlərin (istisnalar var) yanaşı işlənməsi; alınma sözlərin müəyyən fonetik dəyişiklik edilərək mənimsədilməsi kimi elmi-nəzəri məlumatlardan bəhs edilərkən istər-istəməz hər iki bölmə arasında əlaqə yaranmış olacaq. Bəzi nümunələri nəzərdən keçirək: rəhm, rəsm, rəng, Rasim, jurnal, jalə, loja, zövq, zənn, müharibə, münəqqişə, müzakirə, plan, planet, plenum, plaş, psixoloq, proloq, proqram, proses, protokol, briqada, snayper, traktor, tranzit, tropik, ailə, aid, real, okean, səadət, fəal, təbii, bədii, məcmuə, ibtidai, mətbəə, müdafiə, faciə; şəhr –şəhər, esm –isim, təvəllod –təvəllüd, muğallim –müəllim, gəzəl –qəzəl, zəhr –zəhər, qol –gül, bolbol –bülbül, kopeek –qəpik, vedro –vedrə, apteka –apteka və s.

Bu cür faktları kifayət qədər genişləndirmək mümkündür. Lakin nümunə kimi verdiyimiz faktlar fonetikanın, eləcə də leksikologiyanın integrativ əsaslı təlimini qaçılmaz edir.

Fonetikanın *qrammatika ilə* əlaqəsi qrammatikaya verilən tərifdə də əks etdirilir. Aydındır ki, qrammatika sözlərin dəyişməsi və cümlələrdə birləşməsi qaydalarının məcmuyudur. Sözlərin dəyişilməsi və birləşməsi dilin material fondu olan səslərin vasitəsi ilə və digər fonetik amillərin bilavasitə iştirakı ilə mümkündür. Fonetika ilə bağlı olan müxtəlif dəyişikliklərə uğrayan ancaq söz forması deyil, sözdə baş verən bu və ya digər dəyişikliklərin qanunauyğunluqları, sözlərin və söz birləşmələrin əmələ gəlməsi, onların birləşərək əmələ gətirdiyi sintaqma və cümlələrin şifahi formalaşması fonetik qanunla üzvi surətdə bağlıdır. Qrammatikanın morfologiya bölməsinin tədrisində fonetika ilə əks əlaqə olduqca zəruridir. Konkret dil faktlarının fonetika ilə integrativ əsaslı təlimi, şübhəsiz ki, hər iki dilçilik şöbələrindəki mövzuların dərinədən və hərtərəfli dərk edilməsini təmin edir. Bəzi ikihecalı isimlərdə “ı, i, u, ü” (axıncı hecə) saitə düşməsi; sonu saitlə qurtaran isimlərə saitlə başlayan şəkilçi qoşulanda onlardan əvvəl “n, y, s” bitişdirici samitlərin artırılması; sonu “qe”, “ke” hərfləri ilə qurtaran sözlərə yiyəlik, yönük və təsirlik hal şəkilçiləri qoşulanda (yəni saitlə başlayan şəkilçi artırıldıqda) səsvəzlənməsinin baş verməsi (qonaq – qonağın, qonağa, qonağı; kəpənək – kəpənəyin, kəpənəyə, kəpənəyi), vurğu qəbul etməyən şəkilçilər; feillərdə səsdüşümü və səsvəzlənmələri (almayıram – almıram, almışsınız – almısınız, alarsan – almazsan, yazmayaram – yazmaram və s); adlar qrupunda -lar, -lər cəmlik bildirən şəkilçinin, sifət düzəldən -lı, -li, -lu, -lü şəkilçilərinin, -dan, -dən çıxışlıq hal şəkilçisinin assimilyasiya hadisəsinə uğramasından bəhs edilərkən istər-istəməz fonetika bölməsi yenidən təkrar obyektinə çevrilir və nəticədə mövzular daha dərinədən mənimsənilir.

Fonetika həmçinin dilçiliyin *sintaksis* bölməsi ilə möhkəm əlaqədədir. Belə ki, fonetika bölməsinə mükəmməl yiyələnmədən biz sintaksisdə tədris olunan məntiqi vurğu, cümlənin məqsəd və intonasiyaya görə növləri, söz birləşmələri bəhsini düzgün dərk edə bilmərik. Fonetika bölməsində araşdırılan və tədris olunan əsas məsələlər: danışq səsləri, onların əmələgəlmə xüsusiyyətləri, səslərin təsnifi, fonem, fonetik hadisə və qanunlar, səslərin orfoqrafiyası və orfoepiyası, ahəng qanunu, vurğu (növləri), intonasiya sintaksisin tədrisi ilə birbaşa əlaqəlidir. Bildiyimiz kimi sözlər səs birləşməsindən, söz birləşmələri sözlərin birləşməsindən, cümlə isə böyük dil vahidi olduğu üçün sözlər və söz birləşmələrin məna və qrammatik cəhətdən bir-birilə əlaqəyə girərək yaratdığı dil vahididir. Yəni səs sözlər üçün, sözlər söz birləşmələri üçün, söz və söz birləşmələri cümlələr üçün tikinti materialıdır. Dilin daxili qanunauyğunluğu əsasında formalaşan dil vahidləri möhkəm əlaqələrlə birləşərək onun ayrı-ayrı bölmələrini bir bütöv sistem kimi əks etdirir. Bu baxımdan hər bir dilçilik şöbəsinin

tədrisi, həmçinin araşdırılması zamanı mütləqdir ki, digər dilçilik şöbələri ilə integrasiya yaradılsın.

Sintaksis bəhsində sözlərdəki məntiqi vurğudan danışanda, ilk növbədə, fonetika bəhsində vurğu haqqında alınan məlumatlara əsaslanırıq. Belə olduqda həm əvvəlkilər xatırlanır, dərinləşir, möhkəmlənir, həm də yeni mövzu daha asan dərk olunur. Məntiqi vurğu dinləyicinin diqqətini əsas fikir ifadə edən sözün üstünə yönəldir. Eyni zamanda məntiqi vurğu fikri müxtəlif mənə çalarlığında ifadə etməyə yönəldir. Danışanda və ya ucadan oxuyanda sözləri düzgün deməklə yanaşı, həmçinin fikirləri aydın şəkildə çatdırmaq üçün əsas sözləri və ifadələri vurğulamaq vacibdir. Lazımi sözlərin nəzərə çatdırılması məntiqi vurğunun köməyi ilə mümkündür. “Cümlədə xüsusi mənə çalarlığını ifadə etmək məqsədi ilə cümlə daxilindəki müəyyən sözü başqalarından tələffüzə fərqləndirmək üçün sözə əlavə olunan tona məntiqi vurğu deyilir. Məntiqi vurğu ilə tələffüz olunan sözə isə vurğulu söz deyilir. ...Azərbaycan dilinin təbiətinə uyğun olaraq vurğulu söz də çox vaxt xəbərin yanında, xəbərdən əvvəl yerləşir. “ (1, s.133)

Material maraqlı olsa belə, dinləyicilərin diqqətinə çatdırılacaq ifadə yerində və düzgün vurğulanmayanda nətiq məqsədinə nail ola bilmir. Aydındır ki, fikir müxtəlif üsullarla nəzərə çatdırılır: səsi artırmaqla, fikri tələsmədən ifadə etməklə, mimika və jestlər vasitəsilə. Əlbəttə, hansı üsuldan istifadə etməyimiz materialda əks olunan fikirdən asılıdır. Fonetika bölməsində vurğunun mükəmməl və düzgün qavranılması digər bölmələr, xüsusilə sintaksis üçün “açar”, “giriş” rolunu oynayır və integrasiyanın yaradılmasının vacibliyini xatırladır.

Fonetika dil tarixi ilə də sıx bağlıdır. Bu, onunla izah olunur ki, dilin tarixi inkişaf prosesinin öyrənilməsi dilin fonetik sistemində baş verən dəyişiklikləri müəyyən etmədən, tədqiq olunan tarixi dövr üçün səciyyəvi olan müxtəlif fonetik xüsusiyyətlərin təhlilini aparmadan mümkün deyildir. Dilin səs tərkibində, fonetik qanun və qaydalarda baş vermiş dəyişiklikləri öyrənib, həmin dilin fonetik sisteminin inkişaf tarixini müəyyənləşdirmək tarixi fonetikanın mövzu və məqsədini təşkil edir. Tarixi fonetikada yazılı abidələr və qohum dillər fonetik cəhətdən tədqiq edilsə də, müasir dil, onun müxtəlif şivələri, müxtəlif üslub növləri də tədqiqat obyektinə ola bilər. Bu tədqiqatda müqayisəli tarixi üsul tətbiq olunur, tarixilik prinsipindən istifadə edilir. Tarixilik prinsipi dil faktları və hadisələrinin dilin bütün səviyyələrində tarixi inkişaf prosesini izləməyə imkan yaradır, dilin müasir vəziyyəti ilə müqayisə edərək onun inkişaf tarixini, dilin hansı səviyyəsində dəyişikliklərin olmasını və bunun səbəbini araşdırmağı tələb edir. Məsələn, **Q**anı (q-h əvəzlənməsi) dediyim bəy ərənlər, Dünya mənim deyənlər... (KDQ). Ruzigarım **böylə**mi (belə) keçsin, gözəl xanım. (M.Füzuli) **Q**ansı (**q-h** əvəzlənməsi) gülşən gülbünün sərvə-xuramanınca var? (M.Füzuli) **Q**amu (**q-h** əvəzlənməsi) bimarınə canan davayi-dərd edər

ehsan, Neçin (**nə üçün**) qılmaz mənə dərman, mənə bimar sanmazmı? (M.Füzuli) Ey müsəlmanlar, bu gün məndən **ol** (**l** səsinin düşməsi) yarı-pünhan ayrılır... (İ.Nəsimi) Yarab, zəmanə həqqinə mən neylədim ki, **ol** (**l** səsinin düşməsi) məndən cəfavü cövr ilə **n** (**n** səsinin düşməsi) ayırdı yarımı? (İ.Nəsimi) Yüzündə, ey sənəm, görəli zülfü xalını, Dami-bələda danə kibi (**b-m** əvəzlənməsi) danəyəm yenə. (İ.Nəsimi) Mundan **ayrıl** mən dəxi cövrə təhəmmül qılmazam, (ayrıl\ayrı: qoşmada eliziya)

Fonetika şöbəsinin dilçiliyin digər bölmələri ilə əlaqəsinin qaçılmaz olduğu hər an qarşıya çıxdığı kimi, *ədəbiyyat fənni ilə, bədii ədəbiyyatın bütün növ və janrları ilə* də daha sıx əlaqəsi də özünü aydın şəkildə göstərir. Bədii ədəbiyyat həyatı obrazlı şəkildə əks etdirən söz sənətidir. Bu obrazlılığı, emosionallığı yaradan vasitələr isə çoxdur. Emosionallıq, insan qəlbini titrədən, onun daxili dünyasına, mənəvi aləminə təsir edən, onu mənən zənginləşdirən, saflaşdıran qanadlı fikirlər, söz və ifadələr dilin həm fonetik, həm leksik, həm qrammatik səviyyələrində yaranır. Fonetik səviyyədə bu obrazlılığı yaradan assonas, alliterasiya, təkrar, intonasiya və s. şair və yazıçılarımız tərəfindən böyük ustalıqla istifadə edilən əsas ritmik vasitələrdəndir.

Məlumdur ki, dilin ən kiçik vahidi səsdir. Səs təklikdə heç bir mənə ifadə edə bilmir. Ancaq səs səsə söykənəndə insan qəlbini ovsunlayan musiqili bir dünya yaranır. Səslər aləminin yaratdığı əsrarəngiz söz çələngində ideya və məzmun daha asan dərk edilir, emosionallıq ən uca zirvədə dayanır. “Eynicinsli səslərin misralardakı nizamlı düzülüşü kəmiyyət çoxluğundan daha çox poetik zəriflik yaradır. Sanki səslər durna qatarı kimi sıralanaraq misraların ruhuna xəfifcə sığal çəkir. Sığala uyan misralardan incə, zərif ahəng, melodiya səsləri qəblərimizi oxşayır. Səs təkrarlarının şeirin misralarına vurduğu naxış təbiətin yaz fəslində çöl-çəmənə, dağ-dərəyə vurduğu naxışlara bənzəyir. Al-əlvan rənglər silsiləsində ruhun dincəlir, könlün qanad çalıb uçmaq istəyir”. (4, s.13)

Lirik növdə yazılan əsərlərə xüsusi bir rəng qatan poetik vasitələrdən biri assonansdır. Assonans sait səslərin təkrarıdır. Poeziyada eyni və yaxın məxrəcli saitlərin harmonik düzülüşündən yaranan ahəngdarlıq, musiqili ton oxucunu heyretə salır. Söz xiridarları hər bir fonetik vahidi poetik təfəkkürlərinin süzgəcindən keçirir, onların yaratdığı estetik dəyəri şeirlərinin semantik yükü ilə birləşdirir.

M.Hüseynov yazır: “Eyni və yaxın məxrəcli saitlərin bir-birini izləməsi ahəngdarlıq yaratma üsulunun ən bariz nümunəsidir. İfade strukturlarının zənginliyi, estetik sadəlik yaradıcılığında assonans mətnə professional poeziya səviyyəsi qazandırır. Bu isə “lirik” mənin hisslər aləminin mahiyyətinə varmaq işində misilsiz rol oynayır; şeir dilinə təzə ruh, yeni bədii-estetik çalarlar gətirir”. (3, s.83)

Nümunələrə nəzər salaq:

Gah şeş atar, gah yek atar zər əllər,

Gah xeyir gətirər, gah da zərəllər.

Gətirəndə xəznə-xəznə zər əllər,

Əllərdən gedəndə eylər-eylər uf.

(A.M.Azaflı)

Bu misrada “ə” saiti 25, “e” saiti isə 6 dəfə təkrarlanıb. Misraların üslubi ahəngdarlığında, fikrin estetik ifadəsində alliterativ (7 dəfə “g”, 10 dəfə “l”, 15 dəfə “r”, 5 dəfə “z” samiti təkrar edilib) və assonativ mühit çox mühüm əhəmiyyət daşıyır. Xüsusən “ə” assonansı “zər əllər” cinas qafiyəsinin və “gətirəndə – gedəndə” qarşılaşmasının semantik yükünün açılmasına xidmət edir, diqqəti həmin ifadələrin üzərində cəmləşdirir. Nərd oyununda zəri (daş) atan da, bəzən xeyir, bəzən zərəli (dissimilyasiya hadisəsinə uğrayıb: ədəbi dildə zərər), bəzən də xəznə-xəznə qızıl (zər) gətirən də əllərdir. Gələndə də, gedəndə də əllərdən gəlib-gedir. Beləliklə, “ə” -nin assonansı poetik fiqur olaraq çox mühüm funksionu yerinə yetirir.

Və yaxud:

Sözün sözdən sözə döndü,

Gözün gözdən gözə döndü.

Üzün üzdən üzə döndü,

Ey bivəfa, ey bivəfa.

(A.M.Azaflı)

Misraları oxuduqca sanki həzin nəغمə səsi eşidirsən. Nəغمəni, musiqini pıçıldayan isə sait səslərin harmoniyası (ö-ö-ö-ö-ö-ö-ö; ü-ü-ü-ü-ü-ü-ü), eləcə də “z” samitinin alliterasiyası (z-z-z-z-z-z-z-z), həmçinin sözlərin qrammatik formalarını dəyişərək müxtəlif mənalarda işlənməsi – bir sözlə, forma və məzmun vəhdətinin yaratdığı poetik gözəllikdir. “Z” -nin alliterasiyası sanki “söz” və “saz” ın ahəngindən yaranan ecazkar melodiyı səsləndirir. Təkrarlanan səslər və sözlər formanın estetik gözəlliyinə təbii rəng qatdığı kimi, mənənin da daha qabarıq nəzərə çatdırılmasına təsir edən üslubi vasitə olaraq mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Poeziyanın melodik axarında alliterasiya (samit səslərin təkrarı) olduqca mühüm poetik faktor kimi çıxış edir. Poeziya dili üçün əlamətdar olan alliterasiya da sadəcə təkrar xarakteri daşımır. Samit səslərin təkrarı, onların melodik düzülüşü ilə musiqili ahəng, ritm yaradılır. Həmçinin səslərin təkrarı ilə ifadə olunan poetik mənənin daha qabarıq nəzərə çatdırılmasına, sözlərin məntiqi və bədii cəhətdən bir-birinə daha möhkəm bağlanmasına şərait yaradılır.

Dilimizin, tariximizin ən böyük abidəsi olan “Kitabi-Dədə Qorqud” dastanından bir nümunəyə diqqət yetirək:

Qarşı yatan qara dağlar,
Qarıybdır, otu bitməz,
Qanlı-qanlı ırmaqlar
Quruyubdur, suyu gəlməz.
Şahbaz-şahbaz atlar
Qarıybdır, qulun verməz,
Qızıl-qızıl dəvələr,
Qarıybdır, köşək verməz.
Mərə qavat! Qarıcıq anam
Qarıybdır, oğul verməz.

(“Kitabi-Dədə Qorqud”)

Bu misralardakı alliterasiya hadisəsi şeirə xüsusi bir gözəllik, yeni bir nəfəs, tərəvətli bir ab-hava gətirir. Birinci nümunədəki “q” səsinin təkrarı, misraların əvvəlində sözlərin bu səs ilə başlanması (fonetik anafora) bizə uzaq-uzaq əsrlərin dərinliklərindən gələn əski türk-oğuz ellərinin şaqraq, gur nəğmələrini, şərqlərini xatırladır. Bundan əlavə, sanki, bu səsin təkrarı “qarşı yatan qara dağların, qanlı-qanlı ırmaqların, qızıl-qızıl dəvələrin, qarıcıq ananın” ömür karvanının yavaş-yavaş son mənzilə yaxınlaşması, “qocalma, qarıma” kimi anlayışları qəm üstündə kökləyir, nisgil dolu ovqatla bizlərə çatdırır.

Fənlərarası integrasiya yaratmaqla şagirdlərin əldə etdikləri bilik və bacarıqları möhkəmləndirmək, ana laylası qədər şirin olan dilimizin qüdrətinə inam, xalqımızın tarixin ən dərin qatlarından düzüb-qoşduqları, araya-ərsəyə gətirdikləri mənəvi xəzinəmizə məhəbbət hissi yaratmaq mümkün və vacibdir.

Samit səslərin xarici və daxili alliterasiyası ilə yaradılan möhtəşəm bir nümunəni də nəzərdən keçirək:

“l” və “m” - nın alliterasiyası:

Sənsən maral, gəl canım al, ay maral,
Bir yada sal, yanımda qal, olum lal!
Ağ üzdə xal, dodaqda bal, gülcəmal,
Eyləmə naz, gedər qalmaz, gözəlim.

(A.M.Azafli)

“Gözəlim” rədifli qoşmanın həm əsas (misraların sonunda gəlir), həm də daxili qafiyələrinin yaradılması “l” assonansı ilə (15 dəfə istifadə edilib) bağlıdır. Misralar başdan başa avazdan, tondan yoğrulub. Oxuduqca qulaqlarında nəğmə kimi səslənir. Musiqili ahəngin yaranmasında cingiltili samitlərin xüsusi əhəmiyyəti var. Misralarda “s”, “x” samitlərindən başqa, yerdə dalan digər samitlər (n, m, r, l –sonor, g, c, y, b, d, q, ğ, z) cingiltili samitlərdir. Bu cür samitlərin tələffüzündə ton, avaz üstünlük təşkil edir. Bu baxımdan misralardakı ahəng, ritm məhz həmin samitlərin təkrarı ilə formalaşır. Lirik qəhrəmanı ovsunlayan gözəlin bədii portreti də cingiltili samitlər və saitlər assosiativliyində tamamlanır. Səs, söz, musiqi və gözəllik işığında ideyanın böyüklüyü, struktur-semantik bütövlük daha aydın görünür.

Bax beləcə ədəbiyyat fənni ilə fonetika bölməsi arasında da möhkəm əlaqə, bütövlük yaranır. Hər iki fənn –həm Azərbaycan dili, həm ədəbiyyat fənlərinin müvafiq mövzuları bir tam kimi öyrədilir.

Milli vəznimiz olan heca vəznindən bəhs edilərkən yenə də fonetika bölməsi integrasiya yaratmaq üçün əsas obyektə çevrilir. Heca vəznində olan şeirlər misralardakı sait səslərin sayı ilə müəyyənləşdirilir. Yəni şeirin birinci misrasında neçə sait səs varsa, bəndlərdəki bütün misralarda sait səslərin sayı o qədər olmalıdır. Hecaların da sayından asılı olaraq, müxtəlif şeir şəkilləri yaranır. Layla, holavar və bayatı 7, gəraylı 8, qoşma, təcnis, dodaqdəyməz (qoşmanın növləri) 11 hecadan ibarət olur. Heca vəzni, misra daxili bölgülər, qafiyə və s. şagirdlərin, demək olar ki, bütün siniflərdə rastlaşacağı əsas məsələlərdəndir. Əgər bunlar düzgün dərk edilərsə, şagird asanlıqla qafiyəni də, misradaxili bölgünü (təqti) də seçə biləcək. Bunun üçün də fonetikanı gözəl mənimsətmək lazımdır. Qafiyə şeirin əsas əlamətlərindən və göstəricilərindən biridir. Adətən misraların sonunda gələn, ahəngcə, fonetik tərkibcə bir-birinə uyğun gələn sözlərə qafiyə deyilir. Deməli, burada da səslərin uyğunluğu əsasdır.

Aşıq şeirinin ən çətin və kamil sənət nümunələrindən biri sayılan dodaqdəyməz təcnisin araya-ərsəyə gəlməsində fonetika ilə bağlılığın bir daha şahidi olacağıq. Böyük məharətlə yaradılan, ustad aşıqların möhürünü vurduğu bu ecazkar sənət nümunələrində qoşadodaq samitləri (m, p, b) iştirak etmir. Məsələn,

El yeridi, yalqız qaldın səhrada,

Çək əstərin, çal çatığın çata-çat!

Hərcayılar səni saldı irağa,

Həsət əlin yar əlinə çata-çat!

Qışda dağlar ağ geyinər, yaz qara

Sağ dəstinlə ağ kağıza yaz qara

Əsər yellər, qəhr eləyər yaz qara

Daşar çaylar, gələr daşlar çata-çat

(A.Ələsgər)

Misralar üzərində iş aparmaqla samitlərin əmələgəlmə yerinə görə təsnifatını xatırlatmaq vacibdir və lazımdır.

Aşıq poeziyasının ən çətin janrlarından biri olan hərf əvvəl-axır təcnişi də səslərin, xüsusən eyni samit səslərin misranın əvvəlində və axırında gəlməsi ilə yaradılır:

Zatı naxələfdə etibar olmaz,

Zayıl oğul ana, atanı saymaz.

Zalımda, namərddə namus, ar olmaz,

Zər nadana çatsa, a tanı saymaz.

(A.M.Azaflı)

“Z” samiti ilə yaradılan “Atanı saymaz” hərf əvvəl-axır təcnişindən nümunə kimi verdiyimiz bənd, görüldüyü kimi, səslərin ahəngdar sıralanması ilə yaradılıb. Alliterativ mühitdə formalaşan sətirlər xalq dilinin təbii, regional ifadə üsulları ilə yönləndirilmiş üçün emosional təsir daha qüvvətlidir. Sətirlərin semantik yükü və onun bədii dərk edilməsi “Z” alliterasiyası ilə birbaşa bağlıdır. Səslərin poetik ahəngdarlığında leksik vahidlərin semantik təbiəti sıralanaraq bir-birini tamamlayır.

Gətirdiyimiz faktlar dilçiliyin fonetika bölməsi ilə integrativ əsaslı təlimin vacibliyini sübut edir.

Nəticə (sonuc). Fonetikanın integrativ əsaslı tədrisi təhsilverənə imkan yaradır ki, fəndaxili və fənlərarası təlimi düzgün və zamanında təşkil etsin. Əgər belə olarsa, hər bir mövzu şüurlu olaraq dərk edilir. Fonetika dilçiliyin leksikologiya, morfologiya, sintaksis bölmələri ilə olduqca sıx bağlıdır. Bu bölmələrin əlaqəli tədrisi təlimin keyfiyyətinin yüksəldilməsinə təminat verir. Fonetika bölməsinin eyni zamanda dil tarixi ilə integrasiyası yaradılmalıdır. Bu cür əlaqə dilin inkişaf tarixinin öyrənilməsi, onun fonetik sistemində baş verən dəyişiklikləri müəyyənləşdirməyə, tədqiq olunan tarixi dövr üçün səciyyəvi olan fonetik xüsusiyyətlərin təhlilini aparmağa, müasir dilin fonetikasi ilə müqayisə etməyə imkan yaradar. Fonetikanın integrativ əsaslı təlimi leksikologiya bölməsinin əsas mövzularının, morfologiya və sintaksisin bir çox mövzularının hərtərəfli dərk edilməsi yollarına işıq salır. Fonetik vahidlərin üslubi imkanlarının genişliyi (assonans, alliterasiya, təkrarlar, fonetik anafora) fonetikanın ədəbiyyat fənni ilə integrasiyasını zəruri edir. Fənlərası, eləcə də fəndaxili integrasiyanın yaradılması mütləq şəkildə zərurətdən yaranmalı, didaktik mahiyyət daşımalı, mövzunun məqsədinə,

verilmiş elmi-nəzəri məlumatların dərinləşdirilməsinə və möhkəmləndirilməsinə xidmət göstərməlidir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat (kaynakca)

1. Dəmirçizadə Ə. Müasir Azərbaycan dili (fonetika, orfoepiya, orfoqrafiya). “Şərq – Qərb”. Bakı, 2007
2. Cəfərov S. Müasir Azərbaycan dili (leksika). “Şərq – Qərb”. Bakı, 2007
3. Hüseynov M. Səsin poeziyası. Bakı, 2010
4. Hümətova R. Aşıq M. Azaflının poetikası. “Elm və təhsil”. Bakı, 2015
5. Qurbanov A. Müasir Azərbaycan ədəbi dili. I cild. Bakı, 2003
6. <http://sərqqapisi.az>. « elm-v-təhsil » 4...

**ATTITUDE TO THE SOCIAL UPRISING OF THE " IRANIAN WORLD
MOVEMENT WOMEN'S " AND THE "WOMEN'S REVOLUTION" OF THE
IRANIAN PEOPLE IN IRAN AND WORLD WITHIN THE FRAMEWORK OF THE
NEIL SMELSER THEORY TO FORM A COMPREHENSIVE AND
TRANSFORMATIVE SOCIAL MOVEMENT**

Vorya SHABRANDI

Knowledge of Master of International Relations University of Iran

ORCID ID: 0000-0002-6013-2115

ABSTRACT

At this time, cyberspace has collapsed all the walls and everything is accessible to everyone. So this message is quickly conveyed to everyone and brings a group with it, just like a stone that throws a person in the middle of a quiet pond, starts from the same point ... when the Backgrounds of dissatisfaction are in a favorable community and in fact people with People with restrictions and deprivation. They are restrictions and deprivation; they cannot express their hearts thought as they wish. They inevitably resort to a device that can express their opinion. The best and most accessible option is to resort to these challenges. In more democratic societies, these challenges may not be objected to by the social system of that society, but in a traditional and conservative society, every move is considered by the modernists, because that society is not willing to undermine its traditional values, it does not want to change society within society. The death of zhina (Mahsa) Amini, a Kurdish woman who was arrested by the guidance patrol and died, at the same time as the economic collapse, poverty and marginalization and destruction of the country's ecosystem, we also witness the devastating policies of the Islamic Republic. The subjugation of half of the country's population with anti - feminine and patriarchal laws is one of the strong and highly protected policies of the Islamic Republic, with the character of the gender apartheid appearance of more than four decades of anti -female rule of the Islamic Republic. So, reacts. We also see the devastating policies of the Islamic Republic. The subjugation of half of the country's population with anti - women's and patriarchal laws is one of the strong and highly protected policies of the Islamic Republic, with the character of the gender apartheid appearance of more than four decades of anti - women's rule of the Islamic Republic. We are the devastating policies of the Islamic Republic. The subjugation of half of the country's population with anti - women's and patriarchal laws is one of the strong and highly protected policies of the Islamic Republic, with the character of the gender apartheid appearance of more than four decades of anti - women's rule of the Islamic Republic. The national uprising of the Iranian people in hundreds of cities of Iran and the world in September is a huge and multilateral political event that has transformed the Iranian public arena. Its geographical area learned at least hundreds of Iranian cities and the world and had a significant appearance in the capital. The wave of recent popular protests against the current sovereignty in Iran has shown the biggest point of view: Forty - three years after the revolution,

the government has not yet been able to provide an efficient economic model. The protests, the widespread and largest scene of opposition to the regime ruling Iran, has been to express public dissatisfaction since the Green Movement to the present day.

The Slogans of " *Women, Life, Freedom* " and "*Death on the Dictator*" of the demonstrators have specifically targeted the undisputed power of Ayatollah Ali Khamenei and the Velayati - e Faqih. The issue of compulsory hijab became a window for the widespread emergence of accumulated dissatisfaction and demands that had not been answered. In the public space of the country, there is no opportunity to provide alternative views for running the country such as the mandatory Hijab (veil) of separation of religion and government, referendum, and ending regional military interventions. The uprising of November and October 2019, like the recent uprising, was the accumulation of a collection of economic, political, social, cultural, environmental and international people that led the country to a compound crisis, which is virtually impossible to get rid of the existence of the Islamic Republic. Thus, the most important factor that created the recent explosive conditions was nothing more than a comprehensive bankruptcy of the Islamic Republic and the overwhelming majority of the Iranian people from the public right and the pervasive calamities that require this hellish system. It has become a spark of explosion and a turning point in social uprisings against the Islamic Republic throughout its life. This is a promise of transition from single -case and separate street movements, though the former chain and destructive to the first "super movement" and "women's revolution" in Iran. The recent movements of the Iranian people are highly motivational and activated, with more warrior and militancy that, overall, makes it more radical and puts more pressure on the political system. But organizing and leadership does not work effectively and relies on the short -term and short -term field forces. Thus, it does not have the essential characteristics of the social movement. So, the main question of the article is whether the social uprisings of the Iranian people with the spark of the "super movement" and the "women's revolution" in Iran lead to the revolutionary and transformative social movement? In order to answer the research question, In considers the framework of the theory of the Neil Smelser (sociologist) for six stages to form a revolutionary and transformative social movement: out of the six essential stages that Neil Smelser is for the formation of a pervasive and transformative social movement. , Of the six essential stages that Neil Smelser considers to form a pervasive and transformative social movement, recent protests have taken the four steps of "structural background, structural pressure, expansion of generalized beliefs and accelerator factors", but still in the fifth stage. The formation of a coordinated group for political and social mobilization has not been reached that the boundary between the social movement with "social uprisings, street riots and violent conflicts" is considered. The research question is how social

movements can be correlated and more effective in social change in a country such as Iran, where neither the presence of democracy nor the presence of powerful news parties, and the economic and class divisions and other social breaks have expanded sharply, and more effective in social change. Find? The answer to the question of the article is here in a country such as Iran, where neither the presence of democracy nor the presence of powerful news parties, and economic and class divisions and other social ruptures have expanded sharply, how social movements can be correlated and more effective in an effective role in Find social developments? In Iran today, along with classical social movements such as the labor movement, modern social movements such as the environment movement, women, youth, and oppressed ethnic movement. Movements that are generally unique, non-ideological, demand-based, anti-power and supernatural and do not necessarily derive from the position of individuals in production and have a horizontal, fluid, and jelly structure, but a religious and chain, and without centralized leadership and duality. Revolutionary or reformist is raised against structures. Pandemic Corona and imperialist crippling sanctions are not only the factors that have brought the country's economy to the catastrophe, but the deeply corrupt structure of the Islamic Republic itself is one of the main causes of the current deep economic crisis. The fierce collapse of the Rial rate against the Dollar, part of which is due to increased liquidity inhibition, monetary inflation caused by non-supportive printing, psychological factors resulting in large policies such as the continuation of nuclear gambling and its resulting sanctions, or other harmful economic policies, or other economic policies. There are a few rates of the Dollar, threw the Rial out of value. The single case of most of the demands of these movements, although reflects a kind of kinetic pluralism and their independence that enhances their ability to mobilize and dynamism, also limits their universality. But in a situation where not only the necessity but also the transformations of the liberation of a real possibility, and the developments ahead, not the calendar that will be historical, this uprising must become an organized and efficient force with a song commensurate with the rapid developments of the present fateful era. If the Iranian popular uprising in the current historical opportunity fails to overcome the barriers to their organization, change in the Islamic Republic will at best lead to a "Passive Revolution" and conservative, and the formation of an alternative democratic system will emerge. It will be impossible to do so.....

Keywords: Islamic Republic of Iran, Iranian people's, pervasive, social uprisings, Iranian world movement women's, women's Revolution, Mandatory Hijab (veil), Neil Smelser Revolutionary, transformative social movement.

EXPLORING THE SIGNIFICANCE OF ACCESS CONTROL IN CLOUD COMPUTING

Moses Adeolu AGOI

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria

ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Solomon Abraham UKPANA

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria

ABSTRACT

The advent of technology has brought countless innovations alongside with modernization. Cloud computing technology has made vivid attempts to find solutions to the ever changing needs of cloud users but the issues of trust have held back its users by challenges such as data security. Access control attempts to moderate the accessibility to resources/services made by cloud users based on authentication, authorization attributes to subjects, objects attributes as well as system attributes in conformation to set policies. The mechanism behind Access control aims at either granting or denying access to specific data for security purpose against unauthorized users. This paper identified some measures that can be used to support trustful development and security of cloud computing technology. The paper further discussed some of the aspects that weigh most in the users' trust in cloud computing technology and also described how access control can help to gain user's trust for guaranteed data security. In order to gather relevant information for the paper discussion, questions were drafted and administered to respondents using online Google form. The responses collected were collated and subjected to reliability analysis. Conclusively, recommendations were made to cloud vendors and users on how to best optimize the use of cloud computing technology so as to ensure the availability, integrity and confidentiality of data.

Keywords: Access Control, Cloud Computing, Technology, Data Security.

INTRODUCTION

Cloud computing an internet based service that offers resource sharing facility on demand. This cloud-based environment provides the users or organizations with the facility to keep their data on private or third party storage location/ data centers which may be far away from the users. Cloud computing offers efficient and scalable information sharing alongside with storage resources. Cloud computing according to National Institute of Science and Technology (NIST) is a model for enabling convenient, ubiquitous, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., storage, servers, networks, applications and services) that can be rapidly made available and released with minimal service provider interaction or management effort. However, security breaches risk for private and personal data in this computing environment is on the high side. One major adopted measure to assure that sensible

information or resources are correctly accessed is referred to as 'access control'. Access control mechanism ensures that users are either granted or denied access to data in order to ensure privacy or security from unauthorized or malicious users.

RELATED LITERATURE

Freecodecamp (2018) defines cloud computing as mechanism of delivering computing power (RAM, CPU, Network Speeds, Storage OS software) or services over a network rather than physically delivering the computing resources to customer's location. Min & Bang (2012) explain further that cloud computing incorporates on-demand deployment, virtualization, Internet delivery services and open source software. However, so many security breaches are experienced on personal and private data on computing environment. As a result of these malicious acts, a better security policy is expected to be put in place. Access control is a core procedure or policy that can be used to allow, deny or restrict access to a system Khan (2012). According to Sosinsky (2011), Access Control allows one application to trust the identity of other application. Above all, Youniand Kifayat & Merabti (2014) emphasizes that traditional access control techniques are faced with a number of challenge thereby leading to the introduction of conventional methods.

Models of Access Control In Cloud Computing

According to Sosinsky (2011), Access Control allows each application to trust the identity of the other where individual application keeps track of the collection of its users and manages them.

Below is the major type of access control models:

1. Attribute Based Access Control (ABAC) model
2. Role Based Access Control (RBAC) model
3. Discretionary Access Control (DAC) model

Attribute Based Access Control (ABAC) model:

Attribute Based Access Control relies on a set of attributes of resources, subjects and actions in order to deny or allow access to the resources. Jin et al.(2012) noted that the selection of the kind and numbers of attributes that should be used for making access decisions is a complex task in cloud computing.

Role Based Access Control (RBAC) model:

In this model, security policies considered for granting access rights according to the role or membership. According to Ubale Swapnaja et al. (2014), RBAC is majorly used in enterprises and organizations.

Discretionary Access Control (DAC) model:

Discretionary access control model centers on the basis of users having control of the resources of the system according to the identities of their membership (Ubale Swapnaja et al., 2014).

Security challenge solutions in cloud computing using access control

There is a crucial need to readily address the problems of security challenges in cloud computing. Listed below are three mechanisms proposed which can enhance the protection of the data that resides in cloud. Viz:-

1. Digital Signature:

Digital signature is the use of cryptographic output to verify the authenticity of data. It is very strong tool for securing data in cloud computing. According to Rewagad and Pawar (2013), digital signature is proposed to be a key solution using AES encryption algorithm to secure data.

2. Data Encryption:

Using data encryption approach for data security is one of the best approach. It involves transformation of data from its original format to an unreadable format before being transferred to and stored in the cloud. According to Rao & Selvamani (2015), data owner can then grant permission to specific members to have access to the data.

3. Legal Jurisdiction:

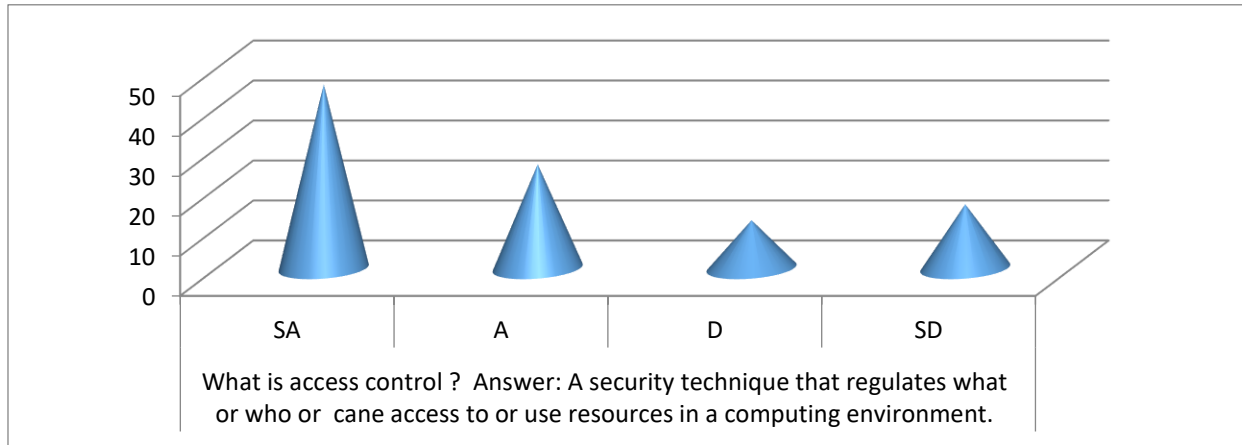
Legal jurisdiction in cloud computing raises complications against the authorization of hackers or malicious activities in the core aspects of cloud environment in regards to data protection.

MATERIALS AND METHODS

This paper adopted a descriptive survey of access control in cloud computing. In order to gather vital information that could be useful for this paper discussion, copies of formulated questions were administered to respondents using online Google form questionnaire instrument. The collated responses were subjected to Cronbach's alpha reliability analysis. The result of 0.74 gave a good reliability index of the instrument. The entire exercise took place within the space of 41 days before completion.

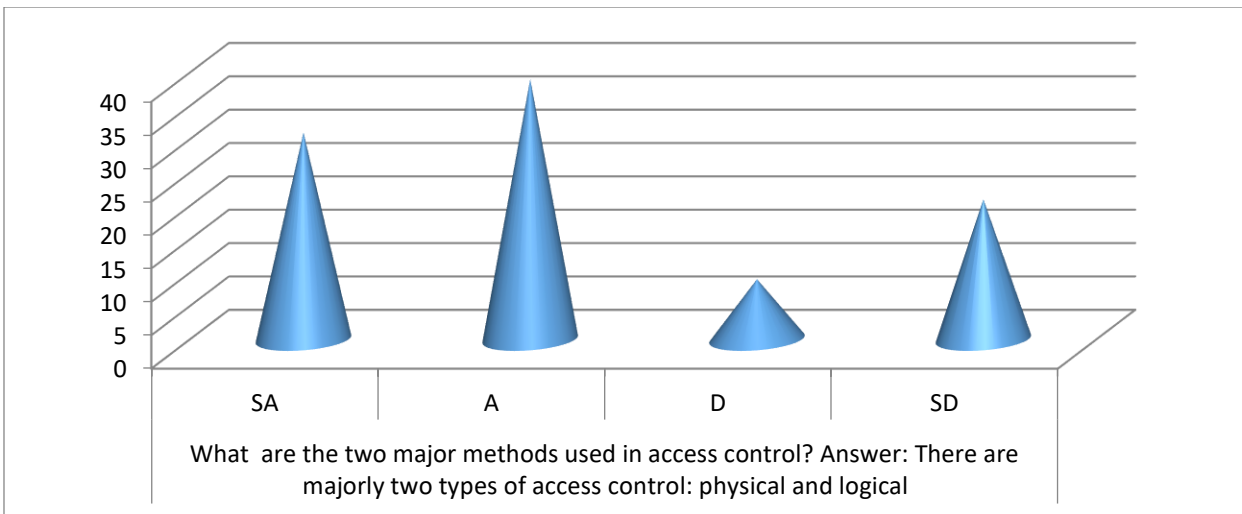
RESULT AND DISCUSSION

Fig.1: Chat Analysis



The chart analysis in fig.1 confirms that a very large number of correspondents agree with the statement that access control refers to the security technique that regulates the use of resources in a computing environment.

Fig.2: Chat Analysis



The respondents in response to the question posted in fig. 2 mentioned that there are generally two types of access control including physical and logical. The respondents further submitted that the physical access control limits access to physical IT assets while logical access control limits connections to data, system files and computer networks.

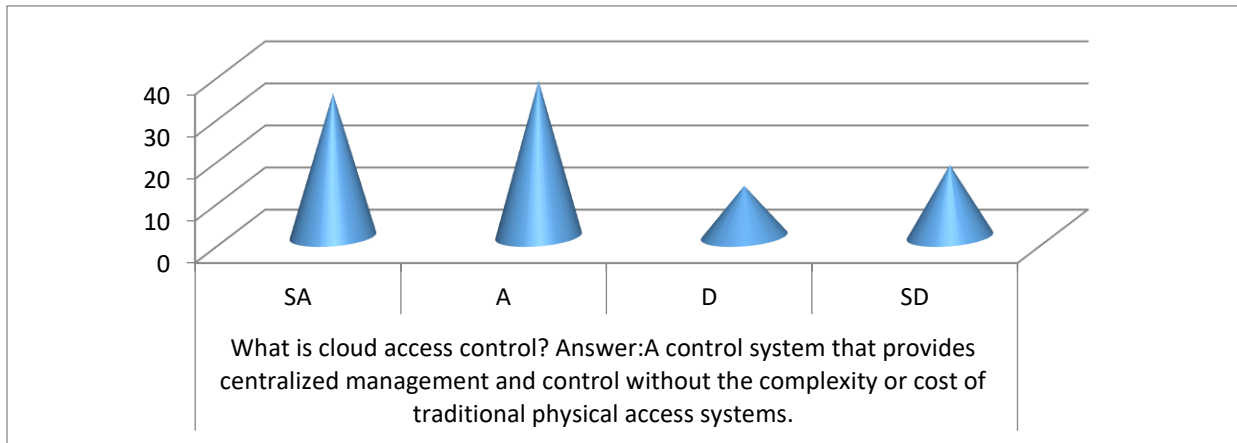
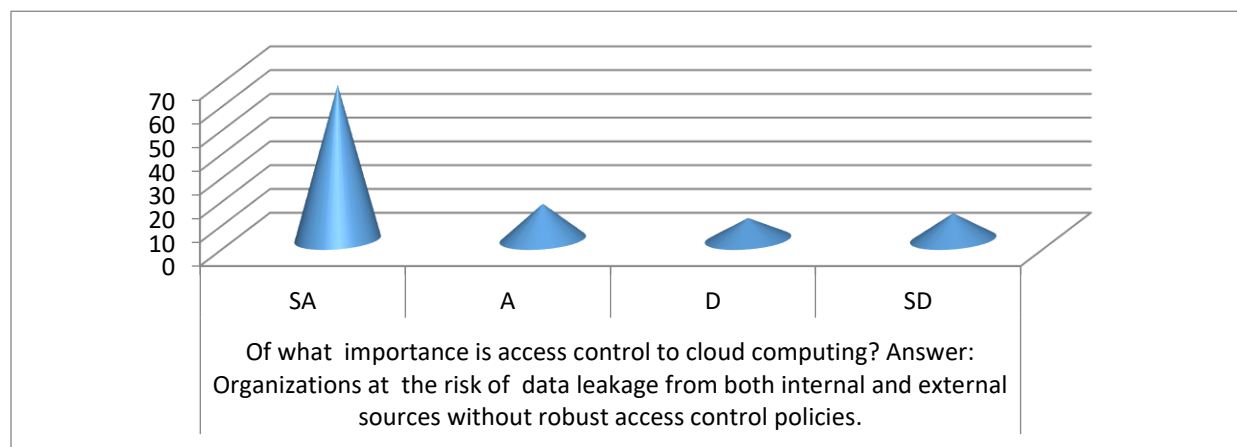
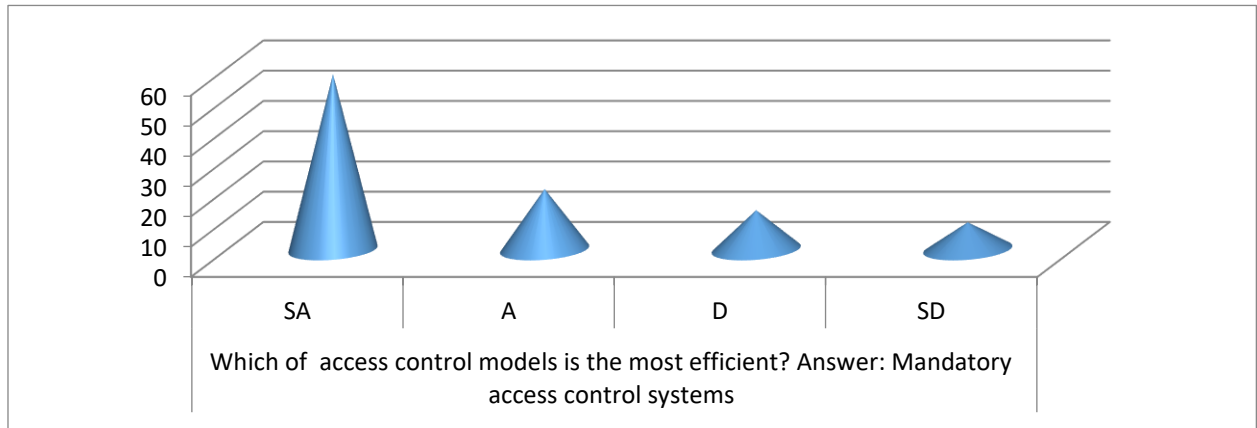
Fig.3: Chat Analysis


Fig.3 depicts that majority of the respondents denote that cloud access control is the control system that provides centralized management of the access to cloud computing. The respondents infer that this control system is equipped with cloud wiring, diagnostics, real-time updates and many more.

Fig.4: Chat Analysis


The graph shown in fig. 4 indicates that access control in cloud computing has vital importance. Access control policies are used as aids against the risk of data leakage in organizations. The respondents explain further that access control is essentially important for organizations with multi-cloud cloud and hybrid cloud environments where data and resources reside both on premises and in the cloud.

Fig.5: Chat Analysis



A significantly high number of respondents in fig.5 opined that the Attribute Based Access Control (ABAC) model is most efficient.

CONCLUSION

This paper has carefully discussed the fundamental issues of access control in cloud computing technology. The paper enumerated some major models of access control as related to cloud computing. A number of solutions to security challenges were proposed. The paper affirmed that access control is an essential measure for increasing users' trust in cloud computing technology. However, the properly implementation of access control by cloud provider will correspondingly lead to an increase in the number of individual or organizations that could employ cloud computing technology service in securing their data.

REFERENCE LIST

1. Chennam, K.K.; Muddana, L. & Aluvalu R.K. (2017). Performance Analysis of Various Encryption Algorithms For Usage In Multistage Encryption For Securing Data In Cloud. 2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT). 2017.
2. Deepali & Bhushan, K. (2017). DDoS Attack Defense Framework for Cloud Using Fog Computing. 2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT). 2017.
3. Min, 4.Y.G. & Bang, Y.H. (2012). Cloud Computing Security Issues and Access Control Solutions. Journal of Security Engineering. vol.2, 2012.
4. Rao, R.V. & Selvamani, K. (2015). Data Security Challenges and Its Solutions in Cloud Computing. Procedia Computer Science. Vol. 48. Pp. 204-209.
5. Sosinsky, B. (2011). Cloud Computing Bible. Ed. United States of America: Wiley, 2011.
6. Sony, R.; Sri, K. & Bhukya, D. (2013). Data Protection and Cloud Computing. Jurisdictional Aspect. 2013. 81-91.

TUĞLA VE KİREMİT SEKTÖRÜNDE TOZ VE SİLİS MARUZİYETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doğa MARTI

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0001-8951-0215

Doç. Dr. Dilek ÖZTAŞ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği

ORCID ID:0000-0002-8687-7238

Prof. Dr. Ergün ERASLAN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği

ORCID ID:0000-0002-5667-0391

ÖZET

Tuğla ve kiremit sektöründe üretimden son aşamaya kadar çalışanlar iş sağlığı ve güvenliği açısından çeşitli risklere maruz kalmaktadır. Gelişen teknolojiyle beraber tuğla ve kiremit üretim aşamaları değişmekte, çalışan sayısı azalarak otomasyon sistemler artmakta ve çalışanların işyeri kaynaklı maruziyetleri azalmaktadır. Bununla birlikte eski usul çalışan işletmeler, sayıları azalmakla beraber, çalışmalarına devam etmektedir. Bu işletmelerde çalışanların maruz kaldığı en önemli risklerden biri de toz ve silis maruziyetidir. Maruziyetin artmasıyla birlikte, toz, çalışanlarda, başta solunum olmak üzere, birçok rahatsızlığa sebep olmaktadır. Bu çalışmanın amacı araştırma kapsamında seçilen 11 farklı tuğla ve kiremit fabrikasında, çalışanların toz ve silis maruziyetlerinin saptanması ve maruziyetin sektörde çalışanlar üzerinde oluşturduğu etkileri azaltıcı önerilerde bulunmaktır. Çalışmanın yapıldığı fabrikalardan sekiz tanesi Hoffman tipi fırına sahip, üç tanesi ise tünel tipi fırın sistemine sahip tuğla ve kiremit fabrikalarıdır. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde toz ve silis numuneleri, HSE 14/3 ve MDHS 101/2 standartlarına göre alınmıştır. Araştırma kapsamında 60 adet toz ve silis numunesi alınmıştır. Analizler sonucunda 11 işyerinin 9’unda solunabilir toz konsantrasyon değeri, maruziyet sınır değerinin üzerinde çıkmıştır. Toz içeriğindeki silis oranı sebebiyle numunelerden % 51,66’sı eşik sınır değeri geçmiştir. Bu sonuçlar, toz ve silis maruziyetinin tuğla ve kiremit sektöründe çalışanlar için bir risk teşkil ettiğini ortaya koymuştur. Bu sebeple kapsamlı bir toz önleme programı uygulanmasının gerekliliği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: toz ve silis maruziyeti, solunabilir toz, tuğla ve kiremit sektörü, pnömokonyoz, silikoz, İSG.

EVALUATION OF DUST AND SILICA EXPOSURE IN THE BRICK AND TILE INDUSTRY

ABSTARCT

In the brick and tile industry, employees are exposed to various risks in terms of occupational health and safety, from production to the last stage. With the developing technology, the brick and tile production stages are changing, the number of employees decreases, the automation systems increase and the workplace exposure of the employees decreases. However, the old-fashioned businesses continue to work, although their numbers are decreasing. One of the most important risks that employees in these businesses are exposed to is dust and silica exposure. With the increase in exposure, dust causes many discomforts, especially respiratory, in workers. The aim of this study is to determine the dust and silica exposure of the workers in 11 different brick and tile factories selected within the scope of the research and to make suggestions to reduce the effects of exposure on the workers in the sector. Eight of the factories where the study was carried out are brick and tile factories with Hoffman type kilns, and three of them have tunnel type kiln system. Dust and silica samples were taken in accordance with HSE 14/3 and MDHS 101/2 standards at the workplaces within the scope of the study. Within the scope of the research, 60 dust and silica samples were taken. As a result of the analysis, the respirable dust concentration value in 9 of 11 workplaces was above the exposure limit value. Due to the silica content in the dust content, 51.66% of the samples passed the threshold limit value. These results revealed that dust and silica exposure poses a risk to those working in the brick and tile industry. For this reason, the necessity of implementing a comprehensive dust prevention program has been understood.

Keywords: dust and silica exposure, respirable dust, brick and tile industry, pneumoconiosis, silicosis, OHS.

1.GİRİŞ

Zaman ilerledikçe teknoloji de ilerlemekte buna bağlı olarak da inşaat sektöründe kullanılan yapı malzemeleri değişmektedir. Tuğla ve kiremidin geçmişi ise çok eskiye aittir ve üretim şekilleri de aslında büyük değişiklik göstermemiştir. Dünyada ve ülkemizde tuğla ve kiremidin ilkel üretim şekli olan hoffman fırın sistemi yaygınlıkla kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra günümüz teknolojiyle tam otomatik sistemli çok az çalışanı olan ve de çok daha fazla üretim yapabilen tuğla ve kiremit fabrikaları da mevcuttur. Bu durum çalışanların iş sağlığı ve güvenliği (İSG) yönünden iş ortamında maruz kaldıkları etkiyi değiştirmektedir.

Bu çalışma kapsamında tuğla ve kiremit üretim sektörü mercek altına alınarak buralarda toz, silis maruziyetinin saptanması ve buna yönelik alınabilecek önlemler üzerine çalışılmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 Tuğla ve Kiremidin Türkiye’de Gelişimi

Pişmiş kilden yapı malzemeleri ve çimento gereçleri sanayiinin bir alt kolu olan tuğla ve kiremit sektöründe, hammadde olarak kullanılan kil ve ince milin ocaklarda çıkarılarak fabrikada kullanıma hazır hale getirilmesi işlemidir. Tuğla ürünleri birçok farklı inşaat ve müteahhitlik işlerinde kullanıldığı için çok yüksek miktarlarda üretilmektedir. Türkiye’de Cumhuriyetin ilanından sonra tuğla yapımı için ilk çalışmalar 1938’de başlamış, ancak asıl olarak 1948’de Sümerbank Filyos Ateş Tuğlası Sanayi Müessesesi adıyla kurulan fabrikada üretime başlanmıştır.

Tuğla ve kiremit üretimi inşaat faaliyetleri ile yakından ilişkilidir. Bu sebeple ne kadar çok inşaat yapılırsa o kadar çok tuğla ve kiremit üretimine ihtiyaç duyulur. Türkiye’de inşaat sanayi özellikle 1950’lerden sonraki şehirleşme hareketleri ile birlikte hız kazanmıştır. Böylece tuğla ve kiremit üretimi de ülkemizde bu yıllardan sonra artmaya başlamış özellikle 1980’li yıllarda Türkiye’de tuğla ve kiremit üretimi 1986’dan sonra konut sektöründeki kooperatifleşme ve kredilendirmelerle birlikte fabrika sayısı hızla artmıştır. Ancak bu sektörde emek yoğun üretim devam etmektedir. Bu durum çok sayıda kişiye istihdam sağlaması bakımından arzu edilen bir durumdur.

2.2. Türkiye’de Mevcut Durum

Türkiye’de tuğla ve kiremit sanayii; üretim yapısı itibariyle ülkenin dört bir yanına dağılmış, çok sayıda üretim birimi olan bir sanayi dalıdır. Üretim hammaddelerinin kolaylıkla temin edildiği bölgelerde küçük yoğunlaşmalar gösteren sektörde 417 adet tuğla ve kiremit fabrikası vardır. Fabrika sayısının bu kadar fazla ve geniş bir coğrafyaya dağılmış olması ulaşılan verilerin sağlıklı olmasını engellemektedir.

2.3. Kuruluş Sayısı, Mevcut Kapasite ve Kullanımı

Türkiye’deki tuğla ve kiremit fabrikalarının Türkiye geneline dağılımının yanında bölgeler içinde yoğunlaşmalar mevcuttur. Bu yoğunlaşmalar o kentleri tuğla ve kiremit üretim bölgeleri haline getirmiştir. Tekirdağ, Turgutlu, Salihli, Burdur, Afyon, Çorum, Boyabat, Erbaa, Yozgat, Osmancık, Avanos gibi il ve ilçelerimiz Türkiye’deki önemli ana üretim bölgeleridir. Bu üretim bölgelerinde başka sanayi dallarının ağırlığı yoksa yan sanayilerin oluşumu, nakliye rejimi, ticari hayat, tuğla ve kiremit dünyasına bağımlı kalmaktadır. Dolayısıyla bu kentlerin gelişimi tuğla ve kiremit sektörüne bağlıdır.

Türkiye’de tuğla ve kiremit ana ürünleri bazında çalışan 417 adet tuğla ve kiremit tesisi vardır. Bu tesislerden 49 tanesi kiremit fabrikasıdır (8 tanesi hem tuğla hem kiremit). Geri kalan 368 adet tesiste ise muhtelif standartta tuğla üretilmektedir.

Eldeki verilere göre Türkiye’de halen 46 ilde toplam 358 tuğla ve kiremit fabrikası vardır. Fabrikaların illere göre dağılışı incelendiğinde en çok fabrikanın 77 fabrika ile Manisa’da olduğu anlaşılmaktadır. Bu ili 47 fabrika ile Çorum 22 fabrika Tokat, 18 fabrika ile Sinop ili izlemektedir. Bu dört il ülkemizdeki fabrikaların % 45’ine sahiptir. Türkiye’deki tuğla ve kiremit fabrikalarının %64’ü Manisa, Çorum, Tokat, Sinop, Afyon (17 fabrika), Ankara (13 fabrika), Tekirdağ (11 fabrika), Burdur (11 fabrika), Aydın (10 fabrika) ve Kastamonu (10 fabrika) illerinde yer alır (DPT,2000).

2.4.Üretim Aşamaları

2.4.1. Üretim Yöntemi-Teknoloji

Tuğla ve kiremit tesislerinde teknolojinin adlandırılması; kurutma sistemine (doğal kurutma-suni kurutma), üretim yöntemine (emek yoğun-teknoloji yoğun), otomasyona (otomatik-yarı otomatik), hammadde işleme ve şekillendirmeye (vakumlu-vakumsuz), pişirme sistemine (hoffman-tünel) göre yapılmaktadır.

Türkiye’de teknolojinin adlandırılması daha çok pişirme sistemine göre yapılmaktadır. Bu açıdan baktığımızda ülkemizde kullanılan en yaygın sistem Hoffman sistemidir. Tünel fırın sistemi ile çalışan fabrika sayısı ise sınırlıdır.

Zaman içinde bu sistemler kendi içlerinde geçişler yaşamış, karma birtakım teknolojiler ortaya çıkmıştır. Hoffman pişirme teknolojisi yanında suni kurutma yapılmış, tünel fırın teknolojisi doğal kurutma ile beslenmiş, tünel pişirme sistemi hoffman ile karma yapılarak kemer tünel fırın sistemi geliştirilmiştir. Tuğla ve kiremit üretim kademeleri incelenerek üretim yöntemi daha iyi irdelenebilir.

- 1) Hammadde hazırlanması
- 2) Şekillendirme
- 3) Kurutma
- 4) Pişirme
- 5) Ambalajlama ve sevk

2.4.2 Hoffman Fırın

Fırın kesiti dairesel tonoz biçimindedir. Ateş hareketli, ürünler sabittir. Yanmanın tam pişme durumundaki malzemenin üzerinde olması, fırın içinde hareket eden havanın bir yandan pişmiş malzeme ile temas ederek ısınması, ısınmış havadan çiğ malzemenin ısınması için yararlanılması bu fırının pişme prensibini oluşturur. Fırının üstündeki deliklerden yakıt püskürtülmekte, pişme safhası ilerledikçe püskürtme işlemi delikler boyunca ilerlemektedir. Yakıt olarak genelde kömür vb. katı yakıtlar, nadiren sıvı yakıtlar kullanılmaktadır. Hoffman

fınlarda, enerji kullanımı tünel fırınlara göre daha fazladır, emek-yoğun bir yapılanma gerektirdiği için maliyet yüksektir.



Şekil 2.1. Hoffman tipi sistemli bir tuğla fabrikası

2.4.3 Tünel Fırın

Ana prensip olarak ürünler hareketli, ateş sabittir. Uzun bir tünel ve içinde hareketli fırın vagonları vardır. Yarı mamul ürünler fırın vagonlarına fırının dışında istif edilmekte ve birbiri ardına vagonlar belli bir hızda, fırının içine itilerek ilerleme sağlanmaktadır. Fırın içinde hareket eden ürünler ısısı gitgide artan bir hava ortamı ile karşılaşmaktadır. Bu bölge ısınma bölgesidir. Orta bölümde pişme bölgesi vardır. Burada pişen ürün ilerlemeye devam ederek daha önce pişmiş olan malzemenin üzerinden geçerek malzemeyi soğutmuş olan ve kendisi ısınan hava ile temas ettikçe giderek soğumaya başlamaktadır. Daha sonra fırın dışına çıkan ürünler fırın vagonları üzerinden alınmaktadır. Pişirme bölgesinde gaz, sıvı ve katı yakıtlı sistemler kullanılmaktadır. Tünel fırınlar, ürün kalitesi yüksek, yakıt ve emek tasarrufu sağlayan, fabrikasyon süresi kısa sistemlerdir. Ancak, ilk yatırım ve bakım maliyetleri yüksektir.



Şekil 2.2. Tünel tipi sistemli bir tuğla fabrikası

2.5 Toz Kavramı ve Tozun zellikleri

Tozlar: Maddelerin kırılması, aşınması, parçalanması, patlatılması ve taşınması, boşaltılması gibi mekanik işlemler ile üretimde kullanılması gibi işlemlerle meydana gelirler ve kimyasal yapıları, kaynaklandığı madde ile aynıdır. Katı organik veya inorganik yapıdadırlar.

Bu aerosol tiplerinden, iş yaşamında en sık karşılaştığımız ve zararlı yönde etkilendiğimiz grup, tozlardır. Tozların partikül büyüklükleri değişiklik gösterir. En küçük boyutlar, gazların

molekül dağılım düzeyine kadar, yani mikrondan daha ufak boyutlara kadar inebilir. Büyük boyutlar ise, 500 mikrona kadar çıkabilir. Daha büyük olan partiküller havada asılı olarak kalamazlar, ağırlıkları nedeniyle çökerler. İnsan sağlığı bakımından daha önemli olan boyutlar 0.5-100 mikron arasındaki büyüklüklerdir. Daha büyük olan partiküller, solunum yollarına giremezler (Bilir N., 2004).

2.6. Pnömokonyoz

Pnömokonyoz (*pneumoconiosis*) kelimesi Yunanca *pneuma* (hava,rüzgar) ve *konis* (toz) kelimelerinden oluşmaktadır. Akciğerde toz birikiminin genel adına pnömokonyoz denilmektedir. Pnömokonyozlar mesleki akciğer hastalıklarının çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır ve akciğerlerde biriken toz herhangi bir doku reaksiyonuna yol açmıyor, maruziyet sonlandıktan sonra belli bir zaman periyodunda tam veya tama yakın bir düzelme oluyorsa bu tip pnömokonyozlara *benign* pnömokonyoz denir ki bilinen en iyi örneği kaynakçılarda görülen siderozdur. Akciğerlerde biriken toz doku reaksiyonuna yol açarak sonu fibrozla bitecek fibrotik bir gelişmeye neden oluyor ise buna da kollajenöz pnömokonyozlar denir. Örnek: kömür işçisi pnömokonyozu, silikoz, asbestoz vb.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma çalışanların yoğun olarak toza maruz kaldığı ve ısının yüksek olduğu tuğla ve kiremit sektöründe toz ve silis maruziyetini belirlemek ve bunlara yönelik çözüm önerileri geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

3.2. İşyerlerinin Seçimi

Literatür çalışmasının ysonra, tuğla ve kiremit sektöründe faaliyet gösteren fabrikalar yerinde incelenmiştir. Fabrikaların seçiminde kıyaslama yapabilmek için toz ve silis maruziyetinin fazla ve az olacağı tahmin edilen yerler düşünülerek seçim yapılmıştır. Sektörde termal konfor şartları çok fazla değişiklik göstermediğinden yer seçiminde etkili olmamıştır. Sektörde az sayıda firma dışında don olayı sebebiyle kışın faaliyetler devam etmediğinden tesis ortam ölçümlerinin kış mevsimine kadar bitirilmesi planlanmıştır. Yerinde inceleme, araştırma ve gözlem çalışmalarına 2015 Haziran ayında başlanmış ve 2015 Aralık ayına kadar devam edilmiştir. Seçilen işletmeler bu çalışmanın yapılmasına izin verilen ve gerekli olanakların sağlandığı işyerleriydi. Gidilen yerlerde çalışan kişi sayıları değişmekle beraber 8'i hoffman, 3'ü tünel sistemiyle çalışan yerlerdi.

3.3. Kişisel Toz Maruziyeti Tespiti

İşyerlerinde yapılan kişisel toz maruziyeti ölçümlerinde SKC 224-52 tx Sidekick tipi ve SKC-Universal Deluxe hava örnekleme pompaları ile pompa kalibratörleri (Drycal) ve rotametre kullanılmıştır. Referans yöntem olarak HSE 14/3 metodu kullanılmıştır (MDHS 14/3, 2000).



Şekil 3.1 Kişisel hava örnekleme pompası ve toz numune filtresi

Numunenin alınacağı bölge seçildikten sonra içinde filtre bulunan bir kaset, kilitli poşetten çıkarılarak örnekleme başlığına yerleştirilir ve hortum ile pompaya bağlanır. Örnekleme pompalarının hacimsel akış hızı bir kez de rotametre kullanılarak ayarlanır. Bu ayar, alveollere ulaşan toz için 2.2 L/dk, solunabilir toz ölçümleri için ise 2.0 L/dk'dır. Sartorius CP225D tipi 0-40 gr aralığında 0.01 mg hassasiyete sahip, toz konsantrasyonu tayininde kullanılan filtre ve kasetlerin ilk ve son tartımlarında kullanılan terazidir.



Şekil 3.2 Toz numune filtrelerinin hassas terazide kütlelerinin ölçülmesi

Çalışma ortamındaki havanın içerdiği toz miktarını temsil eden numuneler, 37mm çapında PVC (Poli Vinil Klorür) filtreler kullanılarak SKC 24-52TX Sidekick tipi kişisel örnekleme pompaları ile TS EN 689 standardı temel alınarak, rapordan rapora numune alma süresi değişmekle birlikte 8 saatlik maruziyeti temsil edecek ve kısa süreli maruziyeti (2 ila 4 saat) temsil edecek şekilde alınmıştır.

Genel olarak ölçümler bir vardiya süresini kapsayacak şekilde ve hesaplama, vardiya süresince maruz kalan faktörlerin zaman ağırlıklı ortalamasını (TWA-time weighted average) verecek şekilde yapılmıştır.

3.4. Maruz Kalınan Tozun Yüzde Silika Tespiti (% SiO₂)

HSE MDHS 101/2 Metodu esas alınarak numunelerin analizinde Fourier Transform Infrared (FTIR) cihazı kullanılmıştır (MDHS 101/2, 2014).

3.5. FT-IR Cihazı

Infrared (IR) spektroskopisi; moleküllerdeki çeşitli bağların titreşim frekanslarını ölçer ve moleküldeki fonksiyonel gruplar hakkında bilgi verir. Bu cihazda nitel olarak; organik bileşiklerin yapısındaki fonksiyonel grupların belirlenmesi, İki organik bileşiğin aynı olup olmadığının anlaşılması gibi işlemler yapılabilmektedir. Bu cihazda nicel olarak; moleküler bağ karakterizasyonu yapılarak; katı, sıvı, gaz veya çözelti halindeki organik bileşiklerin yapısındaki fonksiyonel gruplar, iki bileşiğin aynı olup olmadığı, yapıdaki bağların durumu, bağlanma yerleri ve yapının aromatik yada alifatik olup olmadığı belirlenebilir. Ayrıca biyokimyasal olarak; karbonhidrat, fosfolipit, aminoasit ve proteinlerin yapı analizlerinde belirleyicidir.

Bir fourier transformasyonu (matematiksel metot) uygulanarak veriyi zaman alanından frekans alanına aktarır. Veri değişik frekanslarda oluşan absorpsiyonlar grafiğe dökülür. Molekülde fonksiyonel grupların belirlenmesi daha önceden bu gruplara ait infrared bantlarının hangi dalga boyu aralıklarında gözlenebileceği gösteren ve korelasyon tablosu adı verilen tablolar incelenerek tamamlanmalıdır. 800 cm⁻¹ and 620 cm⁻¹ aralığındaki frekanslarda kuvars piki bulunmaktadır. Kuvars miktarı çizilen bu pikin altında kalan alan olarak düşünülebilir (UCLA, 2016).

3.6. Silis Analizi

Silis içerdiği düşünülen ya da bilinen hava ortamından alınan numuneler(filtreler) Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi (FT-IR) yöntemiyle tayin edilebilir.

MDHS (Methods for the Determination of Hazardous Substances)'e ait 101 nolu “direk-filtre-üzerinden analiz” metodudur. Bu metotta 25mm’lik PVC (Polivinil klorid) filtre kullanılarak siklon başlıklı pompa ile numune alınır. Pompa debi ayarı 2.2 lt/dk’dır. Filtre pelet haline getirilmeden direk olarak FT-IR’ a konur ve kızılötesi ışığa maruz bırakılır. Referans materyale ihtiyaç vardır. Bunun için standart filtreler yine NIST(Ulusal Teknoloji ve Standartlar Enstitüsü)’den temin edilebilir. Ankara İSGÜM FT-IR cihazında 10 µg, 20 µg, 50 µg, 100 µg, 250 µg, 500 µg’lık NIST numuneleri kullanılmaktadır. Önce cihazdan boş hava okutması sonra standart NIST okutması ve en son da numunenin okutulması yapılır. Analiz, cihazın kuvars pikinin alanını hesaplayarak sonucu direk mikro gram cinsinden vermesiyle tamamlanır.

3.7. İş algoritması

Alınan hava numunesinde bulunan tozun konsantrasyonu, aşağıda yer alan formül ile hesaplanır:

$$C = \frac{\text{Filtre Son Tartım} - \text{Filtre İlk Tartım}}{\text{Pompa Çekiş Hacmi} \left(\frac{\text{lt}}{\text{dak}} \right) \times \text{Örnekleme Süresi (dak.)}}$$

Buradaki C; Toplam toz konsantrasyonunu ifade eder. Çıkan sonuç, mg/m³ cinsinden düzenlenir.

Tozla mücadele yönetmeliğine göre kuvars sınır değeri hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır ve buna eşik sınır değer (ESD) denir.

$$\text{Kuars (Solunabilir)} = \frac{10\text{mg/m}^3}{\% \text{SiO}_2 + 2}$$



Şekil 3.3. Kişisel örnekleme pompalarının çalışanlara yerleştirilmesi

Hava örnekleme pompaları, çalışanlar üzerinde 4 saat süresince hava örnekleme yapar. Laboratuvarda tartımını yaptığımız toz alma filtrelerimizi ölçümden sonra da tartım yapılarak kaydedilir. Sonrasında filtreler FT-IR cihazında kuvars okuması yapılarak filtredeki kuvars miktarı bulunur. Her bir ölçüm için silis oranı bulunur ve her bir numune için eşik sınır değeri hesaplanır. Sonrasında da ölçüm sonuçlarının sınır değerleri geçip geçmediği kontrol edilir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

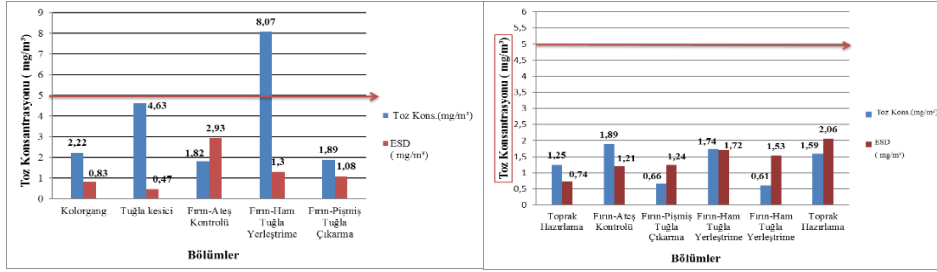
Bu çalışmada tuğla ve kiremit fabrikalarındaki proseslerden kaynaklanan toz ve silis maruziyetini değerlendirmek ve termal konfor şartlarını belirlemek amacıyla ölçümler yapılmış ve günlük maruziyet değerleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda sekiz tuğla ve üç kiremit üretim fabrikasında ölçümler gerçekleştirilmiştir. Toz ve silis maruziyet değerleri için Tozla Mücadele Yönetmeliğindeki formül kullanılmıştır.

4.1. Bulgular

Tuğla ve kiremit fabrikalarında üretim miktarına göre çalışan miktarı değişmekle beraber tam otomatik çalışan sistemlerde çalışan sayısı azalmaktadır. Toprağın hamur haline getirilip şekil verildiği makine dairesi, toprak hazırlama, hammadde hazırlama, şekillendirme ünitesi, vals

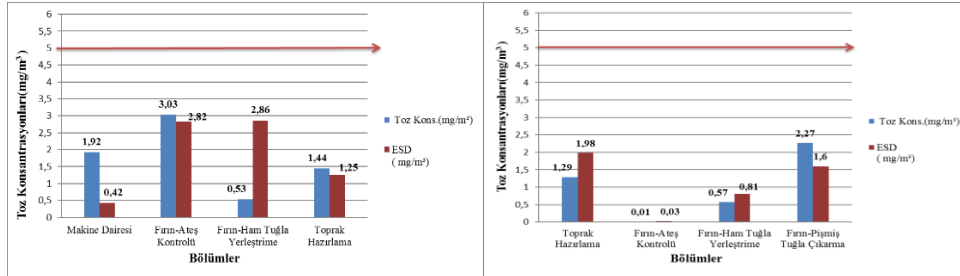
makinesi, kiremit pres gibi bölümlerde toz maruziyetinin yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Ölçüm sonuçlarına bakıldığında bu bölümlerin eşik sınır değerlerini geçtiği görülmektedir. Ölçüm yapılan on bir fabrikada numune alma noktaları tesise göre değişiklik göstermiştir. Örneğin tam otomatik sisteme sahip bir fabrikada ölçüm noktası bir veya iki noktada yeterli görülebilmektedir. Çünkü çalışanlar kontrol panelleri dışında bulunmamaktadır. Aynı şekilde tünel sistemi fırınlarda fırın içine girilmemektedir. Dolayısıyla çalışan bulunmamaktadır. Böyle tesislerde fırın içinden toz numunesi alınmamıştır.

Hoffman sistemi fırınlarda ise toz, silis numuneleri alınmıştır. İşçiler ham tuğlaları fırına koyarken ve pişmiş tuğlaları çıkarırken toz maruziyetleri farklılık göstermektedir. Yine, ateş ayarının yapıldığı kısımda 24 saat çalışan bulunmakta, otomatik sistemlerde ise ateş ayarı cihazlarla yapılmaktadır.



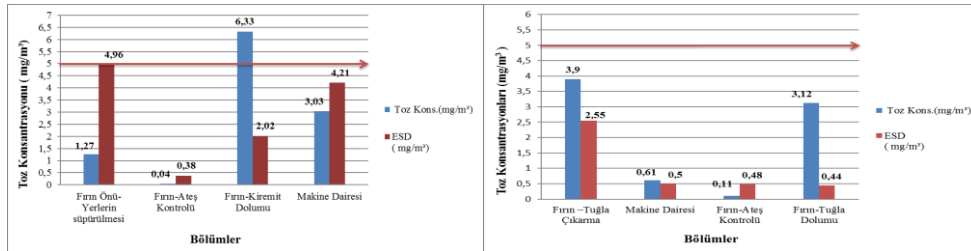
a)

b)



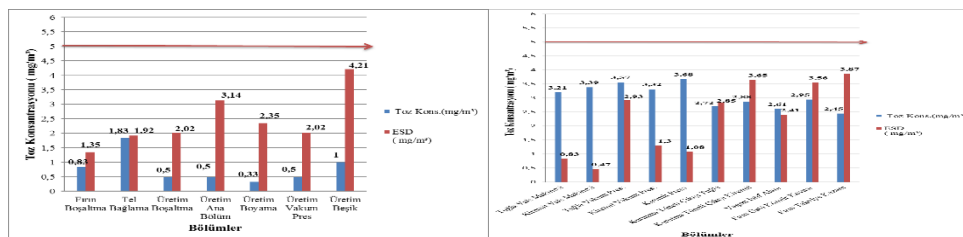
c)

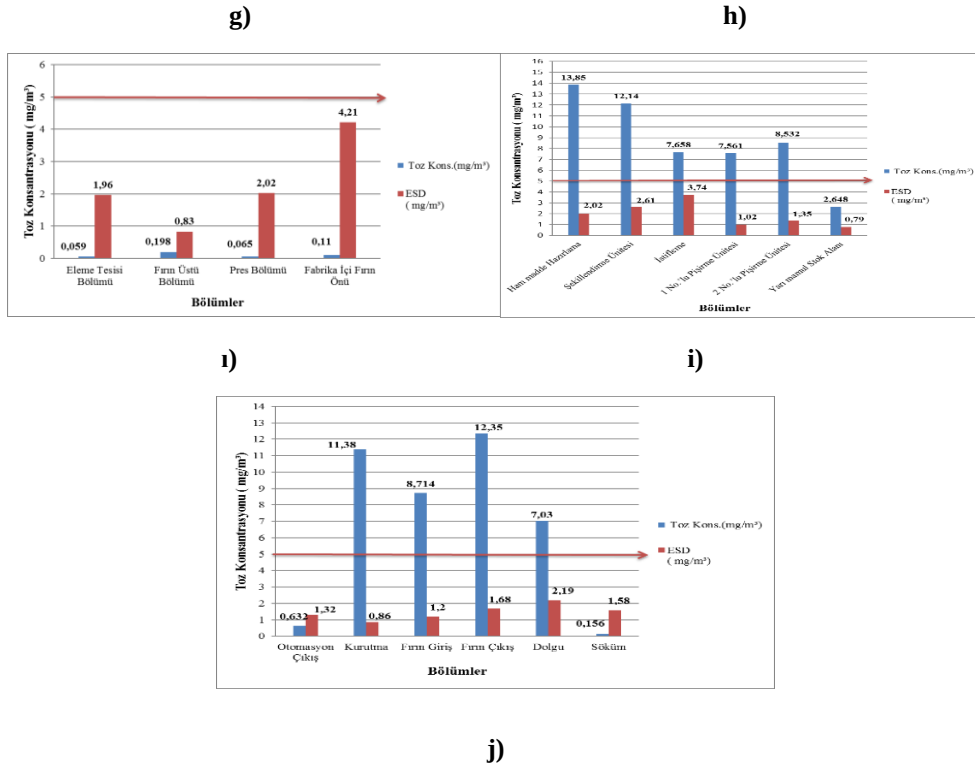
d)



e)

f)





Şekil 4.1. 11 işyerinde toz ve silis ölçüm sonuçlarını gösteren grafikler a)1, b)2, c)3, d)4, e)5, f)6, g)7, h)8, i)9, j)10, j)11

Tablo 1. Toz ve silis numune sonuçları ortalamaları ve aralığı

	Numune Sayısı	Ortalama (mg/m ³)	Aralık (mg/m ³)
Toz Sonuçları (mg/m ³)	60	3,0568	0,01-13,85
Silis Miktarı (mg)	60	0,0685	<0,001-0,4692

İşyerlerinde alınan 60 numunenin ortalaması tablo 1’de görüldüğü gibi toz sonuçları için 3,0568 mg/m³, silis miktarı için 0,0685 mg/m³ olduğu görülmektedir.

4.2. TARTIŞMA

Ölçüm alınan tuğla fabrikalarında toz konsantrasyonlarından %11’i 5 mg/m³’ü aşmaktadır. Toz içeriğindeki silis oranı düşünüldüğünde toz konsantrasyonlarından %51,66 ’i eşik sınır değeri geçmektedir. Buradan görüldüğü gibi toz konsantrasyonları 5 mg/m³’ü geçmemesine rağmen silis içeriği sebebiyle çalışanlar açısından risk oluşturmaktadır.

Literatürde çeşitli araştırmalarla tuğla ve kiremit üretim sektöründe ve benzeri işkollarında çalışanların çeşitli sağlık risklerine maruz kaldığı ortaya konmuştur. Serov ve ark. (Serov A., Ganın A., Rusinova A, 1983) ve Kverenchkhiladze ve ark. (Kverenchkhiladze R.G., Kurashvili M.E., Lostatidze N.S., Tsismakuridze M.P., Rekhviashvili V.A, 1993) sektördeki temel hastalık

yapıcı sebeplerin toz maruziyeti ve olumsuz sıcak mikroiklim koşulları olduğunu belirtmişlerdir. Peshev ve Petrova (Peshev I, Petrova A, 1972) kil işlemeli endüstrilerde çalışanların birçok kompleks maddeye maruz kaldıklarını, bunun öncelikli sebebinin ise toz kirliliği olduğunu göstermiştir. Kurashvili ve ark. (Kurashvili M.E., Kverenchkhiladze R.G., Bakradze L.S.H., 1989) sertleştirilmiş beton ürünlerinin üretimindeki çalışma koşullarının, kompleks iş kaynaklı aerosollerin de olduğu birçok olumsuz faktör tarafından karakterize edildiğini tanımlamıştır. Tuğla yapımında kullanılan kilin serbest silis içerdiğini ve kildeki silis oranlarının %10 ile %58 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise silis oranları %0,01 ile %24 arasında değişmektedir. Bu farklılığın sebebi bizim çalışmamızda yapımı amaçlanan tuğlaların cinsi ülkemizde üretilen tuğlalardan farklı olduğu içindir. Aynı zamanda toprak yapısındaki değişiklikler de söz konusudur.

Rajhans ve Budlovski (Rajhans G.S., Budlovsky J,1972) tuğla üretiminde kullanılan şist ve kilin serbest silis içerdiğini ve silis miktarının inorganik tozun en fazla %28 'i olduğunu bulmuşlardır. Fakat yazarlar tuğla sektöründeki çalışanlarda silikoz hastalığı konusuna değinmemişlerdir. Buna karşın Hodel ve ark. (Hodel T.H., Schlegel H., Ruttner J.R.,1977) tuğla ve beton delme işlemlerinde yoğun olarak çalışanlarda silikoz teşhisi konulduğunu belirtmişlerdir. Oldham (Oldham P.D.,1983) Çinli kil çalışanlarının nefes almalarında belirgin bir azalma olduğunu saptamıştır. Ogle ve ark. (Ogle C.J., Rundle E.M., Sugar E.T, 1989) Çinli kil çalışanları üzerinde çalışma yapmış ve solunum kapasitelerinde kısıtlayıcı yönde bir azalma olduğunu raporlamıştır. Son dönemlerde ise Liou ve ark. (Liou S.H., Chen Y.P., Shih W.Y., Lee C.C.,1996), tuğla çalışanları, tahmini toz maruziyet seviyeleri ve pnömokonyoz yayılımı/akciğer fonksiyonlarında bozukluk arasında ilişki kurmuş, doz-davranış ilişkisi tanımlamıştır. Puntoni (Liou S.H., Chen Y.P., Shih W.Y., Lee C.C., 1988) tuğla çalışanlarında artan bir risk olarak kötücül olmayan solunum ve kardiyovasküler hastalıkları yanısıra bunların arasında gırtlak ve akciğer tümörlerinin olduğunu belirtmiştir. Merlo ve ark. (Merlo F., Constantini M., Reggiardo G., Ceppi M., Puntoni R, 1991) tuğla sektöründe çalışma yılları arttıkça kronik akciğer hastalığı ve akciğer kanserine bağlı ölümlerin arttığını açıklamıştır.

Literatürde daha önce tamamen aynı başlıklar olmasa da kısmen bizim çalışmamıza paralel çalışmalar bulunmaktadır. Tuğla üretim sektöründe solunabilir toz ölçümlerinde gözenekli poliüretan köpüğü başlığı uygulanmasının incelendiği çalışmada, Frank ve ark. (2008), (Frank V., Adrian H., Anthony G., 2008) Birleşik Krallık'ta yedi adet tuğla fabrikasında Higgins-Dewell başlığı ve çift bölümlü başlıklı cihazlarla on altı ay içinde toplam 72 adet toz örnekleme yapmışlardır. Çalışmada Birleşik Krallık Mesleki Sağlık Enstitüsünün geliştirdiği çift bölümlü poliüretan köpüğü yapısına sahip başlıkların ölçüm doğruluğu hesaplanmış, MDHS 14/3 standardı kullanılarak yoğun olarak kullanılan Higgen-Dewell siklon başlıklarla

alınan numune sonuçlarıyla kıyaslama yapmıştır. Vocht ve ark.'nın yaptığı çalışmada; kil hazırlama, pişmiş tuğla kesimi, sıkma ve kalıplama, kurutma, boyama, tuğla kumlama, pişmiş tuğla paketlenmesi bölümlerinde toz numuneleri alınmıştır. Genel olarak bölümlerden Higgens-Dewell başlığıyla çıkan sonuçların $0,07-26,85 \text{ mg/m}^3$ aralığında olduğunu belirtilmiştir. Çalışmada toz partiküllerinin yoğun olduğu kısımları üç bölüme ayırmıştır. Kil partikülleri numuneleri $0,13-12,63 \text{ mg/m}^3$, karışım numuneleri $0,16-10,87 \text{ mg/m}^3$, kum partikülleri numuneleri ise $0,07-26,84 \text{ mg/m}^3$ aralığında çıkmıştır. Bu çalışmada aynı siklon başlıklar kullanılmıştır ve çıkan sonuçlar ise $0,01-13,85 \text{ mg/m}^3$ aralığındadır. Üst değerin yaklaşık iki kat fazla çıktığı görülmektedir. Yukarda sayılan bölümlerde çıkan sonuçlar ise toprağın fırına girene kadarki süreci kapsayan numunelerdir. Bu çalışmanın aynı bölümleri $0,059-13,85 \text{ mg/m}^3$ aralığındadır. Sonuçları kıyasladığımızda sonuçların benzerlik gösterdiğini görmekteyiz. Frank ve ark.(2008)'nin yaptığı aynı çalışmada çift bölümlü poliüretan köpüğü yapısına sahip başlıklarla yapılan ölçüm sonuçlarının ise $0,07-7,68 \text{ mg/m}^3$ olduğu belirtilmiştir. Çalışmada toz partiküllerinin yoğun olduğu kısımlar; kil partikülleri numuneleri $0,07-3,03 \text{ mg/m}^3$, karışım numuneleri $0,12-7,68 \text{ mg/m}^3$, kum partikülleri numuneleri ise $0,11-4,68 \text{ mg/m}^3$ aralığında çıkmıştır. Çalışmada Higgens-Dewell başlığının çift bölümlü başlıklardan 1.9 kat daha fazla sonuç çıkardığı ortaya konulmuştur. “Ağır kil endüstrisinde solunum hastalıkları riskleri” başlıklı başka bir çalışmada Love ve ark., (Love R.G., Waclawski E.R., Maclaren W.M., G Z Wetherill, S K Groat, R H Porteous, C A Soutar, 1999) İngiltere ve İskoçya’da bulunan, çeşitli tuğla ve kiremit üretim prosesleri içeren, çalışan sayısı 35 ile 582 arasında değişen 18 adet fabrikada toz ve silis ölçümleri almıştır. Göğüs röntgenleri çekilmiş ve solunum rahatsızlıkları sorulmuştur. Bunun sonucunda toz, silis sonuçlarıyla solunum rahatsızlıklarını kıyaslanmıştır. Amaç uzun vadede solunum rahatsızlıklarını tespit etmek olduğu için modern tesislerde inceleme yapılmamıştır, buna refrakter tuğla üretimi de dahildir. Çalışmada genelde 20 yıldan beri çalışan hoffman fırınlı 1 büyük, 2 orta ölçekli yumuşak kil kullanan tesisten, 1 orta ölçekli kireçli toprak kullanan tesisten, 2 küçük yumuşak çamur prosesine sahip tesisten, 1 el yapımı kiremit tesisinden, 11 tane küçük ve orta ölçekli sert kil kullanan tuğla üretim tesisinden numune alınmıştır. Gravimetrik ölçümlerde MDHS 14 ve kuvars için MDHS 37, MDHS 51/2, MDHS 38 metodları kullanılmıştır. 1465 toz numunesinden 1407’si sonuç vermiş, bunlardan 1403’ü kuvars sonucu vermiştir. Kuvars sonuçları $0,01$ ile $3,8 \text{ mg/m}^3$ arasında çıkmıştır. Direk maruziyete maruz kalmayan çalışanların kuvars sonuçları $0,04$ ile $0,62 \text{ mg/m}^3$ arasında çıkmıştır. Yoğun konsantrasyonların çalışanlarda ve fabrika temizleyicilerde çıktığı saptanmıştır. Kuvars konsantrasyonları sert kil kullanan yerlerde yumuşak kil kullanan yerlere göre iki kat fazla çıkmıştır. Çıkan kuvars konsantrasyonlarının %97 ‘si $0,4 \text{ mg/m}^3$ ’ün altında

çıkıştır. Tüm kuvars konsantrasyonların %3 'ünden fazlası, sektörde az bulunan temizlik ekipleri, kil bertarafçıları gibi çalışanlarda $0,4 \text{ mg/m}^3$ 'ün üstünde çıkıştır.

Bizim çalışmamız ile kıyaslandığında, Love ve ark., yaptığı çalışmada fabrikada çalışanların çalıştığı yerler belirtilmemiş, 172 çalışanda $0,3-4,8 \text{ mg/m}^3$ arası gravimetrik toz, $0,03-0,38 \text{ mg/m}^3$ kuvars sonucu bulunmuştur. Bizim çalışmada ise $0,01-13,85 \text{ mg/m}^3$ gravimetrik toz ve $<0,001-0,4692 \text{ mg/m}^3$ sonucu bulunmuştur. Bizim çalışmanın toz sonuçlarının daha yüksek olduğunu, silis sonuçlarının ise benzer olduğunu görmekteyiz. Bu farklılığın kullanılan cihaz, ortam koşulları, çalışanın çalışma farklılığı olduğunu söyleyebiliriz. İngiltere tuğla sektöründe toz konsantrasyonlarının diğer ülkelerdeki çalışmalarla kıyaslandığında düşük olduğu açıklanmıştır. Tünel fırınların yapılmasıyla hoffman fırına sahip fırınlardaki toz konsantrasyonlarının 1,5 kat azaldığı açıklanmış, örneğin paketlenme bölümü gibi tesislerdeki modern yöntemlerinde bu konsantrasyonları azaltacağı belirtilmiştir.

Toplam toz ortalaması 10 mg/m^3 ($5-19 \text{ mg/m}^3$ aralığında) ve solunabilir toz ortalaması 2 mg/m^3 ($0,9-2,9 \text{ mg/m}^3$ aralığında) çıkıştır. En yoğun toza maruz kalan çalışanlar 8 ile 12 mg/m^3 arasında toplam toz konsantrasyonlu ortamda çalıştığı ortaya çıkıştır. Bizim çalışmamızda solunabilir toz ortalaması $3,0568 \text{ mg/m}^3$ ($0,059-13,85 \text{ mg/m}^3$ aralığı)'tır. Bizim çalışmanın sonuçları 1,5 kat daha fazla çıkıştır. Bunu toprak yapısına ve alınan ölçüm sayısının farklılığına bağlayabiliriz. İki çalışmada da ortalama 5 mg/m^3 sınır değeri geçilmemiştir. Bu açıdan sonuçların benzediğini söylemek mümkündür.

Sektördeki sağlık etkilerinin anlatıldığı diğer bazı çalışmalardan bahsetmek gerekirse;

Başka bir tuğla çalışanlarıyla ilgili bir çalışmada, Wiecek ve ark. (Wiecek E., Goscicki J., Indulski J., Stroszejn-Mrowca G., 1983) kilin içindeki serbest silis içeriğinin toplam tozda %30'u aştığını, solunabilir tozda ise %5.8-%18.4 aralığında olduğunu bulmuştur. Çalışmada kırmızı tuğla çalışanlarında pnömokonyoz belirtisi saptanmamış, termalit ateş tuğlası üreten çalışanlar içinde ise iki kişide belirtiler saptanmıştır.

Rees (Rees D., Cronje R., Toit R., 1992), Güney Afrika bir çömlek tesisinin yoğun tozlu bölümlerinde 15 yıl ve üzeri çalışan her 3 kişiden birinde pnömokonyoz teşhisi konmuştur.

Literatürde geçen bu çalışmaların sonuçları ve bizim çalışmamız kapsamında ortaya çıkan sonuçlar düşünüldüğünde, tuğla ve kiremit üretim sanayisinde toz ve silis maruziyetinin önemli bir risk olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak tuğla ve kiremit fabrikalarında tünel fırınlı işletmelerde çalışanların yaşadığı toz maruziyeti daha az olduğu için hoffman fırınların tünel fırınlara geçmesi zaruridir. Toz maruziyetine sebep olan toprak hazırlama kısmında kullanılan makinelerine lokal "toz emme sistemli" havalandırma sistemleri yapılmalı veya uygun koşullarda makineler kapalı sistem

içine alınmalıdır. Toz yayılmasını engellemek için açık alandaki tesislerin yolları malzeme zarar görmeyecek şekilde sulanmalıdır. Toprak hammadde hazırlama, şekillendirme bölümlerinde çalışanlar uygun toz maskesi kullanmalıdır. Çalışanlar koruyucu gözlük ve toz maskesi kullanmalıdır. Çalışanlar doğrudan hava filtrelemeli sistemler kullanarak çalışmalıdır. Tesislerde tuğla veya kiremit taşıyan çalışanların koruyucu eldiven takmaları gerekmektedir. Çalışanların akciğer filmleri belirlenen periyotlarla çekilmeli ve uzman doktor tarafından ilgili solunumsal testleri yapılmalıdır. Mutlaka çalışanların fiziksel yapısı, yaşam şekli, beslenme, sigara içme alışkanlıkları gibi birçok faktör tespit edilerek hassas kişiler tespit edilmeli, hastalığa müsait kişiler toz maruziyetinin daha az olduğu ve termal konfor şartlarının uygun olduğu bölümlerde (örneğin, paketleme bölümünde) çalıştırılmalıdır.

6. KAYNAKÇA

- Bilir N, Yıldız A.N. İş Sağlığı ve Güvenliği, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, p.205-229, 2004.
- DPT, Taş ve Toprağa Dayalı Ürünler Sanayii, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu Raporu (Tuğla-Kiremit, Prefabrik Yapı Elemanları), DPT: 2530-ÖİK: 546, Ankara, 2000.
- Frank V., Adrian H., Anthony G., *Application of PUF Foam Inserts for Respirable Dust Measurements in the Brick-Manufacturing Industry*, 31 Ekim 2008.
- Hodel T.H., Schlegel H., Ruttner J.R., *Brick and concrete driller's silicosis*, Schweiz Med Wochenschr, sf.;107:1896-1899, 1977.
- HSE, MDHS 14/3, *General Methods for Sampling and Gravimetric Analysis of Respirable and Inhalable Dust*, 2000.
- HSE, MDHS 101/2, *Crystalline Silica in Respirable Airborne Dust*, 09/2014.
- Kverenchkhiladze R.G., Kurashvili M.E., Lostatidze N.S., Tsimakuridze M.P., Rekhviashvili V.A., *Working conditions and health status of women employed in clay brick industry (in subtropical climate)*, Med Tr Prom Ekol. 1993;11-12:12-13).
- Kurashvili M.E., Kverenchkhiladze R.G., Bakradze L.S.H., *Hygienic characteristics of working conditions and their effects on the function state of workers engaged in the manufacture of reinforced concrete product*,. Gig Tr Prof Zabol, sf. 5:11-14,1989.
- Liou S.H., Chen Y.P., Shih W.Y., Lee C.C., *Pneumoconiosis and pulmonary function defects in silica-exposed fire brick workers*, Arch Environ. Health. Sf.;51:227-233, 1996.
- Love R.G., Wacławski E.R., Maclaren W.M., G Z Wetherill, S K Groat, R H Porteous, C A Soutar, *Risks of respiratory disease in the heavy clay Industry*, Occup Environ Med., sf.56:124-133, 1999.
- Merlo F., Constantini M., Reggiardo G., Ceppi M., Puntoni R., *Lung cancer risk among refractory brick workers exposed to crystalline silica: a retrospective cohort study*, Epidemiology, sayı:2, sf.:299-305 , 1991.
- Oldham P.D., *Pneumoconiosis in Cornish chine clay workers*, British Journal of Industrial Medicine, Sayı:40-2, Sayfalar:131-137, 1983.
- Ogle C.J., Rundle E.M., Sugar E.T., *China clay workers in the southwest of England: analysis of chest radiograph readings, ventilatory capacity, and respiratory symptoms in relation to type and duration of occupations*,. British Journal Industrial Medicine. , sf.;46:261-270, 1989.
- Peshev I, Petrova A., *Investigations on brick production working conditions and their effect on some functions of the respiratory system: roentgenological studies*, Acta Med. 1972;51:33-41.
- Puntoni R., Goldsmith D.F., Valerio F., *A cohort study of workers employed in a refractory brick plant*, Tumori, sf.;74:27-33, 1988.

Rajhans G.S., Budlovsky J., *Dust conditions in brick plants of Ontario*, Am Ind Hyg Assoc J., Sf.33:258-268, 1972.

Rees D., Cronje R., Toit R., *Dust exposure and pneumoconiosis in a South African pottery: 1. Study objectives and dust exposure*, British Journal Industrial Medicine sf.;49:459-464, 1992.

Serov A., Ganin A., Rusnova A., *Occupational hygiene in present day production of lime and sand building brick*. Gig Tr Prof Zabol, 1983;10:14-18.

UCLA, Infrared Spectroscopy, <http://www.wag.caltech.edu/home/jang/genchem/infrared.htm>, (Erişim tarihi:02.03.2016)

Wiecek E., Goscicki J., Indulski J., Stroszejn-Mrowca G., *Exposure to dust and occupational diseases in building ceramics plant (brickyards)*, Med Pr., sf.;34:35-45, 1983

ŞAGİRDŁƏRİN OXU BACARIQLARININ İNKİŞAF ETDİRİLMƏSİ YOLLARI

Abdullayeva Gültəkin Atəş qızı

Azerbaijan State Pedagogical University doctor of philosophy in pedagogy, associate professor

ÖZET

İbtidai siniflərdə ana dili tədrisinin mühüm vəzifələrindən biri oxu təlimidir. Oxu şagirdlərin nitqini inkişaf etdirir, onlarda formalaşmış konkret təsəvvür və anlayışlar əsasında lüğət ehtiyatını zənginləşdirir, dəqiqləşdirir və fəallaşdırır, fikirlərini şifahi və yazılı şəkildə ifadə etmək bacarığını artırır. Şagirdlərdə düzgün, şüurlu, sürətlə və ifadəli oxumaq, oxunmuş materialın məzmununu yaxşı nəql etmə bacarığı yaradır.

Oxu prosesində əsas məsələ uşaqlarda ətraf aləm haqqında düzgün obrazlı təsəvvürlər əsasında biliklərin formalaşdırılmasıdır. Oxunun məzmunu ideya-siyasi, mənəvi və estetik tərbiyəni təmin edir. Oxu dərslərində şagirdlərdə vətənə məhəbbət və sədaqət tərbiyə olunur, onlara xeyirxahlıq, ədalətlik, namusluluq, mərdlik, fədakarlıq, təvazökarlıq, düzlük və doğruluq kimi sosial əxlaqi keyfiyyətlər aşılanır, onların dünyagörüşünün formalaşması üçün ilkin bünövrə qoyulur. Beləliklə, oxu dərsləri doğma vətənimizin gələcək qurucularının tərbiyə olunmasını təmin edir.

Azərbaycan dili fənninin qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri də şagirdlərə düzgün oxu bacarıqlarını mənimsətməkdən ibarətdir. Nitq oxu prosesində səs, heca və sözlərin deyilişində səhvə yol verməmək, nitqi dinləmək, ayrı-ayrı nitq səslərini düzgün tələffüz etmək və oxu prosesini müvəffəqiyyətlə həyata keçirilməsini təmin edir.

Oxu təlimini yüksək səviyyədə təşkil etmək üçün müəllim yalnız Azərbaycan dili dərslərində deyil, digər fənlərin tədrisində, həmçinin şagirdlərin sinifdən xaric fəaliyyətində də ona xüsusi əhəmiyyət verməlidir. Azərbaycan dili dərslərində sinifdən xaric oxu materiallarından istifadə şagirdlərdə sərbəst, düzgün, sürətli, ifadəli oxumaq, dialoqa girmək, öz fikirlərini ifadə etmək bacarıqları formalaşdırır. Onlar müxtəlif oxu materiallarından istifadə etməklə Azərbaycan xalqının tarixi, əxlaqi-mənəvi dəyərləri, adət-ənənələri haqqında ilkin məlumatları sadə formada təqdim etmə bacarığına yiyələnirlər.

Açar sözlər: Oxu təlimi, Oxu vərdislərinin inkişafı, Oxuyub-anlama bacarıqları, Sinifdən xaric oxu

WAYS TO DEVELOP STUDENTS ' READING SKILLS

ABSTRACT

One of the important tasks of teaching the native language in elementary grades is reading training. Reading develops students ' speech, enriches, clarifies and activates their vocabulary on the basis of specific imagination and concepts formed in them, increases the ability to express their thoughts orally and in writing. Conscious, correct, fast and expressive reading in students creates the ability to well narrate the content of the material read.

The main issue in the reading process is the formation of knowledge in children on the basis of correct figurative ideas about the world around them. The content of his reading provides ideological and political, moral and aesthetic education. In reading lessons, students are educated in love and loyalty to the motherland, social moral qualities such as kindness, fairness, honesty, courage, selflessness, humility, honesty and truthfulness are instilled in them, and the initial foundation for the formation of their worldview is laid. Thus, reading lessons ensure the upbringing of the future builders of our native homeland.

One of the main tasks facing the subject of the Azerbaijani language is to master the students correct reading skills. In the process of reading speech, it is necessary to avoid mistakes in the pronunciation of sound, syllables and words, listen to Speech, correctly pronounce individual speech sounds and ensure the successful implementation of the reading process.

In order to organize reading training at a high level, the teacher should attach special importance to it not only in the lessons of the Azerbaijani language, but also in the teaching of other subjects, as well as in the extracurricular activities of students. The use of extracurricular reading materials in the lessons of the Azerbaijani language gives students the ability to read freely, correctly, quickly, expressively, enter into a dialogue, express their thoughts. Using various reading materials, they acquire the ability to present the initial information about the history, moral and spiritual values, traditions of the Azerbaijani people in a simple form.

Key words: Reading training, Development of reading skills, Reading and comprehension skills, Extracurricular reading

GİRİŞ

İbtidai siniflərdə ana dili fənninin tədrisində məqsəd şagirdlərdə düzgün, şüurlu, sürətli, ifadəli oxumaq, savadlı, səliqəli, sürətlə yazmaq, obrazlı şifahi və yazılı nitqə, ədəbi tələffüzə yiyələnmək, kitablarla işləmək, obrazlı və məntiqi təfəkkürün, mənəvi keyfiyyətlərin inkişafı üzrə möhkəm vərdislər yaratmaqdır. Azərbaycan dili (ana dili) ümumtəhsil məktəblərində tədris olunmaqla şagirdlərdə şifahi və yazılı nitqin inkişafına, nitq mədəniyyətinin formalaşmasına xidmət edir. Şagirdlər bu fənnin vasitəsi ilə milli mədəniyyət nümunəsi kimi ana dilini öyrənir, onun səs sisteminə, lüğət ehtiyatına, üslubi-qrammatik xüsusiyyətlərinə

yaxından bələd olur, elmi, bədii, publisistik və digər üslublarda yaradılmış ədəbiyyat nümunələri ilə tanış olmaq imkanı qazanırlar. Eyni zamanda ana dilindən istifadə edərək öyrənəcəkləri digər fənlərin daha yaxşı mənimsənilmə potensialını genişləndirirlər.

İbtidai siniflərdə ana dili tədrisinin mühüm vəzifələrindən biri oxu təlimidir. Oxu prosesində birinci dərəcəli məsələ uşaqlarda ətraf aləm haqqında düzgün obrazlı təsəvvürlər əsasında biliklərin formalaşdırılmasıdır. Şagirdləri fəallaşdırmaq üçün müəllim oxu dərslərində ifadəli oxu, sualların qoyulması, oxunmuş materialın yaradıcı şəkildə nəql edilməsi, məzmunun sözlə rəsinin “çəkilməsi”, əsərin səhnələşdirilməsi və s. priyomlardan istifadə edir. Oxu nitq fəaliyyətinin mühüm növlərindən biri olmaqla avtomatlaşanadək uzun inkişaf yolu keçir.

Oxu dərsləri uşaqlara kitabdan istifadə etməyi, ondan bilik qazanmağı öyrədir. Oxu dərsləri eyni zamanda uşaqlarda doğma ana dilini öyrətmək üçün mühüm vasitələrdən biridir. Onlar uşaq ədəbiyyatının ən gözəl nümunələri ilə tanış olurlar. Şagirdlər əsərləri oxuyarkən Azərbaycan dilinin zənginliklərini, onun tükənməz imkanlara malik olduğunu hiss edirlər.

Müəllimin bədii əsərlərin təhlili, bədii təsvir vasitələri, ifadəli oxunun sistemi, bədii əsərin dili üzərində işin priyomları haqqında məlumatlara yiyələnməsi oxu dərslərinin məzmunlu və maraqlı keçməsinə təmin edir. Şagirdlər şeir, hekayə, nağıl, elmi-kütləvi mətn, oçerk, təmsil, bayatı, atalar sözləri, tapmaca, yanıltmac, digər kiçikölçülü folklor nümunələri haqqında sadə nəzəri məlumata yiyələnməli, onları fərqləndirməyi bacarmalıdırlar. Müəllim həmçinin şagirdlərdə əsərin ideyası, qəhrəmanı, obrazı, qafiyə, bədii təhlil haqqında terminsiz anlayış yaratmalıdır.

İbtidai siniflərdə dərsliklərə daxil edilmiş tarixi materiallar, əsasən, tarixi günlərdə, bayramlarda oxunur, oxunu həyatla əlaqələndirməyə imkan verir. Xalqımızın milli azadlıq uğrunda mübarizəsi haqqında mətnlərin oxunması, şagirdlərə bilik verməklə yanaşı, onlarda vətənə sevgi və məhəbbət, düşməyə nifrət hissi də tərbiyə edir. Məsələn, Xocalı soyqırımını ilə bağlı oxu materialları şagirdlərdə bu faciənin necə baş verməsi, kimlər tərəfindən törədilməsi, xalqımızda yaratdığı dərin kədər, eyni zamanda əsl qəhrəmanlıq nümunəsi olması haqqında xeyli təsəvvür yaradır.

Vətənpərlilik tərbiyəsi vətənə sevgi, məhəbbət və məsuliyyət hissəsinin, hər an öz vətəninin, xalqının müdafiəsinə qalxmağa hazır olmağın aşılmasıdır. Görkəmli pedaqoqların “uşaqlar gözlə gördüklərini daha yaxşı qavrayırlar” təcrübəsi təsdiqlənmişdir. Buna görə də uşaqlarda vətənpərvərlik ruhunu yüksəltmək üçün, ilk növbədə, onlara vətənin qəhrəmanlarını tanıtmək lazımdır. Şagirdlərə qəhrəmanların keçdiyi şanlı döyüş yolundan danışmaq, bununla bağlı materiallardan istifadə etmək olar. Məqsəd şagirdin vətən uğrunda döyüşən qəhrəmanı öz aləmində canlandıraraq onu təsəvvür etməsinə nail olmaqdır. Döyüşlərdə iştirak etmiş qazilərimizlə görüşlərin keçirilməsi vacib hesab olunur. Qazilərlə üzbəüz əyləşib onunla

ünsiyyətdə olan uşaqda vətənpərvərlik hissənin formalaşması üçün zəmin yaranır. Uşaqlar digər insanlarla müqayisədə qəhrəmanların verdikləri tövsiyələri daha tez qəbul edirlər. Əlamətdar günlər ərəfəsində uşaqlarla vətənpərvərlik mövzusunda işin aparılmasına, tədbirlərin keçirilməsinə xüsusi diqqət yetirmək lazımdır.

Ana dilinin tədrisi metodikası elminin banisi professor Agaməmməd Abdullayev yazır: “Oxu dərsliklərinə daxil edilmiş nağıllar xalqımızın qəhrəman keçmişinə, müstəqilliyimiz uğrunda, ərazi bütövlüyü uğrunda şəhid olmuş milli qəhrəmanların fədakarlığına aid mətnlər, xalqlar dostluğuna aid hekayələr, uşaqların qəhrəmanlığından bəhs edən əsərlər daha güclü tərbiyəvi əhəmiyyətə malikdir”.

İbtidai sinif şagirdlərində oxu vərdişlərinin formalaşdırılması, oxuyub-anlama bacarıqlarının inkişaf etdirilməsi daim diqqət mərkəzindədir. Oxunun keyfiyyəti şagirdlərin oxu vərdişlərinə necə yiyələnmələrindən asılıdır. İstər səsli, istərsə də səssiz oxu aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir: düzgünlük; şüurluluq; optimal sürətlilik; ifadəlilik. Şagirdlərin oxu texnikası bu tələblər baxımından təkmilləşdirilməzsə, oxu dərsləri uşaqlara oxumağı və düşünməyi, oxumağı və hiss etməyi, oxumağı və müstəqil biliklər əldə etməyi öyrədə bilməz.

Oxu vərdişlərinin hər biri böyük əhəmiyyət kəsb edir və bir-biri ilə sıx əlaqədardır. Oxu vərdişləri arasındakı bu qarşılıqlı əlaqə tamamilə qanunauyğun haldır, çünki: a) oxunun sürətliliyi onun şüurluluğu ilə tənzim olunmursa, öz-özlüyündə o qədər də əhəmiyyət kəsb etmir; b) oxunun düzgünlüyü mətnin məzmununun şüurlu oxunmasına xidmət edən bir vasitədir; c) oxunun ifadəliliyi də əsərin ideyasının, ondakı başlıca fikrin obrazlı, canlı, nəticə etibarilə şüurlu mənimsənilməsinə xidmət edir; nəhayət, düzgünlük, şüurluluq, həmçinin sürətli oxu üçün əsas hesab olunur. Mənası başa düşülməyəni ifadəli oxumaq mümkün deyil. Bütün bunlarla yanaşı, başlıca məqsəd oxunun şüurluluğunu təmin etməkdir.

Kiçikyaşlı məktəblilər oxu vərdişlərinə yiyələnərkən müəyyən səhvlərə yol verirlər. Belə ki, çox sürətlə oxuyan şagirdlər oxunun düzgünlüyünü gözləyə bilmir, sözləri təhrif edərək oxuyurlar. Bu zaman onlar sözün hər fərf tərkibinə diqqətlə baxa bilmir, onun obrazını ilk hecasına, bu və ya digər səsə, bir sözlə, ötəri əlamətlərə görə qavrayırlar. İlk oxuyan isə, əksinə, başlanğıc dövrdə yavaş-yavaş sözün hər fərf tərkibinə diqqətlə baxa-baxa hecalarla oxuyur. Ona görə də o, çox vaxt oxunan cümlənin, bütövlükdə mətnin mənasını tuta bilmir, oxunu şüurlu olaraq mənimsəyə bilmir. Aşağı siniflərdə oxunun düzgünlüyü daha çox pozulur. Bəzən yaxşı oxuya bilən şagirdlər yorulduqda diqqəti mətn üzərinə toplaya bilmədiklərindən səhvlərə yol verirlər. Hər iki halda əsas səbəb oxunan sözlərin obrazlarının düzgün qavranmamasıdır. Oxunun düzgünlüyünə nail olmaq üçün şagirdlərin oxusuna müəllim tərəfindən gündəlik nəzarət lazımdır. Müəllim hər bir şagirdin buraxdığı səhvin xarakterini nəzərə almaqla dərhal düzəliş verməlidir. Oxunun normal sürəti ifadəliliyi və məzmununun sürətli başa düşülməsini təmin edir. Oxunun şüurluluğu hər

bir sözün, cümlənin məntiqi cəhətdən tamamlanmış hissənin (abzasın), bütövlükdə mətnin məzmununu müəyyənləşdirməyi tələb edir.

Oxunun ifadəliliyi həm anlayışın dərinləşməsi, həm də emosianın, təxəyyülün inkişafı, estetik zövqün tərbiyəsi üçün son dərəcə mühüm əhəmiyyətə malikdir. Parlaq, ifadəli oxu uşaqların diqqətini qavramalı olduqları başlıca fikrə cəlb edir, məzmunu tam aydın, obrazlı şəkildə çatdırır. İfadəli oxu prosesində oxucu əsərin ideya məzmununa daxil olmaqla obrazların, lövhələrin xarakter xüsusiyyətlərini açmalı, hadisələrə, qəhrəmanların hərəkətlərinə, daxili aləminə, müəllifin münasibətini, hisslərini dəqiq göstərməlidir. Oxu prosesində kifayət qədər düzgünlük, sürətlilik, rəvanlıq, səlislik, ifadəlilik olmazsa, ayrı-ayrı sözlərin mənası başa düşülsə də, hissələr, fikirlər arasında əlaqə dərk olunmaz, rabitəli mətnin məzmunu qaranlıq qalar.

Oxu təlimini yüksək səviyyədə təşkil etmək üçün müəllim yalnız Azərbaycan dili dərslərində deyil, digər fənlərin tədrisində, həmçinin şagirdlərin sinifdən xaric fəaliyyətində də ona xüsusi əhəmiyyət verməlidir. İbtidai siniflərdə uşaqların ətraf aləmlə, təbiətdə və cəmiyyətdə baş verən bütün hadisələrlə tanışlıq üzrə artmaqda olan tələbatını yalnız sinif oxusu ilə təmin etmək mümkün deyil. Sinifdən xaric oxu sinif oxusunun davamı, onun inkişaf mənbəyidir. Sinif oxusu prosesində şagirdlərin əldə etdikləri məlumatlar sinifdən xaric oxunun köməyi ilə dolğunlaşır, tamamlanır. Sinifdən xaric oxu üzrə vərdişlər kiçikyaşlı məktəblilərdə tədricən yaranır. Onlar bir neçə il ərzində pillə-pillə bu vərdişlərə yiyələnir, müstəqil oxu üçün ədəbiyyatın növləri ilə tanış olur, arzu və marağına müvafiq ədəbiyyat seçməyi öyrənirlər. Bu dövrdə uşaqların oxuduqları əsərin məzmununu şüurlu yadda saxlamaq bacarığı yaranır. Onlar lüğətlərdən, məlumat kitablarından, kataloqlardan istifadə edirlər. Bütün bunlar şagirdlərin oxu texnikasını və vərdişlərini inkişaf etdirir, onlarda oxumağa, öyrənməyə həvəsi xeyli artırır. Bunları nəzərə alaraq, sinifdən xaric oxu üzrə tədbirlər (dərslər, səhnəciklər, görüşlər, viktorinalar, müsahibələr, sərgilər və s.) keçirilməlidir.

Sinifdən xaric oxu şagirdlərdə kitaba məhəbbət və daxili ehtiyac hissi oyadır, müntəzəm oxuya adət tərbiyə edir, onların dünyagörüşünü, bədii zövqünü inkişaf etdirir. Sinifdən xaric oxunun təşkilində məqsəd həm də kiçikyaşlı məktəblilərə tərbiyəvi təsir göstərməkdən ibarətdir. Sinifdən xaric oxu şagirdlərə oxuduqlarının məzmununu müstəqil təhlil etməyi öyrədir. Kitab kiçikyaşlı məktəblilərin dünyagörüşünü genişləndirir, onların təfəkkürünü, nitqini inkişaf etdirir, ümumi mədəni səviyyəsini yüksəldir, biliyini artırır, təlimdə yüksək müvəffəqiyyət qazanmalarını təmin edir.

NƏTİCƏ

İbtidai siniflərdə oxu dərsləri elə təşkil olunmalıdır ki, uşaqların təhsili, tərbiyəsi və inkişafı vəzifələri vəhdətdə yerinə yetirilsin. Müəllim çalışmalıdır ki, şagirdlər oxuduqları

əsərlərin dilinin, ondakı obrazlı ifadələrin, dəqiq, sərrast sözlərin bədii qüvvəsini və gözəlliyini başa düşsünlər, hiss edə bilsinlər və onlardan zövq alsınlar. İbtidai siniflərdə şagirdlərin düzgün, sürətli, ifadəli oxu üzrə ilkin vərdişlərə yiyələnmələri müəllimin özünün bu vərdişlərə necə yiyələnməsindən, şagirdlərə necə nümunə olmasından asılıdır. Müəllim hər bir şagirdin mütaliə marağının dairəsini, oxu texnikasına yiyələnmə səviyyəsini, ümumi inkişafını nəzərə alaraq müvafiq əsərin oxunmasını tövsiyə etməlidir. Oxu materialının şagird tərəfindən şüurlu, yaradıcı və müstəqil mənimsənilməsinə nail olmaqla yanaşı, onların fəal həyat mövqeyi qazanmasını təmin edilməsi, vətəndaş kimi formalaşması müəllim tərəfindən həyata keçirilməlidir. Ümummilli lider Heydər Əliyev demişdir: “Həyatını müəllimliyə həsr edən insanlar, həqiqətən, fədakar, xalqına, millətinə sədaqətli və eyni zamanda qəhrəmanlıq göstərən insanlardır”.

Azərbaycan dili dərslərində oxu materiallarından istifadə etməklə şagirdlər sərbəst, düzgün, sürətlə, şüurlu, ifadəli oxumaq, dialoqa girmək, öz fikirlərini sərbəst və ardıcıl ifadə etmək bacarığına yiyələnirlər. Bundan başqa, şagirdlərdə Azərbaycan xalqının dili, tarixi, əxlaqi-mənəvi dəyərləri, mədəniyyəti, incəsənəti, adət-ənənələri haqqında ilkin məlumatları sadə formada təqdim etmə bacarığı formalaşır.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Azərbaycan Respublikasının Təhsil sahəsində İslahat Proqramı. Bakı, 1999. 64 səh.
2. Abdullayev A.S., Kərimov Y.Ş. İbtidai siniflərdə ana dili tədrisinin metodikası. Bakı, 1968. 374 səh.
3. Abdullayev N.Ə. Ədəbi tələffüz təliminin metodikası Bakı, Maarif 1986. 160 səh.
4. Abdullayev N.Ə. Nitq mədəniyyətinin əsasları. Bakı, Elm və təhsil, 2013. 281 səh.
5. Abdullayev A.A., Nəbiyeva Ş.Z., Abdullayeva G.A. Ali təhsilin bakalavriat səviyyəsində “Ana dilinin tədrisi metodikası” fənninin Kurikulumu. Bakı, ADPU, 2017. 79 səh.
6. Cəfərova N. B. İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası. Bakı, Elm və təhsil, 2016. 396 səh.
7. Kərimov Y. Ş. İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası. Bakı, 2013. 519 səh.
8. Nəbiyeva Ş.Z, Abdullayeva G.A, Kərimova A.S. İbtidai siniflərdə ana dilinin tədrisi metodikası. Bakı, Elm və təhsil, 2016. 504 səh.

TUZ STRESİ ALTINDAKİ BURÇAK (*Vicia ervilia* L.) BİTKİSİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ

Semih AÇIKBAŞ

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt/Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-4384-3908

Mehmet Arif ÖZYAZICI

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt/Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-8709-4633

ÖZET

Bu çalışmada, tuz stresinin burçak (*Vicia ervilia* L.) bitkisinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Laboratuvarı'nda, 25 ± 1 °C kontrollü şartlar altında yürütülmüştür. Çalışmanın bitkisel materyalini yerel burçak popülasyonu oluşturmuştur. Laboratuvar çalışması, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak Petri kaplarında kurulmuştur. Çalışmada; tuzun (NaCl) 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM ve 250 mM dozları araştırmanın konusunu teşkil etmiştir. Denemede 7. günün sonunda her bir petri kabındaki bitkilerden rastgele seçilen 10 bitki üzerinden ölçümler yapılmıştır. Çalışmada; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi parametreleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, burçak tohumlarının; çimlenme oranı % 13.3-93.3, ortalama çimlenme süresi 2.57-4.00 gün, çimlenme üniformite katsayısı 3.33-36.12, çimlenme enerjisi 4.0-64.0, çimlenme indeksi 1.0-10.0, fide yaş ağırlığı 72.7-185.6 mg ve fide güç indeksi 1.0-17.3 arasında değişim göstermiştir. Tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak incelenen çimlenme ve fide gelişim parametrelerinde anlamlı azalmalar olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Burçak, Tuz Stresi, Çimlenme Oranı, Fide Güç İndeksi

DETERMINATION OF GERMINATION AND SEEDLING CHARACTERISTICS OF BITTER VETCH (*Vicia ervilia* L.) PLANT UNDER SALT STRESS

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of salt stress on germination and seedling development of bitter vetch (*Vicia ervilia* L.). The research was conducted in Siirt University, Faculty of Agriculture, Field Crops Laboratory under controlled conditions of 25 ± 1 °C. The plant material of the study was local population. The laboratory study was set up in petri dishes with 4 replications according to the randomized plot design. In the study; salt (NaCl) 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM and 250 mM doses were applied the subject. At the end of

the 7th day in the experiment, measurements were made on 10 plants randomly selected from the plants in each petri dish. In the study; germination rate, mean germination time, coefficient of uniformity of germination, germination energy, germination index, seedling fresh weight and seedling vigor index parameters were examined. According to the results of the research; germination rate 13.3-93.3%, mean germination time 2.57-4.00 day, coefficient of uniformity of germination 3.33-36.12, germination energy 4.0-64.0, germination index 1.0-10.0, seedling fresh weight 72.7-185.6 mg and seedling vigor index 1.0-17.3 varied in ranges. It was determined that there were significant decreases in germination and seedling growth parameters, which were examined depending on the increase in salt concentrations.

Keywords: Bitter Vetch, Salinity, Germination Rate, Seedling Vigor Index

1. GİRİŞ

Toprak tuzluluğu, tarımsal verimliliği ve ekoloji-çevre ilişkisini ciddi şekilde etkiler. Yeryüzünde sulanan tarım arazilerinin yaklaşık % 20'sinin tuzluluktan etkilendiği tahmin edilmektedir (Xu ve ark., 2011). Bu anlamda tuzluluk, bitki büyümesini sınırlayan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir (Sabagh ve ark., 2021).

Yüksek tuz konsantrasyonları, özellikle bitkilerin; çimlenme ve fide gelişimini olumsuz yönde etkilemekte (Ghannadha ve ark., 2005; Lallu, 2005; Bera ve ark., 2006; Alom ve ark., 2016; Tang ve ark., 2022), bunun yanı sıra, bitkilerde su eksikliği (Munns ve Termaat, 1986), klor ve sodyuma bağlı olarak iyon toksisitesi (Niu ve ark., 1995) ve besin dengesizliği (Silberbush ve Ben-Asher, 2001; Bonilla ve ark., 2004) gibi olumsuz etkilenmeler de söz konusu olmaktadır. Bu nedenle, tuzluluk stresi altında bitkilerin büyümesini optimize etmek önemlidir (Bonilla ve ark., 2004). Çimlenme, bitki oluşumu için çok önemli bir aşamadır. Bu aşamada yüksek tuzluluğa karşı geliştirilmiş tolerans, aynı zamanda bitkisel üretimin stabilitesini arttırmayı da kolaylaştırabilir (Jajarmi, 2009).

Burçak (*Vicia ervilia* L.), Kuzey Amerika, Orta ve Batı Asya, Avrupa ve Afrika'nın ılıman bölgelerinde geniş bir dağılım gösteren tek yıllık baklagil yem bitkisidir (Arabestani ve ark., 2013). Diğer fiğ türlerine göre daha kıraç koşullarda yetişebilmekte, yetersiz yağış koşullarındaki ekimler için ideal bir ürün (Maxted, 1995; Abd El Moneim ve ark., 1997) olarak bilinmektedir. Bununla birlikte, bu türün tuzlu koşullardaki performansı, özellikle çimlenme ve fide aşamaları hakkında yeterli sayıda bilgi mevcut değildir. Baklagillerin çoğu tuza duyarlı türler olarak sınıflandırıldığı (Greenway ve Munns, 1980; Läuchli, 1984) da dikkate alındığında, tuzluluğun burçak bitkisi üzerindeki etkilerinin ortaya konması bu anlamda da önemli görülmektedir. Bu çalışmada, tuz konsantrasyonlarının burçak (*V. ervilia* L.)

tohumlarının çimlenme ve bazı fide gelişimi parametrelerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak, burçak (*V. ervilia* L.) bitkisinin yerel popülasyonu kullanılmıştır.

Çalışmada, tuzun (NaCl); 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM ve 250 mM dozları araştırmanın konusunu teşkil etmiştir. Laboratuvar denemesi, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, her bir tekerrür için 25 adet tohum kullanılmıştır. Tüm uygulamalarda tohumlar 1 dakika % 70 etil alkolde steril edildikten sonra 3 defa steril su ile durulanmıştır. Daha sonra tohum yüzeyindeki mikroorganizmaların deforme olması için 10 dakika % 10'luk sodyum hipoklorit (NaOCl) + % 0.01 tween20 solüsyonu ile tohumları kaplayacak şekilde yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Steril hale gelen tohumlar Petri (90 mm x 15 mm) kaplarında bulunan iki katlı Whatman filtre kâğıdının arasına yerleştirilmiştir.

Altı farklı konsantrasyonda hazırlanan tuz dozları, her bir Petri kabına 3 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Petri kapları 25±1 °C sıcaklığa ayarlı etüv (BINDER, GmbH, Almanya)'de çimlenmeye bırakılmıştır. Çalışmanın bittiği güne kadar 48 saatte bir 3 ml uygun tuz dozu Petri kaplarına ilave edilmiştir. Çalışmada, 24 saate 1 kez olacak şekilde her gün aynı saatte çimlenen tohumlar sayılmıştır. Deneme 7. günün sonunda her bir Petri kabındaki bitkilerden rastgele seçilen 10 bitki üzerinden fide yaş ağırlığı ölçümü yapılmıştır. Çalışmada, ayrıca; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme indeksi, çimlenme enerjisi ve fide güç indeksi özellikleri incelenmiştir.

Çimlenme oranı parametresi, her 12 saatte bir çimlenen tohumlar sayılarak Scott ve ark. (1984)'nın kullandığı Eşitlik 1'e göre belirlenmiştir.

$$\text{Çimlenme oranı} = (N_{CTS}/TS) \times 100 \quad (1)$$

Eşitlikte N_{CTS} , normal çimlenen tohum sayısını; TS , kullanılan toplam tohum sayısını ifade etmektedir.

Ortalama çimlenme süresi genel olarak tohumların çimlendiği günü belirlemede kullanılmakta olup, Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1981).

$$\text{Ortalama çimlenme süresi} = \sum (N_i T_i / N_i) \quad (2)$$

Burada N_i , T_i gününde çimlenen tohum sayısını; T_i , çimlenmenin başlangıcından itibaren geçen günlerin sayısını ifade etmektedir.

Çimlenme indeksi Eşitlik 3 (Wang ve ark., 2004), çimlenme üniformite katsayısı Eşitlik 4 (Bewely ve Black, 1994), çimlenme enerjisi Eşitlik 5 (Li ve ark., 2020) ve fide güç indeksi Eşitlik 6 (Kalsa ve Abebie, 2012) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Çimlenme indeksi} = \sum (G_i / T_i) \quad (3)$$

Eşitlikte G_i , i . gündeki çimlenme oranı ve T_i , çimlenme süresinin günleridir.

$$\text{Çimlenme üniformite katsayısı} = \sum n / \sum [(O\check{C}S - t)^2 n] \quad (4)$$

Eşitlikte t , ekim günü olan 0. günden başlayarak gün cinsinden süreyi; n , t gününde çimlenmeyi tamamlayan tohum sayısını ifade etmektedir.

$$\text{Çimlenme enerjisi} = (T_1 / N) \times 100 \quad (5)$$

Eşitlikte T_1 , birinci günde çimlenen tohum sayısını; N , toplam tohum sayısını ifade etmektedir.

$$\text{Fide güç indeksi} = \text{Çimlenme oranı} \times \text{fide yaş ağırlık (g)} \quad (6)$$

Elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, F testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

3. BULGULAR

Burçak tohumlarına farklı tuz konsantrasyonları ile muamele edilmeleri sonucunda elde edilen, bazı çimlenme ve fide gelişim parametrelerine ait veriler Tablo 1’de sunulmuştur. Araştırmada incelenen çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi yönünden uygulamalar arasında anlamlı ($p < 0.01$) farklılıklar bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Burçak tohumlarının bazı çimlenme ve fide özelliklerine tuz dozlarının etkisi*

Tuz dozları (mM)	Çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Çimlenme üniformite katsayısı	Çimlenme enerjisi	Çimlenme indeksi	Fide yaş ağırlığı (mg)	Fide güç indeksi
0	93.3 a	2.57 c	36.12 a	64.0 a	10.0 a	185.6 a	17.3 a
50	69.3 b	3.00 c	23.27 b	34.7 b	6.6 b	154.5 b	10.7 b
100	48.0 c	3.50 b	13.83 c	18.7 c	4.1 c	110.0 c	5.2 c
150	37.3 d	3.83 ab	9.77 d	9.3 d	2.9 d	98.4 cd	3.7 cd
200	24.0 e	3.50 b	6.90 d	6.6 d	1.9 e	85.0 cd	2.0 de
250	13.3 f	4.00 a	3.33 e	4.0 d	1.0 f	72.7 d	1.0 e
Önemlilik düzeyi (P)							
0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir.

Çimlenme oranı incelendiğinde, en yüksek değer % 93.3 ile kontrol (0 mM) grubunda tespit edilmiştir. En düşük çimlenme oranı ise 250 mM tuz konsantrasyonunda % 13.3 olarak belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi açısından en kısa sürede çimlenmeler 2.57 gün ile tuz stresinin yaşanmadığı kontrol grubunda belirlenmiştir. Çalışmada, en geç çimlenmeler ise en yüksek tuz dozunda (250 mM) 4.00 gün olarak saptanmıştır. Çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi bakımından en yüksek değerlere yine kontrol grubunda, sırasıyla; 36.12, 64.0, 10.0, 185.6 mg ve 17.3 olarak belirlenmiştir. İncelenen bu özelliklerde en düşük değerlere ise tuz dozunun en yüksek konsantrasyonu olan 250 mM uygulamasında elde edilmiştir (Tablo 1).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tohumların topraktaki artan tuz konsantrasyonu sırasında çimlenme yeteneği, hayatta kalma ve bitkinin gelişmesini devam ettirebilmesi için büyük öneme sahiptir. Toprak tuzluluğu, soğuk veya kuraklığın yarattığı strese benzer şekilde, kök dışındaki iyonların ozmotik bir stres oluşturarak bitkinin topraktan su almasını güçleştirmesi ve Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının artışına bağlı olarak toksik etki oluşturması nedeniyle bitki büyüme ve gelişimini etkilemektedir (Munns, 2005; Ampudia-Galvan ve Testerink, 2011; Day ve Uzun, 2016; Chen ve ark., 2020). Bitkilerin çimlenme görülen düzensizlikler, bitkilerin fide döneminden başlayarak çiçeklenme, olgunlaşma, hasat ve hasat sonrasına kadar geçen süreyi de etkileyebilmektedir (Gürbüz ve ark., 2009).

Çalışmamızda, artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak, burçak bitkisinin; çimlenme oranı, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi değerlerinin azaldığı ve 50 mM tuz konsantrasyonundan itibaren tuzluluk zararının etkilerinin ortaya çıktığı görülmüştür. Ortalama çimlenme süresi bakımından tuz stresinin olmadığı kontrol grubu ile 50 mM tuz stresi uygulanan dozda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın oluşmadığı görülmüş olup, 100 mM tuz konsantrasyonundan itibaren ortalama

çimlenme süresinin önemli oranda uzadığı tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu çalışmanın sonuçları, tuz stresinin burçakta tohum çimlenmesini ve bazı fide büyüme özelliklerini azalttığını göstermiştir. Burçak bitkisi ile yapılan sınırlı sayıdaki bazı çalışmalarda da, araştırmamız bulgularına benzer sonuçlar bildirilmiştir (Çöçü ve Uzun, 2011; Hojjat ve ark., 2019).

Farklı baklagil bitki türleri ile yapılan çalışmalarda da örneğin; yaygın fiğ (Akhtar ve Hussain, 2009), çemen (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021a), nohut (Ceritoglu ve ark., 2020; Dadaşoğlu ve ark., 2020), yem bezelyesi (Demirkol ve ark., 2019; Önal Aşçı ve Zambı, 2020; Açıkbaş ve Özyazıcı, 2021b), ak üçgül ve çayır üçgülü (Vahdati ve ark., 2012), koca fiğ (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021) ve yonca (Zhanwu ve ark., 2011; Çağan ve Kökten, 2014) bitkilerinde artan tuz konsantrasyonlarının başta çimlenme oranı olmak üzere, bazı çimlenme ve fide gelişim parametrelerini azalttığı rapor edilmiştir.

Bu araştırma sonucunda; burçak bitkisinde çimlenme ve fide gelişiminin en düşük tuz konsantrasyonundan (50 mM) itibaren olumsuz yönde etkilendiği dikkate alındığında, burçağın tuz stresine hassas olduğu söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Abd El Moneim, A.M., Saxena, M.C., El-Saleh, A., Nakkoul H., 1997. The status of breeding Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) for improved yield and quality at ICARDA in Lathyrus and Lathyrism, a Decade of Progress, Ed. by R. Tekle Haimanat and F. Lambein (Univ. of Ghent, Ghent, Belgium), pp. 81-83.
- Açıkbaş, S., Özyazıcı, M.A., 2021. Determination of priming application time with silicon in common grasspea (*Lathyrus sativus* L.). Ahi Evran International Conference On Scientific Research. November 30 - December 1-2, Vol. 3, s. 241-250.
- Açıkgöz, N., Açıkgöz, N., 2001. Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. Tek faktörlü denemeler. *Anadolu*, 11(1): 135-147.
- Akhtar, P., Hussain, F., 2009. Growth performance of *Vicia sativa* L. under saline conditions. *Pak. J. Bot.*, 41: 3075-3080.
- Alom, R., Hasan, M., Islam, M., Wang, Q.F., 2016. Germination characters and early seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under salt stress conditions. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 19(5): 383-392.
- Ampudia-Galvan, C.S., Testerink, C., 2011. Salt stress signals shape the plant root. *Current Opinion in Plant Biology*, 14: 296-302.
- Arabestani, A., Kadivar, M., Shahedi, M., Goli, S.A.H., Porta, R., 2013. Properties of a new protein film from bitter vetch (*Vicia ervilia*) and effect of CaCl₂ on its hydrophobicity. *Int. J. Biol. Macromol.* 57: 118-123.
- Bera, D., Kuiry, S.C., Seal, S., 2004. Synthesis of nanostructured materials using template-assisted electrodeposition. *Jom*, 56(1): 49-53.
- Bewely, J., Black, M., 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination, New York.
- Bonilla, C., Shriver, M.D., Parra, E.J., Jones, A., Fernández, J.R., 2004. Ancestral proportions and their association with skin pigmentation and bone mineral density in Puerto Rican women from New York city. *Human Genetics*, 115(1): 57-68.

- Ceritoglu, M., Erman, M., Yildiz, F., 2020. Effect of salinity on germination and some agromorphological traits in chickpea seedling. *ISPEC Journal of Agricultural Science*, 4(1): 82-96.
- Chen, T., Pineda, I.M.G., Brand, A.M., Stützel, H., 2020. Determining ion toxicity in cucumber under salinity stress. *Agronomy*, 10(5): 667.
- Çaçan, E., Kökten, K., 2014. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin tuzluluğa toleransının belirlenmesi. Türkiye 5. Uluslararası Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim, Diyarbakır.
- Çöçü, S., Uzun, O., 2011. Germination, seedling growth and ion accumulation of bitter vetch (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) lines under NaCl stress. *African Journal of Biotechnology*, 10(71): 15869-15874.
- Dadaşoğlu, E., Ekinci, M., Yıldırım, E., 2020. Effects of salt stress on seed germination of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Pea (*Pisum sativum* L.). *Atatürk Univ. J. Of Agricultural Faculty*, 51(1): 53-62.
- Day, S., Uzun, S., 2016. Farklı tuz konsantrasyonlarının yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenme ve ilk gelişim dönemlerine etkileri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 4: 636-641.
- Demirkol, G., Yılmaz, N., Önal Aşçı, Ö., 2019. Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3): 354-359.
- Ellis, R.A., Roberts, E.H., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9(2): 373-409.
- Ghannadha, M.R., M. Omid, R.A. Shshi and K. Poustini, 2005. A study of salt tolerance in genotypes of bread wheat using tissue culture and germination test. *Iranian J. Agric. Sci.*, 36: 75-85
- Greenway, H., Munns, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 31: 149-190.
- Gürbüz, A., Kaya, M., Türkan, A.D., Kaya, G., Kaya, M.D., Çiftçi, C.Y., 2009. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 69-74.
- Hojjat, S.S., Mozumder, C., Bora, T., Hornyak, G.L., 2019. Polyvinylpyrrolidone-coated silver nanoparticle mitigation of salinity on germination and seedling parameters of bitter vetch (*Vicia ervilia* L.) plants. *Nanotechnologies in Russia*, 14(11): 582-587.
- Jajarmi V. 2009. Effect of water stress on germination indices in seven wheat cultivar. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 49: 105-106.
- Kalsa, K.K., Abebie, B., 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* (Ten.), *African Journal of Agricultural Research*, 7(21): 3202-3208.
- Lallu, D.R., 2005. Salt tolerance of Mustard genotype at seedling stage. *Indian J Plant Physiol*, 14(2): 33-35.
- Läuchli A 1984 Salt exclusion: An adaptation of legumes for crops and pastures under saline conditions. In *Salinity tolerance in plants-Strategies for crop improvement*. Eds. R C Staples and G H Toenniessen. pp. 171-188. Wiley and Sons Ltd., New York.
- Li, W., Zhang, H., Zeng, Y., Xiang, L., Lei, Z., Huang, Q., Li, T., Shen, F., Cheng, Q., 2020. A salt tolerance evaluation method for sunflower (*Helianthus annuus* L.) at the seed germination stage. *Scientific Reports*, 10 (1): 1-9.
- Maxted, N., 1995. An Ecogeographical Study of *Vicia* Subgenus *Vicia*, Syst. Ecogeogr. Studies Crop Genepools 8 (International Plant Genetic Resources Inst., Rome, Italy).
- Munns, R., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167: 645-663.

- Munns, R., Termaat, A., 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aus. J. Plant Physiol.* 13: 143-160.
- Niu, X., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., Pardo, J.M., 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiol.* 109: 735-742.
- Önal Aşçı, Ö., Zambı, H., 2020. Farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı bezelye çeşit ve genotiplerinde bitki gelişimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(3): 274-284.
- Özyazıcı, G., Açıkbash, S., 2021a. Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) Bitkisinin Tuz Stresi Altında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi, International Hazar Scientific Research Congress-II, 10-12 April, Baku, Azerbaijan, s.347-353.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbash, S., 2021b. Tuz Stresinin Koca Fiğ (*Vicia narbonensis* L.) Bitkisinde Çimlenme Üzerine Etkileri, 2. International Baku Scientific Research Conference, 28-30 April, Baku, Azerbaijan, s.310-317.
- Sabagh, A.E.L., Hossain, A., Islam, M.S., Iqbal, M.A., Amanet, K., Mubeen, M., Nasim, W., Wasaya, A., Llanes, A., Ratnasekera, D., Singhal, R.K., Kumari, A., Meena, R.S., Abdelhamid, M., Hasanuzzaman, M., Raza, M.A., Özyazıcı, G., Ozyazıcı, M.A., Erman, M., 2021. Prospective role of plant growth regulators for tolerance to abiotic stresses. In: T. Aftab and K.R. Hakeem (Eds.), *Plant Growth Regulators*, 1st Eds., Springer, Cham., Switzerland, pp. 1-38.
- Scott, S.J., Jones, R.A., Williams, W.A., 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24: 1192-1199.
- Silberbush, M., Ben-Asher, J., 2001. Simulation study of nutrient uptake by plants from soilless cultures as affected by salinity buildup and transpiration. *Plant Soil*, 233: 59-69.
- Song, J., Fan, H., Zhao, Y.Y., Jia, Y.H., Du, X.H., Wang, B.S., 2008. Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an intertidal zone and on saline inland. *Aquat. Bot.* 88: 331-337.
- Tang, J., Li, M., Mao, P., Jiang, Y., 2022. Effects of Gamma-Aminobutyric Acid on Seed Germination, Ion Balance, and Metabolic Activity in Perennial Ryegrass Under Salinity Stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(4): 1835-1844.
- Vahdati, N., Tehranifar, A., Neamati, S.H., Selahvarzi, Y., 2012. Physiological and morphological responses of white clover (*Trifolium repens*) and red clover (*Trifolium pratense*) plants of salinity stress. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 2: 233-241.
- Wang, Y.R., Yu, L., Nan, Z.B., Liu, Y.L., 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Sciences*, 44(2): 535-541.
- Xu, X.Y., Fan, R., Zheng, R., Li, C.M., Yu, D.Y., 2011. Proteomic analysis of seed germination under salt stress in soybeans. *Journal of Zhejiang University Science B*, 12(7): 507-517.
- Zhanwu, G., Hui, Z., Jicai, G., Chunwul, Y., Chunsheng, M. and Deli, W., 2011. Germination responses of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seeds to various salt-alkaline mixed stress. *Afr. J. Agric. Res.*, 6:3793-3803.

ARI OTU (*Phacelia tanacetifolia* Bentham)'NA BORİK ASİT PRIMİNG UYGULAMASININ ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİM PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Mehmet Arif ÖZYAZICI

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt/Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-8709-4633

Semih AÇIKBAŞ

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt/Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-4384-3908

ÖZET

Bu çalışmada, farklı borik asit dozlarının arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Bentham) bitkisinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Laboratuvarı'nda, 25±1 °C kontrollü şartlar altında yürütülmüştür. Çalışmanın bitkisel materyalini “Sağlamtimur” arı otu çeşidi oluşturmuştur. Laboratuvar çalışması, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak petri kaplarında kurulmuştur. Araştırmanın konusunu; borik asitin (H₃BO₃) 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 ve 4.0 mM konsantrasyonu ile hidro-priming ve priming yapılmayan kontrol grupları teşkil etmiştir. Denemede 7. günün sonunda her bir Petri kabındaki bitkilerden rastgele seçilen 10 bitki üzerinden ölçümler yapılmıştır. Çalışmada; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi parametreleri incelenmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirmeler sonucunda, borik asit priming uygulamasının çimlenme ve fide gelişim parametrelerinin tamamını anlamlı derecede etkilediği belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; çimlenme oranı % 65.3-92.0, ortalama çimlenme süresi 2.40-3.10 gün, çimlenme üniformite katsayısı 21.3-38.6, çimlenme enerjisi 2.7-21.3, çimlenme indeksi 6.47-12.30, fide yaş ağırlığı 25.99-35.08 mg ve fide güç indeksi 8.49-16.11 arasında değişim göstermiştir. Borik asit ile priming uygulamalarının arı otu bitkisinde olumlu tepkiler verdiği, çimlenme ve bazı fide gelişim özelliklerini iyileştirdiği görülmüştür. Arı otunda, çimlenme ve fide gelişimi için tohumların ekim öncesinde 3.0 mM borik asit konsantrasyonu ile ön işleme tabi tutulması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arı otu, Borik asit, Priming, Çimlenme Oranı, Fide Güç İndeksi

EFFECT OF BORIC ACID PRIMING APPLICATION TO PHACELIA (*Phacelia tanacetifolia* Bentham) ON GROWTH AND SEEDLING DEVELOPMENT PARAMETERS

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of seed pre-treatment with boric acid on germination and seedling growth parameters in phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Bentham). The research was conducted in Siirt University, Faculty of Agriculture, Field Crops Laboratory under controlled conditions of 25 ± 1 °C. The plant material of the study consisted of “Sağlamtimur” phacelia variety. The laboratory study was set up in petri dishes according to the randomized plot design with 4 replications. In the research, the hydro-priming application with the 0.5, 1, 2, 3, and 4 mM concentration of boric acid and the group that was not primed as a control constituted the subject of the research. In the study; germination rate, average germination time, germination uniformity coefficient, germination energy, germination index, seedling fresh weight, seedling dry weight and seedling vigor index parameters were investigated. According to the results of the research, it was determined that boric acid priming application significantly affected all germination and seedling growth parameters. In the study; germination rate 65.3-92.0%, average germination time 2.40-3.10 days, germination uniformity coefficient 21.3-38.6, germination energy 2.7-21.3, germination index 6.47-12.30, seedling fresh weight 25.99-35.08 mg, and seedling vigor index 8.49-16.11 varied in ranges. It has been observed that priming applications with boric acid give positive responses in the phacelia and improve germination and some seedling growth characteristics. Depending on the boric acid priming application, the best results in terms of germination and seedling growth were determined in the application of 3 mM boric acid.

Keywords: Phacelia, Boric Acid, Priming, Germination Rate, Seedling Vigor Index

1. GİRİŞ

Hydrophyllaceae familyasından, Kuzey ve Orta Amerika orjinli, tek yıllık, otsu bir bitki olan arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) (Kirk, 2005; Bacq-Labreuil ve ark., 2019; Türk ve Alagöz, 2020), dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Kirk, 2005). Örtü bitkisi ve yeşil gübre bitkisi olarak da değerlendirilen arı otu (Bacq-Labreuil ve ark., 2019), aynı zamanda iyi bir arı merası bitkisidir. Bitki, insan tüketimi için mükemmel kalitede bal sağlayan ve bu yönüyle de bal arılarını cezbeden dünyanın en iyi bitkileri arasında yer almaktadır (Kus ve ark., 2018; Stanek ve ark., 2019). Çoğunlukla arı merası olarak kullanılan bu bitkinin yem bitkisi olarak kullanılabilirliği üzerine de çok sayıda çalışmalar (Yılmaz ve Albayrak, 2017; Türk ve Alagöz, 2019; Akbay ve ark., 2020) mevcuttur.

Arı otu tohumları küçük olduğundan yetiştiriciliğinde iyi bir tohum yatağı hazırlığı büyük önem taşımaktadır. Küçük tohumlu bitkilerde ekim öncesi tohum ön uygulamaları, tohumların tohum yatağındaki çevresel faktörlerden en az etkilenecek daha hızlı ve homojen çimlenme ve çıkış sağlamalarında rol oynamaktadır. Bu bağlamda çeşitli ajanlar kullanılarak yapılan priming uygulamaları, bitkilerin hassas oldukları çimlenme ve fide gelişim süreçlerinde birçok bitkide olumlu etkiler gösterdiği çok sayıda araştırmalarla ortaya konmuştur (Zhu ve ark., 2010; Siddiqui ve Al-Whaibi, 2014; Roohizadeh ve ark., 2015; Tantawy ve ark., 2015; Açıkbaş ve Özyazıcı, 2021). Bu amaçla priming tekniğinde borik asit yaygın olarak kullanılmaktadır. Borik asidin, çeltikte ortalama çimlenmeyi, çimlenme yüzdesini, çimlenme enerjisini ve çimlenme süresini (Farooq ve ark., 2011), buğdayda fide çıkışı, büyüme ve verimini (Iqbal ve ark., 2017), çimlenme ve fide gelişim parametrelerini (Chakraborty ve Bose, 2020) iyileştirdiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada, farklı dozlardaki borik asit tohum ön uygulamalarının arı otu (*P. tanacetifolia* Benth) bitkisinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak, 'Sağlamtimur' arı otu (*P. tanacetifolia*) çeşidi kullanılmıştır.

Araştırmanın konusunu; 5 farklı borik asit (H_3BO_3) dozları (0.5 mM, 1.0 mM, 2.0 mM, 3.0 mM ve 4.0 mM) ile saf su ile ön uygulama (hidro-priming, HP) ve ön uygulama yapılmayan kontrol konusu oluşturmuştur.

Laboratuvar denemesi, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, her bir tekerrür için 25 adet tohum kullanılmıştır. Tüm uygulamalarda tohumlar 1 dakika % 70 etil alkolde steril edildikten sonra 3 defa steril su ile durulanmıştır. Daha sonra tohum yüzeyindeki mikroorganizmaların deforme olması için 10 dakika % 10'luk sodyum hipoklorit ($NaOCl$) + % 0.01 tween20 solüsyonu ile tohumları kaplayacak şekilde yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Steril hale gelen tohumlar Petri (90 mm x 15 mm) kaplarında bulunan iki katlı Whatman filtre kâğıdının arasına yerleştirilmiştir.

Borik asit ve hidro-priming uygulamalarında, her bir Petri kabına tohum/solüsyon oranı 2:1 g/ml olacak şekilde ayarlanmış (Johnson ve ark., 2005); her bir Petri kabına 5 ml olacak şekilde solüsyon uygulanarak, 8 saat süreyle tohumlar priming için bekletilmiştir. Bekletme süreleri tamamlanan tohumlar kuru filtre kâğıdı arasına alınarak önce başlangıç nemine kadar (% $3\pm$) (Jatana ve ark., 2020) kurutulmuş ve daha sonra 24 saat kurumaya bırakılmıştır.

Priming uygulanan tohumlar ile ön uygulama yapılmayan tohumlar yeni Petrilere yerleştirilmiş ve her Petri kabına 5 ml saf su eklenmiştir. Petri kapları 25 ± 1 °C sıcaklığa ayarlı etüv (BINDER, GmbH, Almanya)'de çimlenmeye bırakılmıştır. Çalışmada, 24 saate 1 kez olacak şekilde her gün aynı saatte çimlenen tohumlar sayılmıştır. Çalışmanın bittiği güne kadar 48 saatte bir (nemlilik durumuna göre) 5 ml saf su tüm Petri kaplarına ilave edilmiştir.

Deneme 7. günün sonunda her bir Petri kabındaki bitkilerden rastgele seçilen 10 bitki üzerinden fide yaş ağırlığı ölçümü yapılmıştır. Çalışmada, ayrıca; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme indeksi, çimlenme enerjisi ve fide güç indeksi özellikleri incelenmiştir.

Çimlenme oranı parametresi, her 12 saatte bir çimlenen tohumlar sayılarak Scott ve ark. (1984)'nın kullandığı Eşitlik 1'e göre belirlenmiştir.

$$\text{Çimlenme oranı} = (N_{CTS}/TS) \times 100 \quad (1)$$

Eşitlikte N_{CTS} , normal çimlenen tohum sayısını; TS , kullanılan toplam tohum sayısını ifade etmektedir.

Ortalama çimlenme süresi genel olarak tohumların çimlendiği günü belirlemede kullanılmakta olup, Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1981).

$$\text{Ortalama çimlenme süresi (OÇS)} = \sum (N_i T_i / N_i) \quad (2)$$

Burada N_i , T_i gününde çimlenen tohum sayısını; T_i , çimlenmenin başlangıcından itibaren geçen günlerin sayısını ifade etmektedir.

Çimlenme indeksi Eşitlik 3 (Wang ve ark., 2004), çimlenme üniformite katsayısı Eşitlik 4 (Bewely ve Black, 1994), çimlenme enerjisi Eşitlik 5 (Li ve ark., 2020) ve fide güç indeksi Eşitlik 6 (Kalsa ve Abebie, 2012) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Çimlenme indeksi} = \sum (G_i / T_i) \quad (3)$$

Eşitlikte G_i , i. gündeki çimlenme oranı ve T_i , çimlenme süresinin günleridir.

$$\text{Çimlenme üniformite katsayısı} = \sum n / \sum [(OÇS - t)^2 n] \quad (4)$$

Eşitlikte t , ekim günü olan 0. günden başlayarak gün cinsinden süreyi; n , t gününde çimlenmeyi tamamlayan tohum sayısını ifade etmektedir.

$$\text{Çimlenme enerjisi} = (T_1/N) \times 100 \quad (5)$$

Eşitlikte T_1 , birinci günde çimlenen tohum sayısını; N , toplam tohum sayısını ifade etmektedir.

$$\text{Fide güç indeksi} = \text{Çimlenme oranı} \times \text{fide yaş ağırlık (g)} \quad (6)$$

Elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, F testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

3. Bulgular

Arı otu tohumlarına farklı konsantrasyonlarda borik asit priming uygulamaları sonucunda elde edilen, bazı çimlenme ve fide gelişim parametrelerine ait veriler Tablo 1’de sunulmuştur. Araştırmada incelenen çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ($p < 0.05$) ve fide güç indeksi yönünden uygulamalar arasında anlamlı ($p < 0.01$) farklılıklar bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Arı otu tohumlarının bazı çimlenme ve fide özelliklerine borik asit priming dozlarının etkisi*

Borik asit dozları (mM)	Çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Çimlenme üniformite katsayısı	Çimlenme enerjisi	Çimlenme indeksi	Fide yaş ağırlığı (mg)	Fide güç indeksi
Kontrol	65.3 c	3.10 a	21.3 c	2.7 c	6.47 c	25.99 b	8.49 c
HP	77.3 bc	2.87 ab	27.2 bc	9.3 bc	8.70 bc	30.41 ab	11.73 bc
0.5	69.3 bc	2.43 b	28.4 b	13.3 abc	8.97 bc	26.02 b	9.01 c
1.0	72.0 bc	2.73 ab	26.3 bc	10.7 abc	8.47 bc	28.85 ab	10.35 bc
2.0	76.0 bc	2.57 ab	29.5 b	12.0 abc	9.30 b	26.12 b	9.93 bc
3.0	92.0 a	2.40 b	38.6 a	21.3 a	12.30 a	35.08 a	16.11 a
4.0	80.0 ab	2.53 b	32.1 ab	17.3 ab	10.43 ab	31.68 ab	12.70 b
Önemlilik düzeyi (P)							
	0.0002	0.0064	0.0001	0.0036	0.0002	0.0232	0.0001

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir, HP: Hidro-priming

Çimlenme oranı incelendiğinde, en yüksek değer 3.0 mM borik asit uygulamasında (% 92.0) tespit edilmiştir. En düşük çimlenme oranı priming uygulaması yapılmayan kontrol grubunda (% 65.3) belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi yönünden, borik asitin 0.5, 3.0 ve 4.0 mM dozlarında en kısa sürede çimlenmeler gerçekleşmiştir. Çimlenme üniformite katsayısı bakımından en yüksek değer 38.6 ile 3.0 mM borik asit dozunda tespit edilirken, bu doz ile 4.0 mM borik asit dozu istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. En düşük çimlenme üniformite katsayısı değeri 21.3 ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. İncelenen parametrelerden çimlenme enerjisinde en yüksek değer 3.0 mM borik asit uygulamasında 21.3 olarak bulunmuştur. Ancak, çimlenme enerjisi yönünden 3.0 mM borik asit dozu ile 0.5, 1.0, 2.0 ve 4.0 mM borik asit uygulamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. En düşük çimlenme enerjisi ise 2.7 değeriyle yine kontrol grubunda belirlenmiştir. Çimlenme

indeksi parametresi incelendiğinde, en yüksek değer (12.30) 3.0 mM borik asit uygulamasında belirlenirken, bu değeri 4.0 mM borik asit uygulaması (10.43) izlemiştir. Fide yaş ağırlığı bakımından en yüksek değer 35.08 ile borik asitin 3.0 mM dozunda belirlenirken; bu doz ile HP, 1.0 mM ve 4.0 mM borik asit uygulamaları istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. Fide güç indeksi incelendiğinde, en yüksek değer 3.0 mM borik asit uygulamasında, en düşük değerlerin ise kontrol grubu ve 0.5 mM borik asit uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 1).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Artan borik asit priming uygulamaları, çimlenme oranında olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Buna göre, 3.0 mM borik asit uygulamasına kadar çimlenme oranı artmış, bu dozdan sonra ise istatistiksel olarak önemsiz olmakla beraber çimlenme oranı azalmıştır. Benzer şekilde, borik asit priming uygulamaları, hidro-priming ve kontrol uygulamalarına göre ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, borik asit priming uygulamaları, kontrol ve hidro-priming uygulamalarına göre çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi özelliklerini iyileştirmiştir. Farklı bitki türleri ile yapılan borik asit priming uygulamalarının, çimlenme ve fide gelişim parametrelerini olumlu yönde etkilediği birçok araştırmada da rapor edilmiştir (Ajouri ve ark., 2004; Farooq ve ark., 2011; Iqbal ve ark., 2012; Shahverdi ve ark., 2017; Ceritoglu ve ark., 2021; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021).

Sonuç olarak, borik asit ile priming uygulamalarının arı otu bitkisinde olumlu tepkiler verdiği, çimlenme ve bazı fide gelişim özelliklerini iyileştirdiği görülmüştür. Arı otunda çimlenme ve fide gelişimi için tohumların ekim öncesinde 3.0 mM borik asit konsantrasyonu ile ön işleme tabi tutulması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Açıkbaş, S., Özyazıcı, M.A., 2021. Yaygın mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) tohumlarına silisyum ön uygulamasının çimlenme üzerine etkileri. 3. *International African Conference on Current Studies*, 27-28 February, Abomey-Calavi, Benin, s. 404-412.
- Açıkgöz, N., Açıkgöz, N., 2001. Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. Tek faktörlü denemeler. *Anadolu*, 11(1): 135-147.
- Ajouri, A., Asgedom, H., Becker, M., 2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167: 630-636.
- Akbay, F., Kamalak, A., Erol, A., 2020. Arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nın vejetatif dönemlerinin ot verimine, besin madde içeriğine ve metan üretimine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4): 981-985.
- Bacq-Labreuil, A., Crawford, J., Mooney, S.J., Neal, A.L., Ritz, K., 2019. *Phacelia* (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) affects soil structure differently depending on soil texture. *Plant Soil*, 441: 543-554.

- Bewely, J., Black, M., 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. New York.
- Ceritoglu, M., Çığ, F., Erman, M., 2021. Influence of different concentrations of boric acid and priming time on barley germination and seedling growth. *International İstanbul Modern Scientific Research Congress-II*, 23-25 Aralık, İstanbul, pp. 409-416.
- Chakraborty, P., Bose, B., 2020. Effects of magnesium nitrate and boric acid on germination and seedling growth parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.) var. HUW-468. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(4): 804-808.
- Ellis, R.A., Roberts, E.H., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9(2): 373-409.
- Farooq, M., Rehman, A., Aziz T., Habib, M., 2011. Boron nutripripping improves the germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 34: 1507-1515.
- Iqbal, S., Farooq, M., Cheema, S.A., Afzal, I., 2017. Boron seed priming improves the seedling emergence, growth, grain yield and grain biofortification of bread wheat. *International Journal of Agriculture & Biology*, 19(1): 177-182.
- Iqbal, S., Farooq, M., Nawaz, A., Rehman, A.U., Rehman, A., 2012. Optimizing boron seed priming treatment for improving the germination and early seedling growth of wheat. *Journal of Agriculture and Social Science*, 8: 57-61.
- Jatana, B.S., Ram, H., Gupta, N., 2020. Application of seed and foliar priming strategies to improve the growth and productivity of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Research Communications*, 48: 383-390.
- Johnson, S.E., Lauren, J.G., Welch, R.M., Duxbury, J.M., 2005. A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. *Experimental Agriculture*, 41: 427-448.
- Kalsa, K.K., Abebie, B., 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* (Ten.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(21): 3202-3208.
- Kirk, W., 2005. *Phacelia*. *Bee World*, 86: 14-16.
- Kus, P., Jerkovic, I., Marijanovic, Z., Kranjac, M., Tuberoso, C., 2018. Unlocking *Phacelia tanacetifolia* benth. honey characterization through melissopalynological analysis, color determination and volatiles chemical profiling. *Food Res. Int.*, 106: 243-253.
- Li, W., Zhang, H., Zeng, Y., Xiang, L., Lei, Z., Huang, Q., Li, T., Shen, F., Cheng, Q., 2020. A salt tolerance evaluation method for sunflower (*Helianthus annuus* L.) at the seed germination stage. *Scientific Reports*, 10(1): 1-9.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaz, S., 2021. Borik asit priming uygulamasının yem bezelyesi [*Pisum sativum* ssp. *arvense* L. (Poir.)]'nin çimlenme ve fide gelişimine etkileri. *ISPEC 8th International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development*, 24-25 December, Bingöl, Turkey, s. 1093-1105.
- Roohizadeh, G., Majd, A., Arbabian, S., 2015. The effect of sodium silicate and silica nanoparticles on seed germination and some of growth indices in the *Vicia faba* L. *Trop Plant Res.*, 2(2): 85-89.
- Scott, S.J., Jones, R.A., Williams, W.A., 1984. Review of Data Analysis Methods for Seed Germination. *Crop Science*, 24: 1192-1199.
- Shahverdi, M.A., Omid, H., Tabatabaei, S.J., 2017. Determination of optimum duration and concentration of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) seed priming with boric acid (H_3BO_3). *Turkish Journal of Agricultural Research*, 4(1): 24-30.
- Siddiqui, M.H., Al-Whaibi, M.H., 2014. Role of nano-SiO₂ in germination of tomato (*Lycopersicon esculentum* seeds Mill.). *Saudi J. Biol. Sci.*, 21: 13-17.

- Stanek, N., Teper, D., Kafarski, P., Jasicka-Misiak, I., 2019. Authentication of phacelia honeys (*Phacelia tanacetifolia*) based on a combination of HPLC and HPTLC analyses as well as spectrophotometric measurements. *LWT*, 107: 199-207.
- Tantawy, A.S., Salama, Y.A.M., El-Nemr, M.A., Abdel-Mawgoud, A.M.R., 2015. Nano silicon application improves salinity tolerance of sweet pepper plants. *Int. J. Chem. Tech. Res.*, 8(10): 11-17.
- Türk, M., Alagöz, M., 2019. Farklı azot dozu ve biçim zamanlarının arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nun ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 286-293.
- Türk, M., Alagöz, M., 2020. The effects of different nitrogen doses on seed yield and some agricultural characteristics of phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). *Turkish Journal of Science and Engineering*, 2(2): 53-56.
- Wang, Y.R., Yu, L., Nan, Z.B., Liu, Y.L., 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Sciences*, 44(2): 535-541.
- Yılmaz, H., Albayrak, S., 2017. Eskişehir ekolojik koşullarında azotlu gübrelemenin arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nun ot verimi üzerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1): 96-103.
- Zhu, S.Y., Hong, D.L., Yao, J., Zhang, X.L., Luo, T.K., 2010. Improving germination, seedling establishment and biochemical characters of aged hybrid rice seed by priming with KNO₃ + PVA. *African Journal of Agriculture Research*, 5(1): 78-83.

BİYOGAZ ATIKLARI, VERMİKOMPOST ve AHIR GÜBRESİ UYGULAMALARININ YONCA (*Medicago sativa* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BAZI VERİM BİLEŞENLERİNE ETKİLERİ

Dr. Emre KARA

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops,
South Campus, Aydın, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0002-5535-8398

Prof. Dr. Mustafa SÜRMEN

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops,
South Campus, Aydın, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0001-9748-618X

ÖZET

Üretimde kimyasal gübre masraflarının artması, topraklarımızda görülen verimsizleşme, erozyon ve küresel iklim değişikliğine bağlı olarak kuraklık günümüzde tarımsal üretimin sürdürülebilir hale getirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Hayvansal üretimde en temel kaba yem kaynaklarından olan yonca yüksek verimli ve çok yıllık olması sebebiyle oldukça yaygın yetiştirilmektedir. Buğdaygil türleri kadar fazla gübre talebi olmasa da yonca yetiştiriciliğinde kimyasal gübre kullanımı önemli giderlerden birini oluşturmaktadır. Bu amaçla 2018-2020 yıllarında yonca yetiştiriciliğinde 5 farklı gübreleme uygulamasının (katı biyogaz atığı, sıvı biyogaz atığı, vermikompost, ahır gübresi, kimyasal gübre) bazı verim bileşenlerine olan etkileri incelenmiştir. Bu bileşenler arasında kanopi kaplılık (%), bitki boyu (cm), gövde çapı (mm) ve yan dal sayısı bulunmaktadır. Denemeden elde edilen verilere göre kimyasal gübrenin genel olarak verim bileşenlerine olan artışta önemli rolü olduğu görülmesine rağmen katı biyogaz atığı ve ahır gübresinin de yonca üretiminde değerlendirilebileceği tespit edilmiştir. Kimyasal gübrenin bitki gelişiminde hızlı tepki vermesi kaçınılmazdır. Ancak sürdürülebilir üretim kaygıları, artan maliyetleri azaltma çabaları sebebiyle kimyasal gübre kullanımını azaltma noktasında belirtilen toprak düzenleyicilerin tek başına ya da kombine uygulanması olumlu gelişmeler ortaya koyacaktır. Ancak organik gübrenin hammaddesi konusunda bulunabilecek toksik bileşenler veya ağır metaller hususunda da oldukça dikkatli olunmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Organik gübre, yonca, sürdürülebilirlik, verim bileşenleri

IMPACTS OF BIOGAS DIGESTATE, VERMICOMPOST AND MANURE APPLICATIONS ON SOME YIELD COMPONENTS OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.) PRODUCTION

ABSTRACT

The increase in the cost of chemical fertilizers in production, the infertility in our soils, erosion and drought due to global climate change have made it necessary to make agricultural production sustainable. Although there is not as much demand for fertilizer as the grass species, the use of chemical fertilizers in alfalfa constitutes one of the important expenses. For this

purpose, the effects of 5 different fertilization applications (solid biogas digestate, liquid biogas digestate, vermicompost, cattle manure, chemical fertilizer) on some yield components in alfalfa cultivation in 2018-2020 were investigated. These components include canopy coverage (%), plant height (cm), stem diameter (mm) and number of lateral branches. According to the data obtained from the experiment, it has been determined that although chemical fertilizers have an important role in the increase in yield components in general, solid biogas digestate and cattle manure can also be evaluated in alfalfa production. It is inevitable that chemical fertilizers react quickly in plant development. However, due to sustainable production concerns and efforts to reduce increasing costs, the application of soil conditioners alone or in combination with chemical fertilizer will reveal positive developments at the point of reducing the use of chemical fertilizers. However, one should be very careful about toxic components or heavy metals that can be found in the feedstock of organic fertilizer.

Keywords: Organic fertilizer, alfalfa, sustainability, yield components

1. INTRODUCTION

Alfalfa (*Medicago sativa* L.), one of the most produced forage crops in crop rotation systems, not only feeds animals but also improves soil properties as a quality perennial legume forage crop. In addition, it is the most utilized forage crop in many different environments worldwide due to its high forage yield and high adaptability to different climatic conditions (Benabderrahim vd., 2018). Different forage crops vary depending on animal needs and climatic characteristics, and alfalfa is the most remarkable species among these species (Capstaff ve Miller, 2018). The inclusion of alfalfa in crop rotations can reduce the need for chemical fertilizers and improve biological productivity by promoting microbiological activity in nutrient-poor soils with continuous cereal cultivation. This may reduce nitrogen losses and provide positive effects on soils in terms of nutrients (Tomasoni vd., 2011).

Sustainable and economic crop production will only be possible with quality soil. Soil quality is defined as "the capacity of a soil to function within ecosystem boundaries to maintain biological productivity, protect environmental quality and improve plant and animal health" (Pellegrino vd., 2020).

Mineral fertilization is undoubtedly one of the indispensable agronomic practices in agricultural production. By 2050, it will be necessary to increase agricultural production by a factor of 1.7 to feed a world population that will probably reach 9 billion people (Elouear et al., 2016). In recent years, consumption amounts have increased alarmingly due to this demand (Adjesiwor ve Islam, 2016), and economically, mineral fertilizer applications are quite expensive (Doğan et al. 2020; Hirel et al., 2011; Nazlı et al., 2014; Walsh et al., 2018).

Intensive use of mineral fertilizers in areas where forage crops are cultivated increases production costs. The preference of farmyard manure, which is abundantly obtained by animal producers, in these areas will both create a cycle between plant and animal production in farms and will enable high yields to be obtained with a more economical production compared to the use of mineral fertilizers (Annicchiarico vd., 2011; Martiniello vd., 2010; Newton vd., 2003; Yolcu vd., 2016).

Manure is, ultimately, an important source of organic nutrition for field crops. However, some reservations about the use of this manure (weed problem, late mineralization, some environmental problems) limit its use. Vermicompost is a valuable compost and biocontrol material and an effective way of solid waste management. In terms of improving soil health, vermicompost production is a more beneficial option than traditional solid waste management practices such as composting and landfilling (Elouear vd., 2016).

Another alternative fertilizer source is digestates obtained from biogas plants. With the increasing interest in renewable energy in developed countries, the production and use of biogas, which is one of these sources, is gradually increasing (Baral vd., 2017).

In the current experiment, new fertilization strategies that can substitute mineral fertilizers or reduce the use of mineral fertilizers by evaluating these organic resources were examined.

2. RESEARCH AND FINDINGS

2.1. Material and Method

The experiment was conducted in the lands of Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Research and Application Farm located in Çakmar Neighborhood of Aydın province (37°45'50" N, 27°45'34" E, Altitude: 28 m). According to the soil characteristics of the land where the research was conducted, it is seen that the soil structure is low in terms of organic matter and has a sandy loam soil structure. It was observed that soil pH was high (8,16) and it had high values in terms of exchangeable potassium and magnesium. It was determined that % lime and exchangeable sodium were at low levels while useful zinc was at critical level. Analyses were carried out at the Soil Science and Plant Nutrition Laboratories of Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture.

When the climatic characteristics of the trial area were analyzed, it was found that there were differences between the precipitation and temperature values in the years the trial was conducted. Especially the precipitation in November and January in the first year of the experiment was very high compared to the long-term climate data. This situation caused serious flooding in Aydın plain. Likewise, according to the data of 2019/2020, the second year of the experiment, the situation was exactly the opposite. According to monthly temperature averages, while the first year was colder in winter and hotter in summer compared to the long-term

average, the second year showed higher values than the long-term average throughout the year (Table 2.1.).

Table 2.1. Monthly climatic characteristics of Aydın province for the years in which the experiment was conducted and long-term averages*

	Temperature (°C)			Precipitation (mm)		
	2018/2019	2019/2020	Long Term	2018/2019	2019/2020	Long Term
November	8.8	16.5	13.4	127.3	65.1	85.6
December	4.2	10.5	9.4	93	117.7	111.5
January	8.5	7.7	8.2	206	91.5	109.8
February	10.6	10.4	9.4	58.3	90.7	86.1
March	13.3	13.3	12.1	28.6	65.6	71.8
April	16	16.8	16.2	56.9	57.7	50.9
May	21.6	22	21	11.9	33.9	40.3
June	26.9	25.3	26	26.9	20.2	14.5
July	28.5	29.8	28.6	1.2	0	6.1
August	29.3	29.1	28.1	0	0.7	6.7
September	24.4	27	23.9	16.6	0	16.9
October	21.4	21.2	18.8	29.4	42.8	41.1
Mean	17.8	19.1	17.9			
Total				656.1	585.9	641.3

Özpinar variety of alfalfa was used as seed material in the experiment. The applied fertilizer material and amounts are given in Table 2.2.

Table 2.2. Fertilizer materials and usage amounts applied to alfalfa

	Fertilizer	1st application	2nd application
Alfalfa	Solid Biogas Digestate	1.5 t/da	-
	Liquid Biogas Digestate	3 t/da	-
	Vermicompost	300 kg/da	-
	Cattle Manure	3 t/da	-
	Mineral Fertilizer	4 kg/da N + 8 kg/da P ₂ O ₅	4 kg/da N + 8 kg/da P ₂ O ₅ (2nd year)

While 1 kg/da alfalfa seed was used for sowing, some yield components such as plant height (cm), main stem diameter (mm), canopy coverage (%), number of lateral branches (number), leaf/stem ratio were examined. Canopy coverage measurements were made with Canopeo smartphone application.

For statistical analyses, split-plot experimental design (Yurtsever, 1984) was used, including fertilizer and year in terms of yield components. Data were grouped using LSD multiple grouping test.

2.2. Findings

When alfalfa plant height averages were evaluated, there was a statistically significant difference between the years and plant height was measured as 63.45 cm in the first season and 86.15 cm in the second season. According to the averages of fertilizer treatments, the highest value was obtained from mineral fertilizer with 79.77 cm. This was followed by cattle manure with 76.2 cm and solid biogas digestate with 75.05 cm. The lowest plant height was obtained from vermicompost application with 70.71 cm (Table 2.3.)

Table 2.3. Plant height averages (cm)* for the effects of different fertilizers on plant height of alfalfa in two seasons

Fertilizer	Seasons		Mean
	1 st Season	2 nd Season	
Mineral fertilizer	67.74	91.80	79.77 ^A
Cattle Manure	64.51	87.92	76.21 ^B
Vermicompost	58.31	83.11	70.71 ^C
S.Biogas Digestate	66.89	83.20	75.05 ^B
L.Biogas Digestate	59.80	84.74	72.27 ^C
Mean	63.45 ^B	86.15 ^A	

* There is a statistical difference at 1% level between the averages indicated with different letters.

When alfalfa stem diameter averages were evaluated, the difference between the years was 4.33 mm in the first season and 2.82 mm in the second season. According to fertilizer averages, the highest value (3.71 mm) belonged to solid biogas digestate application, followed by mineral fertilizer application with 3.63 mm. The lowest value was obtained from vermicompost application with 3.45 mm (Table 2.4.).

Table 2.4. Mean stem diameter (mm)* of alfalfa in forage crop production systems where different fertilizers are applied

Fertilizer	Seasons		Mean
	1 st Season	2 nd Season	
Mineral fertilizer	2.97	4.28	3.63 ^{AB}
Cattle Manure	2.80	4.17	3.49 ^{CD}
Vermicompost	2.56	4.33	3.45 ^D
S.Biogas Digestate	2.97	4.45	3.71 ^A
L.Biogas Digestate	2.78	4.40	3.59 ^{BC}
Mean	2.82 ^B	4.33 ^A	

* There is a statistical difference at 1% level between the averages indicated with different letters.

Canopy cover (%) was measured on the 15th and 25th days after the first mowing in alfalfa. According to the results obtained from the first measurement, it was seen that mineral fertilizer had a higher canopy cover, while in the second measurement, although the values were close to each other, it was seen that it had the highest degree together with liquid biogas digestate. The striking result here is that liquid biogas digestate had the lowest canopy cover in the first measurement and the highest value in the second measurement (Table 2.5.).

Table 2.5. Mean canopy cover (%) of alfalfa in forage crop production systems where different fertilizers are applied

Fertilizer	1 st Measurement	2 nd Measurement
Mineral fertilizer	43.73	96.95
Cattle Manure	42.05	94.67
Vermicompost	40.70	91.78
S.Biogas Digestate	35.72	96.39
L.Biogas Digestate	39.44	97.62
Mean	40.33	95.48

The average number of lateral branches in alfalfa was 8.69 and did not show a significant change between years. In terms of fertilizer averages, the highest value (9.13) belonged to alfalfa treated with mineral fertilizer application, followed by alfalfa treated with solid biogas digestate with 8.77. The lowest value was obtained from liquid biogas digestate with 8.48 (Table 2.6.).

Table 2.6. The averages of the number of lateral branches of alfalfa in forage crop production systems where different fertilizers are applied*

Fertilizer	Seasons		Mean
	1 st Season	2 nd Season	
Mineral fertilizer	9.14	9.11	9.13 ^A
Cattle Manure	8.05	9.11	8.58 ^{BC}
Vermicompost	8.47	8.50	8.48 ^C
S.Biogas Digestate	9.23	8.31	8.77 ^B
L.Biogas Digestate	8.27	8.69	8.48 ^C
Mean	8.63	8.74	

* There is a statistical difference at 1% level between the averages indicated with different letters.

3. CONCLUSION

- Alfalfa is one of the most preferred forage crops worldwide due to its nutritional properties.
- Due to the increase in mineral fertilizer prices due to global climate change and crises and the problems experienced in terms of sustainability, different organic resources should be used in agricultural production.
- Among these sources, biogas wastes and vermicomposts are among the alternative organic sources since the separation of the most commonly used barn manure in the soil may take a long time.
- The results of the yield parameters obtained from the experiment show that the use of chemical fertilizers is inevitable in terms of yield. However, it is seen that biogas wastes and barnyard manure also show positive results in yield.

Acknowledgment

This study is part of a doctoral dissertation conducted at Aydın Adnan Menderes University, Institute of Natural and Applied Sciences. We would also like to thank ADU- BAP Coordinatorship (Project No: ZRF-18026) for financial support.

REFERENCES

Adjesiwor, A. T. ve Islam, M. A. (2016). Rising nitrogen fertilizer prices and projected increase in maize ethanol production: the future of forage production and the potential of legumes in forage production systems. Grassland Science, 62(4), 203–212.

Annicchiarico, G., Caternolo, G., Rossi, E., Martiniello, P. (2011). Effect of manure vs. fertilizer inputs on productivity of forage crop models. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(6), 1893–1913.

Baral, K. R., Labouriau, R., Olesen, J. E., Petersen, S. O. (2017). Nitrous oxide emissions and nitrogen use efficiency of manure and digestates applied to spring barley. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 239, 188–198.

Benabderrahim, M. A., Elfalleh, W., Belayadi, H., Haddad, M. (2018). Effect of date palm waste compost on forage alfalfa growth, yield, seed yield and minerals uptake. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(1), 1-9.

Capstaff, N. M., ve Miller, A. J. (2018). Improving the yield and nutritional quality of forage crops. *Frontiers in Plant Science*, 9, 535.

Doğan, S., Acıbuca, V., Doğan, Y. (2020). II. ürün mısır çeşitlerinde organik ve inorganik gübre uygulamasının verim ve kaliteye etkisi ile ekonomik Analizi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 592–604.

Hirel, B., Tétu, T., Lea, P. J., Dubois, F. (2011). Improving nitrogen use efficiency in crops for sustainable agriculture. *Sustainability*, 3(9), 1452–1485.

louear, Z., Bouhamed, F., Boujelben, N., Bouzid, J. (2016). Application of sheep manure and potassium fertilizer to contaminated soil and its effect on zinc, cadmium and lead accumulation by alfalfa plants. *Sustainable Environment Research*, 26(3), 131–135.

Martiniello, P., Annicchiarico, G., Sabia, E., Terzano, G. M., Odoardi, M., Pintus, B., Pacelli, C., Rossi, E., Concetti, S. (2010). Utilization of buffalo's manure for forage production in sustainable agriculture. *Revista Veterinaria*, 21, 817–819.

Nazli, R. I., Kuşvuran, A., Inal, I., Demirbaş, A., Tansi, V. (2014). Effects of different organic materials on forage yield and quality of silage maize (*Zea mays* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(1), 23–31.

Newton, G. L., Bernard, J. K., Hubbard, R. K., Allison, J. R., Lowrance, R. R., Gascho, G. J., Gates, R. N., Vellidis, G. (2003). Managing manure nutrients through multi-crop forage production. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2243–2252.

Tomasoni, C., Borrelli, L., Ceotto, E. (2011). Effect of integrated forage rotation and manure management on yield, nutrient balance and soil organic matter. *Italian Journal of Agronomy*, 6(1), 55–60.

Pellegrino, E., Gamper, H. A., Ciccolini, V., Ercoli, L. (2020). Forage rotations conserve diversity of arbuscular mycorrhizal fungi and soil fertility. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1–17.

Yolcu, H., Gullap, M. K., Yildirim, M., Lithourgidis, A., Deveci, M. (2016). Effects of organic solid cattle manure application on nutritive value of winter cereal forages. *Journal of Plant Nutrition*, 39(8), 1167–1173.

Yurtsever, N. (1984). Deneyisel istatistik metotlar. Ankara: Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Walsh, J. J., Jones, D. L., Chadwick, D. R., Williams, A. P. (2018). Repeated application of anaerobic digestate, undigested cattle slurry and inorganic fertilizer N: Impacts on pasture yield and quality. *Grass and Forage Science*, 73(3), 758–763.

ASPIR (*Carthamus tinctorius* L.) BİTKİSİNİN TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ, KULLANIM ALANLARI VE TARIMI

Muhammet ÖZEN*

Selçuk University, The Graduate School Of Natural And Applied Science, Department of Field Crops,
Konya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-5701-2131

Özden ÖZTÜRK

Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Konya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-5131-7532

ÖZET

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), tek yıllık, geniş yapraklı, sarı, beyaz, kırmızı, krem ve turuncu renkli çiçekleri olan bir yağ bitkisidir. Dikenli ve dikensiz çeşitleri olan aspir, kurağa dayanıklılık açısından avantajlı olup, tohumlarında yağ oranı %25-45 arasında değişmektedir. Düşük tarımsal girdilerinin olması, geleneksel tarım ekipmanlarıyla uyumluluğu, verimsiz ve tuzlu topraklarda adaptasyon kabiliyeti yüksek, soğuğa ve kuraklığa toleransı fazla olması gibi birçok olumlu tarımsal özelliği mevcuttur. Bu özellikler bakımından yağlı tohumlar içerisinde önem arz edenlerin başında gelmektedir.

Arpa ve buğday ekiminde, toprağın işlenmesinden ürünün depolanmasına kadar her aşamada kullanılan makine ve aletler aspir yetiştiriciliğinde de rahatlıkla kullanılabilir. Ayçiçeği işleyen her tesisin aspir tohumunu da kolayca işleyebilmesi, aspir tarımında önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Aspir, üstün özelliklerine rağmen ülkemiz çiftçileri tarafından yeterince tanınmamaktadır. Çiftçilerimizin çoğu pazar ve kullanım alanları hakkında yeterli bilgiye sahip değildir. Özellikle aspir tohumlarının ekimi sırasında, hububat yetiştiriciliğinde kullanılan mibzerleri tercih eden çiftçilerin ekim mesafesini doğru uygulayamaması, yetiştirme konusundaki bilgi eksiklikleri tohum veriminde büyük düşüşe neden olmaktadır. Düşük verim sebebiyle üreticiler tarafından tercih edilmemekte ve diğer yağlı tohumlu bitkiler ile istenilen ölçüde rekabet edememektedir. Bu çalışmada, aspir yetiştiriciliğinin dünyada ve Türkiye'deki mevcut durumu ve son yıllardaki kullanım alanları incelenmiştir. Bitkinin Türkiye'deki mevcut durumu ve tarihçesi, biyolojisi, iklim ve toprak isteği, ekim zamanı ve şekli, gübreleme, su ihtiyacı, hastalık, zararlı, yabancı ot durumu, hasat-harman ve tarımındaki sorunlar başlıkları altında ulusal ve uluslararası literatür bilgileri incelenerek bir araya getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aspir, *Carthamus tinctorius* L., Aspir Tarımı, Aspir Kullanım Alanları

IMPORTANCE, USAGE AREAS AND AGRICULTURE OF THE SAFFLOWER (*Carthamus tinctorius* L.) PLANT FOR TURKEY

ABSTRACT

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an annual, broad-leaved oil plant with yellow, white, red, cream and orange flowers. Safflower, which has thorny and thornless varieties, is advantageous in terms of drought resistance, and the oil ratio in its seeds varies between 25-45%.

Safflower has many positive agricultural features such as low agricultural inputs, compatibility with traditional agricultural equipment, high adaptability in unproductive and salty soils, and high tolerance to cold and drought, In terms of these properties, it ranks first among the importance in oil seeds.

The machines and tools used in every stage of barley and wheat cultivation, from soil processing to product storage, can be easily used in safflower cultivation. The fact that every facility that processes sunflower seed can easily process safflower seeds provides an important advantage in safflower cultivation.

Despite the superior properties of safflower, it is not sufficiently recognized by the farmers of our country. Most of our farmers do not have enough information about the market and its uses. Especially during the sowing of safflower seeds, farmers who prefer sowing drills used in grain cultivation cannot correctly apply the sowing distance, lack of knowledge in breeding results in a large decrease in seed efficiency. Due to reasons such as low yields, it is not preferred by producers and cannot compete with other oilseed plants to the desired extent.

In this study, the current situation of safflower cultivation in the world and in Turkey and its usage areas in recent years have been examined. The current situation and history of the plant in Turkey, biology, climate and soil demand, planting time and shape, fertilization, water requirement, disease, pest, weed status, harvest, problems in agriculture, national and international literature information has been examined and brought together.

Keywords: Safflower, *Carthamus tinctorius* L., Safflower Cultivation, Safflower Usage Areas.

1. GİRİŞ

Türkiye, farklı yağ bitkileri için uygun koşullara sahip olmasına rağmen, yağlı tohum üretiminin tüketimi karşılayamaması nedeniyle; ülkemizin yağlı tohum, bitkisel yağlar ve türevleri ithalatı “petrol ve petrol ürünlerinden” sonra en büyük ikinci ithalat kalemini oluşturmaktadır. Bu nedenle bitkisel yağ açığı her geçen yıl artmakta ve yağ ithalatını azaltmak için alternatif yağ bitkilerinin üretimi üzerinde durulmaktadır (Küçük ve ark., 2022).

Türkiye'nin sahip olduğu ekolojik koşullar dikkate alındığında; kurağa dayanıklı, adaptasyon yeteneği yüksek bitki türlerinin seçilmesi önem taşımakta ve aspir bitkisi bu özellikleriyle öne çıkmaktadır (Akınerdem, 2011; Dalgıç, 2011).

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), yazlık karakterde, ortalama 110-140 gün vejetasyon süresi olan, tohumlarında yüksek oranda ve kalitede yağ içermesi nedeniyle dünyada ve Türkiye'de kültürü yapılan, sıcağa ve soğuğa yüksek tolerans özelliğinden dolayı, kuru tarım alanlarında, yabancı otlara ve tuzluluğa olan toleransı ile ise sulama yapılan tarım alanlarında değerlendirilebilecek tek yıllık önemli bir yağ ve enerji bitkisidir (Baydar ve Gökmen, 2003; Kaya ve ark., 2003). Dünya üzerine yayılmış toplam 25 yabancı türü bulunmaktadır (Singh ve Nimbkar, 2006). Bu yabancı türlerin bir kaçı (örneğin, *Carthamus lanatus*, *C. lanatus* ve *C. dentatus*) ülkemizin farklı bölgelerinde doğal ortamlarda görülebilmektedir (Turan ve Göksoy, 1998).

Aspir bitkisinin Güney Asya orijinli olduğu, ilk olarak Asya kıtasının güneyinde, Ortadoğu bölgesinde ve Akdeniz ülkelerinde ekildiği bilinmekte ve tüm dünyaya buradan yayılmış olabileceği kabul edilmektedir. Aspir ekiminin milattan yaklaşık 3500 yıl önce Mısır'da başladığı, Hindistan, Çin ve Japonya'da çok eskilerden beri yetiştirildiği bilinmektedir (Turan ve Göksoy, 1998). Orta çağ döneminde İtalya, Fransa ve İspanya'da tarımı yapılmıştır. Amerika kıtasının keşfinden sonra, İspanyollar tarafından önce Meksika'ya, daha sonraları oradan Venezuela ve Kolombiya'ya götürülmüştür. ABD'ye girişi ise 1925 yılında Akdeniz ülkelerinden olmuştur (Babaoğlu, 2003). ABD' de aspir bitkisinden ticari anlamda yağ üretimi ise 1940'lı yıllarda başlamıştır (Katar ve ark., 2015).

Dünyada genel olarak yağ, boya ve endüstriyel olarak biyodizel sanayiinde kullanılan aspir, 2020 yılı verilerine göre 817 bin ha alanda ekilmiş ve 653 bin ton tohum elde edilmiştir (FAO, 2020). Dünya aspir tohumu üretiminin sırasıyla, %85'i Kazakistan (%35), Rusya (%15), Meksika (%13), ABD (%10), Hindistan (%7) ve Çin (%5) tarafından karşılanmıştır. Türkiye'de ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2021 yılı verilerine göre; 14.588 hektar alanda 16.200 ton aspir üretimi yapılmıştır. Ankara 3946.6 hektar ekim alanı, 3.974 ton aspir üretim ile 1. sırada yer alırken, Aksaray 1774.1 hektar ekim alanı 2.232 ton üretim ile 2. sırada, Kayseri 1745.7 hektar ekim alanı 2.201 ton üretim ile 3. Sırada, Konya ise 1122.4 hektar ekim alanı 1.340 ton üretimi ile 4. sırada yer almıştır.

Aspir bitkisinin ülkemize gelişi Orta Asya'dan göç eden Türkler sayesinde olmuştur (Koç, 2001; Berber, 2007). İlk olarak Eskişehir'de bulunan Sazova Tohum Islah İstasyonu'nda, aspir bitkisinin yetiştirme teknikleri ve ıslahı üzerine 1929-1930 yıllarında bir çalışma başlatılmıştır. Yaklaşık 10 yıl kadar süren bu çalışmalar, 1939 yılında başlayan İkinci Dünya Savaşı nedeniyle neredeyse durma noktasına gelmiştir (Dinçer, 1964; Günal, 2001; Berber, 2007). 1960'lı

yılların başından itibaren üretimi az da olsa yapılmaya başlanan aspir bitkisinin, yemeklik yağ olarak kullanımından başka biyodizel olarak da kullanımı 2004 yılından sonra yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konmuştur. Bu durum ve Tarım Bakanlığı destekleriyle beraber aspir üretimi yapılan şehir sayısı 2006 yılında 8 iken bu sayı günümüzde 30'un üzerine çıkmış ve 2020 yılı itibariyle her geçen gün artan oranlarda yetiştirilmeye başlanılmıştır (FAO, 2019; TÜİK, 2020).

Türkiye ekolojik şartlarının aspir yetiştiriciliğine oldukça uygun olması, alet ve ekipman probleminin olmaması ve yüksek yağ kalitesine sahip olması gibi faydalarından dolayı aspir, Türkiye'deki yağ açığını kapatmaya yardımcı olacak bitkiler arasında ilk sırada yer almaktadır. Bitkinin derin kazık kökü ve dikenli yapısı nedeniyle soya, kolza, ayçiçeği gibi diğer yağlı tohumlu bitkilere oranla kurağa ve sıcağa toleransı oldukça yüksek olduğu için, ülkemizin pek çok bölgesinde yetiştirme potansiyeline sahip olan aspir için, buğday bitkisiyle münavebeye girmesi ve nadas alanlarının değerlendirilmesinde kullanılabilmesi açısından özellikle Orta Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri oldukça elverişli bölgelerdir (Arioğlu ve ark., 2010).

Nitekim, son yıllarda ülkemizde yağ açığını kapatmak için üreticiler kuru koşullarda kışlık ana ürün olarak aspir yetiştirmeye başlamışlardır. Yeni ve verimli aspir çeşitlerinin kullanılması ile beraber kurağa dayanıklı olarak bilinen, sulanmadan yetişen aspir bitkisinde, sulama olanakları sağlandığında verimler daha da yükselebilecektir. Ekim alanı, bugün henüz yeterli düzeyde olmasa da yetiştirme yöntemlerinin yerinde ve zamanında yapılmasıyla bitkisel yağ ihtiyacımızın kapatılabilmesine katkı sağlayacak ve ayrıca biyodizel üreticileri için de önemli bir hammadde olabilecektir (Yıldırım, 2021).

2.ASPİR BİTKİSİNİN KULLANIM ALANLARI

2.1.İnsan Beslenmesi

Aspir, tohumunda %20-45 arasında yağ bulunmaktadır (Esendal, 2001). İçerdiği yağ asitleri bakımından linoleik asit (Omega-6) içeriği yüksek olan çeşitler, genellikle endüstri ile yem sanayinde, oleik asit (Omega-9) içeriği yüksek olan çeşitler ise, yağı zeytinyağı kalitesine yakın olduğundan, yemeklik kalitesi yüksek yağ olarak kullanılmaktadır (Johnson ve Jimmerson, 2003). Aspir yağı içinde yaygın olarak bulunan yağ asitleri ise; linoleik asit, linolenik asit, palmitik asit, miristik asit, stearik asit, palmitoleik asit, oleik asit, araşidik asit ve eikosenik asittir (Solak ve Küçükislamoğlu, 2015). Yağının açık renk olması nedeniyle de yağı, kızartmalarda, salatalarda ve yemeklerde oldukça geniş bir kullanıma ehil olmakla birlikte; margarin, dondurulmuş gıdalar mayonez ve özel ekmekler olmak üzere benzer birçok kullanım alanına sahiptir. Aspir yağı; tadının yumuşak olması, yaydığı hoş kokuyla beraber; gıda

sanayisinde sıvı yağlar içinde gitgide yerini sağlamlaştırmaktadır. Bunun yanında içinde bulunan antioksidan özelliği ve E vitamin içeriği bakımından yüksek değerlere sahip tokoferoller vardır. Özellikle patates cipsi ve buna benzer gıdaların kızartılmasında, doymuş hidrojene edilmiş yağlar yerine, bu yağ güvenle kullanılmaktadır (Smith, 1996; Dorrell, 1978; Arslan ve ark., 1999; Öztürk ve ark., 2007; Aktaş, 2022).

Aspir bitkisinin çiçekleri bitkisel çay olarak kullanılabilir. Çiçeklerinde aminoasitler, mineral maddeler ve bazı vitaminlerin (B1, B2, B12, C ve E) bulunması, çay olarak tüketilmesindeki nedenler arasında yer alır (İşler, 2010; Babaoğlu, 2006).

Bazı Ortadoğu ve Asya ülkelerinde çiçekleri pilav, çorba, sos, ekmek ve turşulara katılarak onların sarı ve parlak turuncu renk almaları sağlanmıştır. İran'da, aspir tohumlarından elde edilen salça kıvamındaki maddenin, peynirin mayalanmasını hızlandırarak kendine özgü hoş bir koku ve yumuşaklık verdiği bildirilmektedir. (Okamoto ve ark., 2005).

Aspir bitkisinden elde edilen tohumlar, Etiyopya ve Sudan'da, kavrulmuş nohut, buğday ve arpa ile karıştırılarak çerez olarak tüketilmekle birlikte, Mısır'da, taşlarda öğütülerek susamla karıştırılıp tüketilmektedir.

Hindistan, Pakistan ve Burma'da, genç aspir fideleri ve dikensiz yapraklar yeşil salata yapımında kullanılmakta, haşlanarak veya sebze yemeği olarak pilavla tüketilmektedir (Babaoğlu, 2003).

Ülkemizde özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, sarı renkteki çiçekleri yalancı safran olarak yemeklere renk vermek amacıyla kullanılmaktadır. Aspir her parçasının değerlendirilebildiği bir bitkidir. Bitki üç beş yapraklı fide halindeyken de yeşil olarak salata yapımında ya da haşlanarak garnitür olarak yemeklerin yanında da tüketilebilmektedir (Babaoğlu, 2006).

2.2. Hayvan Beslenmesi

Aspir bitkisi tazeyken ve işlendikten sonra arta kalan küspesiyle ideal bir hayvan yemi olarak değerlendirilebilmektedir. Yeşilken direkt olarak hayvanların otlatılmasına da uygundur. Besin değeri en az yulaf ve yoncaya eşdeğerdir (Babaoğlu, 2006). Bu anlamda kaliteli bir yem bitkisi olmakla birlikte yağı işlendikten sonra arta kalan küspeleri %22-24'e varan protein oranlarıyla zengin ve nitelikli bir hayvan yemidir (Babaoğlu, 2005). Aspir bitkisinin sap, yaprak ve çiçekleri yaş veya kuru olarak silaj yapılmak suretiyle hayvan beslenmesinde kaliteli kaba yem olarak kullanılabilir. Özellikle yeni doğmuş kuzular için önemli bir enerji kaynağı olabilmektedir (Gümüş ve Küçükarsan, 2016).

Aspir bitkisinin yağlı tohum olması sebebiyle, hayvanlar tarafından tüketilmesi durumunda, süt hayvanlarında süt veriminin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca aspir, Kanada, ABD,

Fransa, Mısır ve Japonya’da yaygın bir şekilde kuşyemi olarak papağan ve güvercinlerin beslenmesinde kullanıldığı bilinmektedir (Dajue ve Mündel, 1996).

2.3.Boya Sanayi

Sağlıklı olmak amacıyla içtiğimiz ilaçlarda ve diğer bazı gıdalarda, genellikle sentetik boyalar kullanılmaktadır (Anonim, 2010a). Aspir çiçeklerinden elde edilen doğal boyaların, günlük hayatta sık sık tükettiğimiz içecek, meşrubat, şekerleme ve makarna ürünlerinde kullanılması, insan sağlığı ve boya sanayindeki gelişmeler aspir tarımının yaygınlaşmasına zemin hazırlamaktadır (Dajue ve Mündel, 1996; Anonim, 2010b).

Aspir yağı çabuk kuruyan yağlardandır, bu özelliği nedeniyle boya, vernik ve cila yapımında kullanılmaktadır (Corleto ve ark., 1997; Zhang ve ark., 1997).

Çiçekler döllendikten ve tohumların dolumu tamamlandıktan sonra, tabla üzerindeki çiçekler ya elle ya da makine ile toplanarak değerlendirilir. Kırmızı ve sarı renkli çiçeklerden doğal boyalar elde edilir. Bu boyalar çeşitli kumaşların boyanmasında kullanılmaktadır.

Aspir bitkisinin çiçeklerinden, suda erimeyen kırmızı renkli “Carthamin” ve suda eriyebilen sarı renkli “Carthamidin” maddeleri elde edilir. Carthamin’den gıda sanayisinde doğal bir katkı maddesi olarak ve boya sanayisinde solmayan has boya olarak yararlanılmaktadır (Ilisulu 1973; El-Hamidi ve ark., 1993; Corleto ve ark., 1997).

Çiçekleri tıp alanında ilaç olarak kullanıldığı gibi kozmetikte ve bazı kumaş çeşitlerinde doğal boya maddesi olarak da kullanılmaktadır. Çiçeklerinin suda ve alkolde çözülmesiyle elde edilen carthamin maddesi alkollü ve bazı alkolsüz içeceklerin boyanmasında uzun yıllardır kullanılmaktadır (Kırıcı ve İnan, 2001). Aspir çiçeklerinden elde edilen bu boyalarla boyanmış tekstil ve kozmetik ürünleri göz alıcı renklere sahip olup yüksek kalitesiyle özellikle Hindistan, Çin, İran ve Arabistan gibi ülkelerde yüksek fiyata satılmakta ve lüks tüketime hitap etmektedir (Kızıl ve Gül, 1999).

2.4.Kesme Çiçekçilik

Dikenli çeşitleri olmakla birlikte özellikle dikensiz tipleri kesme çiçekçilikte Japonya, Avrupa ve Dünya’nın bazı ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ekin, 2005).

2.5.Biyodizel

Öğüt ve Oğuz (2006) aspir yağının biyodizel için uygun olduğundan bahsetmektedir. Yüksek oleik asit içeren aspir yağı, dumanı, emisyonu ve kirliliği azaltan dizel yakıt katkısı olarak önemsenmektedir (Öğüt ve ark., 2007).

2.6. İnsan Sağlığı

Aspir yapraklarından yapılan bitkisel çayı, Afganistan ve Hindistan'da kadınların düşük yapmasını önleyici olarak kullanılmıştır (Zhang ve Cheng, 2005). Ayrıca aspir bitkisinin pek çok hastalığın tedavisinde kullanıldığı, hemen hemen bütün parçalarının aktarlarda satıldığı ve afrodizyak olarak da alındığı bildirilmektedir. Bangladeş'te, öğütülmüş aspir tohumları hardal yağı ile karıştırılarak romatizmaya karşı merhem olarak kullanılmıştır (Babaoğlu, 2006).

Aspir bitkisi tıbbi olarak, kadınların regl dönemlerinde, kalp-damar rahatsızlıklarında, travma sonucu oluşan şişliklerin ve ağrıların tedavisinde başarılı bir şekilde kullanılmıştır. (Mündel, 2008). Klinik çalışmalarda, yüksek tansiyonu düşürdüğü, damarlardaki kan akışını arttırarak dokuların daha fazla oksijen almalarını sağladığı bildirilmiştir (Kono ve Imaizumi, 2002).

Ortadoğu ülkelerinde, Hindistan'da ve Afrika'da, aspir bitkisi, ateş düşürücü olarak, kusmayı teşvik ettiği için zehirlenmelerde panzehir olarak ve kabızlığa karşı (ishal yapıcı) kullanılmıştır (Babaoğlu, 2007).

Yaklaşık %75 linoleik asit bulunduran aspir yağı, antioksidan özellikte ve E vitamini oranı yüksek olan tokoferoller içermektedir. Bu sebeple aspir yağı kalp ve damar hastalarının yaptıkları diyetlerde kullanılmakta ve anti kolesterol etkisinden dolayı büyük önem taşımaktadır (Pongracz ve ark. 1995; Arslan ve ark. 2003).

3.ASPİR BİTKİSEL ÖZELLİKLERİ

Kurağa dayanıklı ve adaptasyon yeteneği yüksek olan aspir bitkisinin, dikenli ve dikensiz olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Classen (1952), genel olarak dikenli çeşitlerin tohum verimi ve yağ oranının, dikensiz çeşitlere göre daha yüksek olduğunu, kurak şartlara dayanıklı olmakla beraber, kuş zararına daha dayanıklı olduğunu, dikensiz çeşitlerde elle hasat ve harmanın daha kolay bir şekilde yapıldığını belirtmiştir.

Aspir bitkisi güçlü kazık kök sistemine sahip olup kökleri toprağın yaklaşık 2–3 m derinliklerine kadar inebilir. Yan kökler kuvvetlidir ve 50-100 cm yanlara gelişebilir. Kök sistemi kuvvetli olduğundan dış etkenlerden kolayca etkilenmez. Bu özelliğinden dolayı ekim nöbetindeki tahılların yararlanamadığı toprağın alt tabakalarındaki besinlerden yararlanabilmektedir (Mündel ve Li, 1996). Bitki boyu 30-120 cm arasında değişir. Rengi önce açık yeşil olup, olgunlaşınca sararır. Bitki oldukça sert, yuvarlak kesitli ve tüysüz bir gövdeye sahiptir. Kesiti yuvarlak olup, kalınlığı 1-3,5 cm arasındadır. Sap üzerinde yan dallar, yan dallar üzerinde ikinci derecede yan dallar oluşur. Dal sayısı 10-30 adet arasında değişir (Davis ,1975). Dallanmalar gövdeye göre 30° ile 70° açı ile olmaktadır ve bu açının derecesi genetik ve çevresel faktörlerin etkisi altındadır (Dajue ve Mündel, 1996; Oelke ve ark., 2000; Mündel ve

ark., 2004). Yaprakların şekli dar ve uzun olup, kenarları testere dişli veya tam olabilir. Rengi koyu yeşil olup, dikenli tiplerde yaprak kenarlarında dikenler bulunur (Darvis, 1975).

Çiçeklenme, çiçek tablasının oluşmasıyla başlar. Aspir çiçekleri 2-5 cm çapında bir tabla üzerinde meydana gelmektedir. Bir tablada çiçek sayısı 20-180 adet arasında bulunmaktadır (Knowles, 1982; Kayaçetin ve ark., 2012). Çiçek renkleri çeşit özelliğine göre değişmekle birlikte turuncu, sarı ve kırmızı tonlarda oluşmaktadır. Tablanın en dış kısmında yeşil renkte kiremit vari dizilmiş koruyucu yapraklar bulunur. Dikensiz çeşitlerde yapraklar herhangi bir yerinde çıkıntı yok iken, dikenli çeşitlerde yaprakların ucunda diken bulunur. Koruyucu yaprakların iç kısmında çanak ve taç yapraklar bir boru şeklinde birleşmiş gibi dururlar. Bu yaprakların iç kısmında 5 adet erkek organ yer almıştır ve bunlar tabla üzerinde görünürler. Dişi organ 1 adet olup, çok narin yapıdadır. Suni döllenme ve kastrasyon esnasında kolayca kırılabilir. Çevre faktörlerinin etkisi ile çiçeklenme evresi ortalama 4 hafta ya da daha uzun sürebilmektedir. Bitki yabancı döllenir, ancak kendine döllenme oranı %30'a kadar çıkabilmektedir (Esendal, 1988).

Aspir tohumu, ayçiçek bitkisinin tohumuna benzemekle birlikte, ayçiçeğinden daha ufak ve kırılmaz bir yapıda olup tohum rengi, beyaz ve kremdir. Tohumun ortalama %50'sini kabuk oluşturmakta ve uzunluğu 6–10 mm'dir. Çiçeklenme evresinden sonra yaklaşık 30 gün içerisinde tohumlar oluşmaya başlayıp, her bir tablada 15- 30 adet tohum bulunmakta ve bin tohum ağırlığı 30-40 g arasında değişmektedir (Mündel ve ark., 2004).

4.ASPİR TARIMI

Aspir tarımındaki en önemli avantaj (kolaylık), buğday-arpa tarımında, toprak hazırlığından ürünün depoya alınmasına kadar geçen sürede kullanılan bütün alet-ekipmanların bu bitkinin tarımında da kullanılabilmesidir. Ayrıca aspir bitkisinin ülkemiz ekolojik koşullarının yetiştiriciliğine oldukça uygun, adaptasyon kabiliyetinin fazla ve yağ kalitesinin yüksek olması (Baydar ve Turgut, 1993) gibi üstünlükleri nedeniyle ülkemizin yağ açığını kapatmasına aday bir bitkidir.

4.1.İklim ve Toprak İstekleri

Aspir kuraklığa dayanıklı ve iklim bakımından seçici olmayan bir bitki olarak yüksek adaptasyon yeteneğine sahiptir. Farklı ekolojik koşullarda rahatlıkla yetişebilmekle beraber çorak alanlar için de alternatif bir bitki olarak değerlendirilmektedir. Kuraklığa karşı dayanıklı olmasına rağmen diğer bitkilerde olduğu gibi sulama verimi kayda değer bir biçimde artırmaktadır. Yazlık ve kışlık olarak ekilebilen aspir için yazlık ekim daha uygundur. Kışlık ekimlerde ekstrem hava koşullarında ciddi oranda verim kayıpları görülebilmektedir. Yetiştirme devresi boyunca 400-600 mm'lik yağışa ihtiyaç duymaktadır (Günel, 2001). Ülkemiz

koşullarında mart sonu ve nisan başında ekim yapılması yazlık ekimler için uygunken kışlık ekimler Çukurova Bölgesi gibi iklim koşullarının daha uygun olduğu bölgelerde Ekim-Kasım aylarında yapılmaktadır.

Toprak bakımından çok da seçici olmasa da derin, tınlı, drenaj problemi olmayan ve su tutma kapasitesi yüksek, pH değeri nötr veya nötr'e yakın (pH 5-7) olan topraklar aspir tarımı için idealdir. Derin kök sistemine sahip olduğundan dolayı tuzlu topraklarda diğer bitkilere göre daha iyi performans gösterir (İlkdoğan, 2012).

Aspir tarımı yapılacak alanlarda dikkat edilecek bir diğer önemli konu ise, arazinin yağmur sularını göllendirmeyecek bir konumda olması ve yüzey drenajının iyi olması gerekir. Eğer, arazi içerisinde yer yer çukur alanlar var ise, yağmur sularının veya sulama sularının bu alanlarda birikmesiyle bitkinin kök bölgesi bazı fungal hastalıklara açık hale gelecektir. İyi drene olmuş toprak ve yeterli sıcaklık gelişmeyi olumlu etkilemektedir. Aspir, buğday ve arpa tarımının yapıldığı alanlarda ekim nöbetine girerek yetişebilmektedir (Duke, 1983). Bunun yanında, 1200 m rakıma kadar ulaşabilen yükseltide iyi verime sahip olması da aspir bitkisini değerli bir bitki yapmaktadır (Günel, 2001; Çalışkan, 2022).

Aspir bitkisi ekim işleminden yaklaşık 1-2 hafta sonra, toprak yüzeyine çıkmaya başlar. 4°C-5°C gibi düşük sıcaklıklarda da çimlenme olabilmesine rağmen, 15°C-16°C de çimlenme ve toprak yüzeyine çıkışlar daha hızlıdır. Bu sıcaklıkların altında ise, çimlenme ve çıkışlar 2-3 haftaya kadar uzayabilir (Babaoğlu, 2005).

Genç aspir bitkileri yaklaşık 15-25 günlük bir süreyi rozet şeklinde geçirirler. Rozet döneminden sonra sapa kalkmaya başlarlar. Fide devresinde -7°C'ye kadar dayanabilmektedir Yazdi-Samadi ve Zali, (1975). Çiçek tomurcukları (tablalar) oluştuktan sonra ise, 0°C'nin altındaki sıcaklıklar, çiçek ve tane gelişimini olumsuz yönde etkiler.

4.2.Tarla Hazırlığı

Tarla, bir önceki bitkiden sonra aspir ekimine kadar boş bırakılacaksa sonbaharda, boş kalmayacaksa hasattan hemen sonra pullukla sürülmelidir. Ekimden önce ise, diskaro ile ekime hazırlamak yeterli olacaktır.

Tarla hazırlığının ekimden hemen önce yapılması, bahar aylarında tarlada ortaya çıkacak kendi gelen bitkiler (halaza-bir önceki ve/veya diğer kültür bitkileri) ve yabancı otların öldürülmesini sağlamaktadır. Aspir bitkisinin ilk gelişme dönemleri için temiz, yabancı otlardan arınmış bir yetişme ortamı sağlanmalıdır. Tohum yatağı hazırlanırken, yüzeye yakın toprak nemi muhafaza edilmelidir. Kıraç alanda üretim yapılan bölgelerde, yağmurdan önce yapılan ekimler tohumun çıkışın zamanın yeknesak ve homojen olmasını sağlar (Kafka ve Kearney, 1998).

4.3.Gübreleme

Ekimden önce, toprak analizi yaptırılarak eksik olan bitki besin maddeleri tamamlanmalıdır. Aspir tarımında kullanılacak gübre miktarı ekim zamanına, ön bitki, çevre faktörleri, toprak özellikleri, çeşit ve yetiştirme uygulamalarının farklı olmasına bağlı olarak değişmektedir (Andırman, 2022). Toprak analizinin yapılamadığı durumlarda, dekara 12-15 kg saf azot (N) hesap edilerek, bitki gelişmesine başlangıç olması için bir miktar da fosfor (P) ilavesi yapılarak ekimden önce toprağa serpilip karıştırılmalıdır (Shahidullah ve ark., 1994). Tavsiye edilen normal fosfor miktarı, dekara 3-5 kg dır. Aynı şekilde, Potasyum (K) gübrelemesi de yapılmalıdır. Fakat, ülkemiz toprakları, genelde potasyum açısından yeterli kabul edilmektedir. Konu ile ilgili Gündoğdu (1997) tarafından bazı aspir çeşitlerinde değişik azot dozlarının (0, 4, 8, 12 ve 16 kg/da) verim ve verim parametreleri üzerine etkilerini saptamak için amacıyla yapılan araştırma sonucunda, en fazla yağ verimi 30.9 kg/da ile dekara 8 kg azot dozu uygulamasından, en düşük ise 23.6 kg/da ile 16 kg /da azot dozu uygulamasında tespit edilmiştir. Öztürk (2003), farklı dozda uygulanan azotlu gübrelerin değişik aspir çeşitlerinin verim ve verim parametrelerine etkilerini saptamak amacıyla Konya koşullarında yaptığı araştırmada, en fazla tohum veriminin dekara 149.1 kg ile 9 kg N/da dozu uygulamasından tespit edildiğini rapor etmiştir. Arslan ve Bayraktar (2015) ise, Ankara ili şartlarında değişik seviyelerde azot (0, 5, 10, 15, 20 kg/da) ve fosfor (0, 3, 6 ve 9 kg/da) dozu uygulamalarının aspir bitkisinde verim ve verim unsurlarına etkisini inceledikleri araştırmada, en fazla tohum veriminin dekara 15 kg azot dozu ile dekara 6 kg fosfor olacak şekilde yapılan gübre uygulamalarından tespit edildiğini; asperde farklı azotlu ve fosforlu gübre dozu uygulamalarının tohum veriminin artmasında oldukça önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Aspir bitkisi 3.5-4 ay gibi kısa bir sürede yetişebildiği için, tabana uygulanacak gübrelerin ekimle birlikte toprağa serpilip karıştırılması sağlanmalıdır. Üst gübrelemede ise hava koşullarına göre yağmur önünde tek sefer olacak şekilde üre gübresinin uygulanması istenir (Babaoğlu, 2006).

4.4.Ekim

Aspir, bitkisinden iyi verim elde edebilmek için, ekileceği bölgeye bağlı olarak uygun ekim zamanı seçilmelidir (Koutroubas ve ark., 2009). Aspir, yazlık bir bitki olduğundan İç Anadolu Bölgesi'nde erken ilkbahar ayında ekilmesi tavsiye edilir. Ancak, kışları fazla soğuk olmayan, ılıman bölgelerde kışlık olarak da ekilmesi mümkündür (Babaoğlu, 2005). Konya koşullarında yağışlar ve toprak tavaına göre ekim işlemi, ilkbaharda hava koşullarının elverdiği oranda erken yapılmalı, mümkünse Mart ayının ilk yarısı içerisinde tamamlanmalıdır. Her ne kadar, bu bölgede ekimlerin 15 Mart-15 Nisan tarihleri arasında yapılması uygun olmakla birlikte (Öztürk

ve ark., 2000), ekim geciktikçe bitki boyunun kısılacağı, dallanmanın azalacağı, verim ve tohumdaki yağ oranının düşeceği dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, ekimlerin zamanında ve uygun şekilde yapılması çok önemlidir.

Değişik sıra aralıklarında ekim yapılmasına rağmen, hububat ekiminde kullanılan mibzerlerin sıra arası mesafeleri genelde 12.5 ile 14.0 cm arasında olduğu için aspir ekiminde de rahatlıkla bu sıra arası mesafeler kullanılabilir. Sıra arasının dar tutulması yabancı otların mücadele bakımından avantaj sağlamaktadır (Babaoğlu, 2006).

Sıra arasının 12.5-14 cm olduğu durumlarda, dekara 4-5 kg tohumluk kullanılmalıdır. Sıra aralarının 40-60 cm arasında tutulması durumunda tohumluk miktarı 1.5-2.0 kg/da' dır (Babaoğlu, 2006).

Ekim derinliği, toprak şartlarına göre değişiklik gösterse de 2- 4 cm' lik ekim derinliği en idealidir. Ekimde hiçbir zaman 5 cm' den daha derine tohum bırakılmamalıdır.

4.5.Yabancı Ot Kontrolü

Aspir ekiminden sonraki ilk birkaç hafta en kritik yabancı ot mücadele devresidir. Aspir bitkisi, gelişmenin ilk 3-4 haftalık döneminde yabancı otlarla rekabet edemez. Ülkemizde aspir yetiştiriciliğinde ruhsatlı bir herbisit ilacı bulunmamaktadır. Ekim işlemi esnasında kullanılan mekanizasyona göre sıra arasının dar tutulması, yabancı otları bastıracağından, ayrı bir yabancı ot mücadelesi gerekmemektedir. Sıra arası geniş tutulması 1 kere makine ile 1 kere de elle çapa yapılmasını zorunlu hale getirmektedir.

4.6.Sulama

Ülkemizde aspir yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasında en önemli avantajlardan biri kuraklığa dayanıklı olması ve kıraç alanlara ekilmesidir. Aspir diğer kültür bitkilerinin yetişmeyeceği toprakta ve yağmur sularını değerlendirerek verimli olabilen nadir bir bitkidir. Aspir bitkisinin kurağa dayanıklı bitki olarak kabul edilmesinin nedenlerinden biri de bitkinin 3,5 m derinlikten su alabilme yeteneğine sahip kazık kök sistemine sahip olmasındandır. Her ne kadar kuraklığa dayanıklı bir bitki olsa da kritik dönemlerinde sulama yapılması verimi arttıracaktır (Anonim, 2008). Türkiye'de 1 dekardan yaklaşık olarak ortalama 60 kg tohum verimi alınmaktadır. Ancak verimi arttırmak için yapılan araştırmalarda kuru koşullarda dekara 100 ile 200 kg arası verim elde edilmiştir. Eğer Sulama yapılırsa dekara yaklaşık 300 kg elde edileceği saptanmıştır (Esendal, 1981; Bayraktar, 1997; Daniş, 2022).

4.7.Hasat

İklim koşulları, topraktaki nem ve çeşit özelliği gibi birçok faktörün aspir bitkisinin hasat zamanı üzerine etkisi vardır. Hasat, çoğunlukla çiçeklenmeden yaklaşık 4-5 hafta sonraya denk

gelmektedir. Aspir yapraklarının büyük bir bölümünün tamamen kuruduğu (kahverengileştiği), çiçek çanak yapraklarının hemen hemen kahverengiye dönüştüğü, tablaların elle kolaylıkla harmanlanabildiği ve tanelerin tamamen beyaz renk aldığı dönem hasat zamanının geldiğinin bir işaretidir. Bu dönemde, bitkiler fizyolojik olgunluğa ulaşmış demektir ve hasat yapılabilir. Hasat esnasında aspir tohumlarındaki nemin %8 den az olması, hasat sonrası depolamada tohumların bozulma ve kızışmasını önlemektedir (Agyeman ve ark., 2002).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye, yağlı tohum ve bitkisel yağ ithalatçısı konumundadır. Aynı zamanda yağış yetersizliğinden dolayı 3 milyon ha gibi her yıl nadasa bırakılan alanlara sahiptir (TUIK, 2022). Nadasa bırakılan tarım alanları mevcut yağlı tohumlu bitkilerin üretim alanlarının 3 katı büyüklüğündedir. Bu alanların makineli hasada uygunluk, kuraklık, tuzluluk ve soğuğa tolerans (rozet devresinde -7 ile -14 °C) gibi oldukça önemli özelliklere sahip aspir ile değerlendirilmesi önemlidir. Bu özellikleri sebebiyle diğer yağ bitkilerinin yetişemeyeceği veya yüksek verim kayıpları yaşayacağı alanlarda aspir bitkisi tatminkâr verim verebilmektedir (Uysal ve ark., 2006; Okçu ve ark., 2010). Ülkemizin yağ açığı göz önünde tutulursa, aspir özellikle geniş alanlarda ticari olarak yetiştirilmesi durumunda hem üretici ve hem de sanayici isteklerine cevap verebilecek bir potansiyele sahiptir. Aspir bitkisi; tarımında bütünüyle mekanizasyon problemi olmaması, iş gücü ihtiyacının oldukça az, girdi maliyetlerinin oldukça düşük olması, tablaların çatlayıp tane dökme riski olmaması, toprağı havalandırması ve erozyonu önlemesi, nadas alanlarında kullanılabilecek alternatif bir yağ bitkisi olmasından dolayı bitkisel yağ açığımızı kapatmada kullanılabilecek alternatif bir yağ bitkisidir (Coşge ve Kaya, 2008; Adalı, 2016). Bunların yanı sıra yetiştiriciliği yapılan alanlarda, hastalık ve zararlıların görülmemesi, ekimden hasada kadar ayçiçeği bitkisinde kullanılan tüm alet ekipmanların aspir bitkisi için de uygun olması bu bitkinin değerini daha da artırmaktadır (Babaoğlu, 2007). Dünya aspir ekim alanı artışıyla beraber son zamanlarda ülkemizdeki aspir ekim alanları artmış olsa da, aspirde tarımı yapılan çeşitlerin tohum verimi ve yağ oranlarının düşük olması tarımını kısıtlayan faktörlerin başında gelmektedir (Aktaş, 2022).

Ekonomik olarak aspir bitkisinin; yağ bitkilerinden olan ayçiçeği, kanola gibi bitkilerle rekabete girebilmesi için en az onlar kadar iyi bir tohum verimi ve yağ oranı bulundurması bakımından yeni çeşitler geliştirilmelidir. Son zamanlarda 200-300 kg/da tohum verimi ve %35-41 yağ oranı olan aspir çeşitleri geliştirilmiş olsa da, üretim şartlarında verimlerin bu değerlerin çok altında olduğu göze çarpmaktadır (Başalma ve Şakir, 2005). Türkiye’de ikisi dikensiz olmak üzere tescilli 14 aspir çeşidi bulunmaktadır. Mevcut çeşitlerin yağ oranları %28-40 arasında, tohum verimleri ise oldukça düşüktür. Dikensiz çeşitlerin geliştirilmesi bitkinin

sadece tohumları için değil aynı zamanda farklı amaçlarla kullanımı içinde önemlidir. Dikensiz çeşitlerde bitkinin hem tohum hem de çiçek hasadı yapılabilmekte bu da çiftçiye farklı kazanç kapıları da açmaktadır (Uskutoğlu, 2022).

Aspir bitkisinin verimini kısıtlayan önemli sebepler içerisinde genel itibarı ile yazlık ve tamamen kuru şartlarda üretilmesi, kıraç ve verimsiz alanlarda ekilmesi ve yüksek verime sahip yeni çeşitlerin geliştirilmemesi olarak görülmektedir. Aspir bitkisi kuraklığa dayanıklı olmasına rağmen, bitkinin verimini arttırmada önemli bir faktör, kritik dönemleri içerisinde sulama yapıldığı zaman verim artışı olmasıdır. Aspir yetiştiriciliğinde tohum verimi bakımından en kritik dönemleri sapa kalkma ve de çiçeklenme öncesi dönemlerdir. Kritik olan bu dönemlerde, şayet havaların çok kurak gitmesi ve topraktaki nemin yeteri kadar bulunmaması halinde, ek bir sulama aspir de verimi arttıracaktır (Babaoğlu, 2005). Su sorununun bulunduğu bilhassa iç bölgelerimizdeki kıraç arazilerde rakipsiz bir yağ bitkisi olarak değerlendirilebilecek aspir bitkisi konusundaki araştırmalarda, yağışın 350 mm'nin üstünde bulunan yerlerde sulama yapılmaması halinde 80 kg/da olan verimin, sulamanın bir veya iki defa yapılması ile 250-350 kg/da'a kadar çıkabildiği bildirilmektedir (Üstün ve ark., 2007). Kurak şartlara toleranslı olan aspir bitkisi, minimum sulama yapılması halinde önemli bir yağ bitkisi olan ayçiçeğine kıyasla fazla tohum verimi yanında ekonomik getiri sağlamaktadır (Kumar, 2000; Doğan, 2022).

Aspir bitkisinin insan beslenmesi açısından son derece kaliteli olan yağ içeriğine sahip olmasının yanı sıra yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesinin hayvan beslenmesi açısından son derece önemli olması, bu bitkinin tarımının ülkemizde yaygınlaşması ile birlikte halkımızın sağlıklı ve kaliteli bir yağ ile beslenme olanağı elde etmesi yanı sıra hayvancılığın gelişimine de katkı sağlayacaktır. Buğday ve arpa yetiştiriciliğinde, ekimden hasada kadar olan mekanizasyonun aspir yetiştiriciliğinde kullanılması bitkinin ekim alanının artmasını sağlarken, buğday ve arpadan daha ucuza satışının olması üretimi düşürmektedir. Fiyat alım garantisi ya da sözleşmeli tarım modelinde aspir bitkisinin yer alması gerekmektedir. Aspir üretiminin artırılmasına yönelik en temel tarımsal politikalar, 2006 yılından itibaren uygulanmaya başlatılan, kg başına fark ödemesi desteği, mazot-gübre ve yurtiçi sertifikalı tohum kullanım desteğidir. Yine havza bazlı destekleme ve sözleşmeli üretim modeli kapsamına alma da bu politikalardandır. Bu anlamda nadas ve boş bırakılan tarımsal alanların değerlendirilmesi amacıyla aspir bitkisi ekiminin yapılması, çiftçi gelirlerini arttırarak ekonomimize çok ciddi katkı sağlayacak, aspirin ülkemizdeki var olan bitkisel yağ açığının kapatılması için kıraç ve sulanabilir alanlarda münavebeye alınması önemli bir adım olacaktır.

KAYNAKÇA

Adalı, M., Öztürk, Ö.2016. Konya Koşullarında Bazı Aspir Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Selçuk Tar Bil Der, 3(2): 233-237.

- Agyeman, G.A., Loiland, J., Karow, L., Hang, A.N. 2002. Dryland Cropping System. Safflower. EM 8792. (<http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/em/em8792-e.pdf>)
- Akınerdem, F., 2011. Stratejik ve ekonomik değeri yüksek bir tarım alanı: Yağ bitkileri ve üretim politikaları. Gübretaş'la Verim Dergisi. Sayı:24.
- Aktaş, H. 2022. Van Koşullarında Yeni Geliştirilen Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Tarımsal Ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Andırman, M. 2022. Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Farklı Azot Ve Fosfor Dozlarının Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Verim Ve Verim Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Anonim, 2008. <http://www.patentstorm.us/patents/6921850.html>
- Anonim, 2010a. <http://safflower.wsu.edu> (Erişim tarihi: 02.11.2022)
- Anonim, 2010b. <http://www.biyodizelturkiye.com> (Erişim tarihi: 02.11.2022)
- Anonim, 2020. Crops and Livestock Products Data. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (<http://www.fao.org/faostat/en/#data>), (Erişim tarihi: 15.05.2020).
- Anonim, 2022. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, (<http://www.tuik.gov.tr>), (Erişim tarihi: 02.11.2022).
- Arioğlu, H.H., Kolsarıcı, Ö., Göksu, A.T., Güllüoğlu, L., Arslan, M., Çalışkan, S., ... & Arslanoğlu, F. (2010). Yağ bitkileri üretiminin artırılması olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisleri Birliği VII. Teknik Kongresi, (pp. 361-377), 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Arslan B., Eryiğit, T., Ekin, Z. 1999. Farklı Hasat zamanlarının aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in verim ve kalite özelliklerine etkileri. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Cilt: II*, (pp. 132-133), 15-18 Kasım 1999, Adana.
- Arslanoğlu, F. 2010. Yağ bitkileri üretiminin artırılması olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisleri Birliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak, pp. 361-377, Ankara.
- Arslan, B., Altuner, F., Tunçtürk, M. 2003. Van'da yetiştirilen bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerinde bir araştırma, Türkiye 5.TB Kongresi 13-17 Ekim, Diyarbakır.
- Arslan, Y., Bayraktar, N. 2015. Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Kuru Şartlarda Yetiştirilen Aspir (*Carthamus tinctorious* L.) Bitkisinin Bazı Verim Özellikleri Üzerine Etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 1(2): 94 – 103.
- Arslan B., Eryiğit, T., Ekin, Z. 1999. Farklı Hasat zamanlarının aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in verim ve kalite özelliklerine etkileri. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Cilt: II, Endüstri Bitkileri. 15-18 Kasım, 132-133, Adana.
- Arslanoğlu, F. 2010. Yağ bitkileri üretiminin artırılması olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisleri Birliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak, pp. 361-377. Ankara
- Babaoğlu, M. 2003, Aspir Tarımı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, Edirne.
- Babaoğlu, M. 2005, Aspir Tarımı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, Edirne.
- Babaoğlu, M. 2006. Dünya'da ve Türkiye'de Aspir Bitkisinin Tarihi, Kullanım Alanları ve Önemi, Retrieved, 9 March 2017, <http://arastirma.tarim.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfa=58>.
- Babaoğlu, M. 2006. Soya ve aspir yetiştiriciliği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Çiftçi Eğitim Serisi, 11, Ankara.
- Babaoğlu, M. 2007. Dünya'da ve Türkiye'de aspir bitkisinin tarihçesi, Önemi ve Kullanımı. Tarım Gündem Dergisi, 6(36), 98-102.
- Başalma, D. 2005. Ankara Koşullarında Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşit ve Hatlarında Farklı Ekim Zamanları ve Sıra Aralığının Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkileri. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, (25-27 Haziran 2007), Bildiri Kitabı, Endüstri Bitkileri, 411-415, Erzurum.
- Baydar, H., Gökmen, O. Y. 2003. Hybrid Seed Production in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Following the Induction of Male Sterility by Gibberellic Acid. Plant Breed., 122: 459-461.
- Baydar, H. ve Turgut, İ. 1993. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in Antalya koşullarında yetiştirme olanakları üzerinde araştırmalar. Akdeniz Ü.Z.F. Dergisi, 5: (1-2), 75-92.
- Bayraktar, N. 1997. Aspride (*Carthamus tinctorius* L.) verim ve bazı verim öğeleri üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fak. Yayın No: 1475. Ankara. Nevşehir.
- Bayramın, S. 2006. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) – Kolza (*Brassica napus* spp. *oleifera* L.) Tarım ve Islahı, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara: 74-77.
- Berber, S. 2007. Aspir (*Carthamus tinctorious* L.) tohumlarının aerodinamik özelliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmış), 62, Tokat.

- Claassen, CE.1952. Inheritance of sterility, flower color, spinelessness, attached pappus and rust resistance in safflower, *Carthamus tinctorius*. Bull Agric Exp Stat Nebraska No. 171
- Corleto A., Alba, E., Polignano, G. B., Vonghia, G. 1997. Safflower: A multipurpose species with unexploited potential and world adaptability. The research in Italy. IVth International Safflower Conference, Bari (Italy), 2-7 June, p: 23-31.
- Coşge, B., Kaya, D. 2008, Performance of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in late-autumn and late-spring, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1): 13-18.
- Çalışkan, R., 2022. Farklı ekim sıklığı ve hasat dönemlerinin aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de kuru madde verimi ile bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Akademik Ziraat Dergisi 11(1): 147-154.
- Dajue, L., Mündel, H-H. 1996. Safflower *Carthamus tinctorius* L., Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 7, International Plant Genetic Resources Institute, 83p.
- Dalgıç, H. 2011. Farklı bitki sıklığı ve yabancı ot mücadelesi uygulamalarının aspride verim ve kaliteye etkisi. Selçuk Üniversitesi. FBE Yüksek Lisans Tezi, 50 s. Konya.
- Daniş, M. 2022. Farklı Çinko Doz Uygulamalarının Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Genotiplerinde Verim Ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Şırnak Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Şırnak.
- Davis P.H. 1975. Flora of Turkey and The East Aegeans Islands. Vol: 5 The University Press. Edinburg, England.
- Dinçer, N. 1964. Aspir, Tarım Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayın No: D-2, Ankara.
- Doğan, L. 2021. Şanlıurfa Ekolojik Koşullarında Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Kuru Ve Sulu Koşullarda Verim, Verim Unsurları Ve Yağ Oranlarının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Dorrell, D. G. 1978. Concentrations of Chlorogenic Acid, Oil and Fatty Acids Developing Sunflower Seeds. *Crop Science*, Vol. 18, July-August, pp: 667-670.
- Duke, J. 1983. Handbook of Energy Crops. Handbook of Energy Crops. 1983 pp.unpaginated.
- Ekin, Z. 2005. Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) utilization: A Global View, Journal of Agronomy 4 (2): 83-87.
- Esental, E. 1981. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de Değişik Sıra Aralıkları ile Farklı Seviyelerde Azot ve Fosfor Uygulamalarının Verim ve Verimle İlgili Bazı Özellikler Üzerine Etkileri (doçentlik tezi). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Esental, E. 1988. Aspir türleri üzerine bir monografi, coğrafi dağılışı, türler arası ilişkiler, genetik ve sitogenetik özellikler. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 3(1): 139-150.
- Esental, E. 2001. Safflower Production and Research in Turkey. 5th Int. Safflower Conf. Williston North Dakota and Sidney, Montana USA.
- FAO, 2019. Food And Agriculture Organization, <http://faostat.fao.org/site/567default.aspx#ancor>.(Erişim tarihi: 12.02.2020).
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization of the United States Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL> (Erişim tarihi: 25.09.2020).
- Gümüş, E., Küçükersan, S. 2016.Ruminantların beslenmesinde aspir kullanımı. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 56(1).
- Günel, N. 2001. Türkiye’de ekim alanı daralan bir yağ bitkisi: Aspir. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Öneri Dergisi, 4(16); 101-105.
- Gündoğdu, F. 1997. Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim ve kalite üzerine etkileri, Yüksek Lisans tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Bursa, 85 s.
- İlisulu, K. 1973. Yağ Bitkileri ve Islahı. (I. Baskı), Çağlayan Basımevi, İstanbul s. 366.
- İlkdoğan, U. 2012. Türkiye’de aspir üretimi için gerekli koşullar ve oluşturulacak politikalar. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İşler, N. 2010. Aspir Tarımı, Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Hatay: 3-19.
- Johnson, B.J., Jimmerson, J. 2003. Safflower. Briefing No:58. Agricultural marketing policy center. Montana State University, Montana, USA.
- Kafka, S.R., Kearney. T.E. 1998. Safflower Production in California, UC Agriculture& Natural Resources Publication 21565 (<http://agric.ucdavis.edu/crops/oilseed/safflower.htm>)

- Katar, D., Arslan, Y., Subaşı, İ., Kodaş, R., Katar, N., 2015. Bölünerek Uygulanan Azotlu Gübrelerin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinde Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty:11- 12.
- Kaya, M.D., İpek, A., Özdemir, A., 2003. Effect of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Tr. Agri. and Forestry, 27(2003): 221-227.
- Kayaçetin, F., Katar, D., Arslan, Y. 2012. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)' in dölleme biyolojisi ve çiçek yapısı. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(2); 75-80.
- Kıllı, F. 2007. Yağ ve Yakıt olarak Aspir. Biyoyakıt Dünyası Dergisi, 7 (60-63): 468- 472.
- Kırıcı, S. ve İnan, M. 2001. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de farklı çiçek hasat tarihlerinin çiçek ve tohum verimleri ile toplam boyar madde ve yağ oranlarına etkileri. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül, Tekirdağ, s. 67-71.
- Kızıl, S. ve Gül, Ö. 1999. Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarının asperde boyar madde oranı, taç yaprak verimi ve bazı tarımsal karakterler üzerine etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15- 18 Kasım, Adana, Cilt 2, s. 241-246.
- Koç, H. 2001. Yağ Bitkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Serisi No: 22, Tokat.
- Knowles P.F. 1982. Safflower Genetics and Breeding. Improvement of Oil-Seed and Industrial Crops by Induced Mutations. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- Kono, M., Iwamoto, M., Tomoyori, H., Kawamoto, D., Sato, M., Imaizumi, K. (2002). Differeantial effect of walnut oil and safflower oil on the serum cholesterol level and lesion area in the aortic root of apolipoprotein E deficient mice. Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 66(1), 141-146.
- Koutroubas, S. D., Papakosta, D. K., Doitsinis, A. 2009. Phenotypic variation in physiological determinants of yield in spring sown safflower under Mediterranean conditions, *Field Crops Research* , 112: 199-204.
- Kumar, H. 2000. Development Potential Of Safflower İn Comparison To Sunflower. Sesame and Safflower Newsletter, 15: 86- 89.
- Küçük, N., Aydoğdu, M.H., Şahin, Z. 2022. Yağlı tohum piyasalarındaki gelişmeler ve Türkiye kolza piyasası trend analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32(1): 215-227.
- Li, D., Mündel, H.H.1996. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 83 p.
- Mündel, H-H., Blackshaw, R.E., Byers, J.R., Huang, H.C., Johnson, D.L., Keon, R., Kubik, J., McKenzie, R., Otto, B., Roth, B., Stanford, K. 2004. Safflower production on the canadian prairies, Graphcom Printers LTD., Lethbridge, Alberta, 37p.
- Mündel, H.H. 2008. Major achievements in safflower breeding and future challenges. 7. International Safflower Conference. Australian Oilseeds Federation. Wagga Wagga, Australia.
- Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M., 2001, Bitkisel Yağ Teknolojisi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No: 005, Mühendislik Fakültesi Matbaası, Denizli.
- Oelke, E.A., Oplinger, E.S., Teynor, T.M., Putnam, D.H., Doll, J.D., Kelling, K.A., Durgan, B.R., Noetzel, D.M. 2000. Safflower, [http://www.hort.purdue.edu/NEWCROP/AFCM/safflower.html].
- Okamoto, K., Machida, M., Yamauchi, A. and Arimoto-Kabayashi, S. 2005. Evaluation of photo-mutagenicity and photo-cytotoxicity of food coloring agent. *Mutagenesis*, 20(3), 229-233.
- Okçu, M., Tozlu, E., Dizikisa, T., Kumlay, A.M., Pehlivan, M., Kaya, C. 2010. Erzurum Sulu Koşullarında Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1): 1-6.
- Öğüt, H., ve Oğuz, H., 2006. Biyodizel: Üçüncü Milenyum Yakıtı. Nobel Yayın No: 745. 55-60s.
- Öğüt, H., Eryılmaz, T., Oğuz, H. 2007. Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinden üretilen biyodizelin yakıt özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. I. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu. 28-31 Mayıs, 11-21, Samsun.
- Öztürk, Ö. 1994. Konya Ekolojik Şartlarında Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Unsurlarının Tespiti. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 69.s., Konya.
- Öztürk, Ö., Akınerdem, F., Gönülal, E. 2000. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de farklı ekim zamanı ve sıra aralığının verim ve verim öğelerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (21), 142-152.
- Öztürk, O., 2003. Konya Ekolojik Şartlarında Asperde Azotlu Gübre Dozlarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, 235-240, Antalya.

- Öztürk, Ö., Akinerdem, F., Bayraktar, N., Ada, R., 2007. Konya koşullarında bazı aspir çeşitlerinin verim, verim unsurları ve yağ oranlarının incelenmesi 1.Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu. 28-31 Mayıs 2007, Samsun. 18-23.
- Pongracz, G., Weiser, H., Matzinger, D.1995. Tocopherol, Antioxidation der Natur. Journal of Natural Fatty Acid Science and Technology, 97(3): 90-104.
- Ranga Rao, V., Arunachalam, V., Ramachadram, M., 1977. An Analysis of Association of Components of Yield and Oil in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Theor. Appl. Genet. 50: 185-191.
- Smith, J. R. 1996. *Safflower*. The American Oil Chemists Society. Press, Champaign, IL. ISBN: 9781003040927, USA, 606s.
- Sefaoğlu, F.2017. Farklı ekim normları ve sıra arası mesafelerin aspir (*Carthamus tinctorius*) bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Erzurum.
- Smith, J. R.1996. Safflower, The American Oil Chemists Society Publications (AOCS), pp. 592, Illinois. <https://www.feedipedia.org/node/4918>. Erişim tarihi: 15.12.2021.
- Singh V., Nimbkar, N. 2006. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Genetic resources, cromosome engineering and crop improvement: Oilseed crops: Vol. 4 :167-193.
- Shahidullah, M., Huq, M.F., Islam, U., Karim, M.A., Begum, F., Hossain, M., 1994.Effect of nitrogen and phosphorus on the gowth yield attiributes seed yield and nutrients of safflower. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research, 29(4): 85-92.
- Solak, S., Küçükislamoglu, M. 2015. *Aspir (Carthamus tinctorius L.) ve Çay (Camellia sinensis)* Tohumu Yağlarının Endüstriyel Amaçlı Kullanımının İncelenmesi (yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Şakir, S., Başalma, D. 2005. The effect of sowing time on yield on yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars and lines. Proceedings VIth International Safflower Conference, 6-10 June, İstanbul-Turkey.
- Turan, Z. M., Göksoy, A. T.1998. Yağ Bitkileri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 80. Bursa.
- TÜİK, 2020. Türkiye Tarım İstatistikleri. Bitkisel Üretim İstatistikleri. (<http://www.tuik.gov.tr>), (Erişim tarihi 05.02.2022).
- TÜİK, 2021. Türkiye Tarım İstatistikleri. Bitkisel Üretim İstatistikleri. (<http://www.tuik.gov.tr>), (Erişim tarihi 29.10.2022).
- TÜİK, 2022. Türkiye Tarım İstatistikleri. Bitkisel Üretim İstatistikleri. (<http://www.tuik.gov.tr>), (Erişim tarihi: 02.11.2022).
- Uskutoğlu, T. 2022. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Tohumlarına Farklı Kimyasal Mutagen Uygulamalarının M1 Ve M2 Generasyonlarında Bazı Tarımsal Ve Teknolojik Özelliklere Etkisi. Kahraman Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kahramanmaraş.
- Uysal, N. 2006. Isparta Populasyonundan Geliştirilen Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Hatlarının Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 38s.
- Uysal, N., Baydar, H., Erbaş, S. 2006. Isparta Populasyonundan Geliştirilen Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Hatlarının Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1): 52-63
- Üstün, A., Taner, S., Karadavut, U. 2007. İç Anadolu Bölgesinde Yağ Bitkilerinin Ekim Sistemine Dahil Edilmesi. I. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu Bildiri Kitabı (28-31 Mayıs), Samsun, 305-309s.
- Yazdi-Samadi, B., Sarafi, A., Zali, A.A. 1975. Heterosis and Inbreeding Estimates in Safflower, Crop Sci. 15(1), 81-83.
- Yıldırım, C. 2021. Şanlıurfa Ekolojik Koşullarında Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 60s
- Zhang, L.P., Yan, J., Chai, Q. 1997. Pharmacological Study of Safflower. IVth International Safflower Conference. July 2-7. 339-346, Italy.
- Zhang, H. J., Cheng, Y. Y. 2005. An HPLC/MS method for identifying major constituents in the hypocholesterolemic extracts of Chinese medicine formula 'Xue-Fu-Zhu-Yu decoction'. Biomedical Chromatography, 20, 821-826.

VAN EKOLOJİK KOŞULLARINDA FARKLI MERCİMEK ÇEŞİTLERİNİN ADAPTASYON ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Murat ERMAN

Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Bursa, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-1435-1982

Fatih ÇİĞ

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-4042-0566

Mustafa CERİTOĞLU*

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-4138-4579

ÖZET

Farklı ekolojik özelliklere sahip bölgelerde uygun mercimek çeşitlerinin kullanılması tane verimi ve kalitesi için kritik bir öneme sahiptir. Çalışmanın amacı, Van ekolojik koşullarında dört mercimek çeşidinin üç yıllık tekrarlamalı tarla denemelerinde yetiştirilmesi ve bölge ekolojik koşullarına adaptasyonlarının tespit edilmesidir. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çeşitlere göre metrekarede bitki sayısı, bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, biyolojik verim, tane verimi, hasat indeksi ve 1000-tane ağırlığı değerleri sırasıyla 67-126 adet, 19-29 cm, 2.6-6.0 adet, 101-225, 156-334 adet, 156-370 kg/da, 67-155 kg/da ve %38-44 adet ve 33.5-36.3 g aralığında değişmiştir. Üç yıllık araştırma sonuçlarına göre, bölge ekolojisine en uygun çeşidin Kafkas olduğu ve en yüksek tane ve ot verimine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mercimek, adaptasyon, kalite, *Lens culinaris*, verim

DETERMINATION OF ADAPTATION PROPERTIES OF DIFFERENT LENTIL CULTIVARS IN VAN ECOLOGICAL CONDITIONS

ABSTRACT

The use of lentil varieties suitable for regions in different ecological characteristics has a critical importance for seed yield and quality. The aim of the study is to cultivate four lentil varieties under three-years replicated field studies and determine the adaptation to region ecological conditions. The study was carried out in a completely randomized block design with four replications. According to varieties, the number of plants per square meter, plant height, number of branches, number of pods per plant, number of seeds per plant, biological yield, grain yield, harvest index and 1000-grain weight values varied between 67-126, 19-29 cm, 2.6-6.0, 101-225, 156-334, 156-370 kg/da, 67-155 kg/da and 38-44% and 33.5-36.3 g, respectively. According to the results of the three-year research, it was determined that the most suitable variety for the ecology of the region was Kafkas and had the highest grain and grass yield.

Keywords: Lentil, adaptation, quality, *Lens culinaris*, yield

1. GİRİŞ

Mercimek (*Lens culinaris* M.), yapılan arkeolojik kazılarda kullanılan radyokarbon tarihlleme yöntemine göre tarımı yapılan en eski yemeklik tane baklagil bitkisi olarak kaydedilmiştir (Sonnante ve ark., 2009). Dünya’da 6.1 milyon ha alanda 7 milyon ton yetiştirilirken Türkiye’de 250 bin ha alanda 370 bin ton üretilmektedir (FAO, 2020; TÜİK; 2020). 2017 yılı Dünya mercimek ihtiyacı incelendiğinde, 2005 yılına göre yaklaşık 2 kat artış gerçekleşmiştir. 2017 yılında gerçekleşen toplam mercimek üretimi 11.5 milyon tondur. Yıllar itibariyle mercimek tüketimi 2000 yılında 3.2 milyon tondan 2017 yılında 7.2 milyon tona ulaşmıştır. 2017 yılında Dünya genelinde kişi başına yıllık mercimek tüketimi 0.62 kg olmasına karşılık Türkiye’de bu değer 5.22 kg’dır. Dünya nüfusunun hızla artması, gelir dengesizliklerinin yükselmesi, açlık ve yoksulluk sınırındaki insan sayısının artmasına bağlı olarak insan beslenmesinde hayvansal ürünlerin payı giderek daha fazla azalmakta ve tarımsal ürünlere olan talep artmaktadır (Palmer ve ark., 2018; Rampal ve MPhil, 2018). Bu durum, kişi başına düşen yıllık mercimek miktarının artmasına, dolayısıyla yıllık üretimin artırılması gerektiğine işaret etmektedir. Ancak, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği, kuraklık, tuzluluk, ekstrem sıcaklıklar, sanayi atıkları ve egzoz gazı kalıntılarına bağlı ağır metal toksisitesi, hastalık ve zararlı etmenlerinin faaliyetleri ve temel besin maddelerinin noksanlığı gibi çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisiyle diğer tarım ürünlerinde olduğu gibi mercimekte de önemli verim ve kalite kayıpları meydana gelmektedir (Sarker and Karmoker, 2011; Sehgal ve ark., 2017; Delahunty ve ark., 2018; Warne ve ark., 2019; Akhtar ve ark., 2020; Pandey ve Sengar, 2020; Ganguly ve ark., 2021).

Verim ve kaliteyi etkileyen unsurların başında üretim yapılan bölgenin iklim ve toprak özellikleri gelmektedir. Her bölgenin iklim ve toprak özellikleri önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Toprakta besin içeriğinin yetersiz olması durumunda, uygun gübreleme ile bitkinin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi mümkün olmasına karşın, iklim özellikleri kontrol edilememektedir. Bu nedenle, kuraklık, tuzluluk, sıcaklık ve don stresi gibi verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkileyen bölgenin iklim özelliklerine uygun çeşitlerin yetiştirilmesi yüksek tane verimi ve kaliteli ürün elde etmek için gereklidir. Yapılan birçok araştırma farklı genetik özelliklere sahip mercimek çeşitlerinin bölgesel adaptasyonları arasında önemli farklılıkların olduğunu ortaya koymaktadır (Yılmaz ve ark., 1996; Erman, 1998; Akıncı ve ark., 2018).

Van ekolojik koşullarında yürütülen çalışmanın amacı dört mercimek çeşidinin üç yıllık tekrarlamalı tarla koşullarında yetiştirilmesi ve bölge ekolojisine adaptasyonlarının tespit edilmesidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilen Çiftçi, Kafkas ve Özbek çeşitleri ile Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilen Yerli kırmızı çeşidi kullanılmıştır. Çeşitlere ait bazı özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede kullanılan mercimek çeşitlerine ait özellikler

Çeşit	Özellikler
Çiftçi	Kışlık, soğuğa dayanıklı ve erkenci bir çeşittir. Tane kabuğu açık gri, kotiledon kırmızı renkli olup beneksiz yapıdadır. Bin tane ağırlığı ortalama 37 gramdır.
Kafkas	Erkenci, kışlık ve soğuğa dayanıklı bir çeşittir. Tane kabuğu kahverengi, kotiledon kırmızı ve kabuk üzerindeki desenleri siyah renklidir. Bin tane ağırlığı ortalama 35–37 gramdır.
Özbek	Kışlık, soğuğa dayanıklı ve erkenci bir çeşittir. Tane kabuğu gri ve kotiledon kırmızı renkli olup kabuk üzeri beneksizdir. Bin tane ağırlığı 34–36 gramdır.
Yerli kırmızı	Kışlık, soğuğa ve kurağa dayanıklı, orta derece erkenci bir çeşittir. Tane kabuğu et rengi, kotiledon kırmızı ve çiçek rengi eflatundur. Bin tane ağırlığı ortalama 33 gramdır.

Çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi tarımsal üretim arazisi üzerinde üç yıllık tarla denemesi olarak 2002-2003, 2003-2004 ve 2004-2005 yetiştirme sezonlarında yürütülmüş ve kışlık olarak ekilmiştir. Her bir yetiştirme sezonunda ekim öncesi toprak numuneleri alınmış ve analiz edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü 3 yetiştirme sezonunda da arazinin toprak tekstürü killi tınlı olarak tespit edilmiştir. 2002 ve 2003 sezonunda ekim yapılan deneme arazisine ait toprak örneklerinde pH değeri hafif alkali, 2004 sezonunda ise nötre yakın hafif alkali olarak belirlenmiştir. Her üç yetiştirme sezonunda alınan toprak örneklerinin toplam kireç içeriği orta ve toplam tuz içeriği az olarak tespit edilmiştir. Organik madde bakımından 2002 ve 2003 yıllarında çok fakir, 2004 yılında ise fakir durumdadır. Toplam potasyum içeriği tüm sezonlar için orta olarak gözlemlenmiştir. Alınabilir fosfor bakımından ise 2002 ve 2004 yetiştirme sezonlarında orta, 2003 sezonunda ise az olarak tespit edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü araziden alınan toprak numunelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri tespit edilmiş ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Deneme yıllarına göre arazilerden alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Yıllar	Tekstür	pH	Kireç (%)	Organik madde (%)	EC (%)	Fosfor (ppm)	Potasyum (ppm)
2002-03	Killi-tınlı	7,5	13,7	0,91	0,22	7,81	211
2003-04	Killi-tınlı	7,8	14,6	0,70	0,18	4,8	154
2004-05	Killi-tınlı	7,4	19,7	1,03	0,38	6,7	185

Araştırmanın birinci yılında toplam yağış miktarı 503 mm, ortalama sıcaklık 9.8 °C ve ortalama nispi nem %67 olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında toplam yağış miktarı önemli ölçüde azalmış ve 349.7 mm olarak gözlemlenmiştir. İkinci yılda ortalama sıcaklık değerleri ve nispi nem değeri sırasıyla 9.9 °C ve %64.9 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü yılında ise denemenin yapıldığı bölgenin toplam yağış miktarı 385.7 mm, ortalama sıcaklığı 9.6 °C ve nispi nemi % 57 olarak kaydedilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Denemelerin yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri

Aylar	Yağış (mm)				Ortalama Sıcaklık (°C)				Nispi nem (%)			
	02-03	03-04	04-05	UYO	02-03	03-04	04-05	UYO	02-03	03-04	04-05	UYO
Eylül	6.4	16.4	-	13.0	18.1	17.0	18.0	17.2	48.6	64.5	48.7	44.0
Ekim	58.8	23.6	48.1	45.2	12.8	13.0	12.0	10.6	63.4	71.0	64.1	58.0
Kasım	49.8	59.6	102.4	47.9	5.3	4.5	4.6	4.4	65.2	74.3	75.1	66.0
Aralık	72.9	14.9	41.0	37.3	-2.6	0.2	-3.7	-0.8	69.7	76.7	73.8	69.0
Ocak	26.1	25.0	34.4	35.4	-1.3	-0.9	-3.3	-3.6	68.3	78.8	77.1	68.0
Şubat	54.5	39.6	27.2	32.5	-1.4	-0.6	-3.3	-3.2	66.3	76.1	73.7	69.0
Mart	83.4	69.9	59.1	45.7	0.1	3.7	2.5	0.9	71.9	72.3	70.9	68.0
Nisan	78.8	26.9	55.9	56.6	8.4	6.9	8.9	7.4	73.0	66.4	64.1	62.0
Mayıs	6.4	68.7	35.8	45.0	14.5	12.4	13.3	13.0	64.2	67.8	62.5	56.0
Haziran	50.2	3.1	13.0	18.5	18.2	18.5	18.7	18.0	61.5	57.8	55.9	50.0
Temmuz	-	2.0	0.3	5.2	23.1	21.4	24.1	22.2	53.4	52.7	51.3	44.0
Ağustos	15.7	-	4.0	3.4	22.8	22.2	23.4	21.8	56.2	46.5	62.1	41.0
Toplam	503	349.7	421.2	385.7								
Ort.					9.8	9.9	9.6	9.0	63.5	67	64.9	57

(Uzun yıllar ortalaması (UYO) 1949-2005 yıllarını kapsamaktadır)

Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Parsel boyutları 1m x 5m= 5m² olarak ayarlanmıştır. Her bir parsel 5 sıradan oluşturularak sıra arası mesafe 25 cm olacak şekilde parsel sıraları oluşturulmuştur. Parsel ve blok aralarında 1.5 m boşluk bırakılmıştır. Ekim normu belirlenirken her bir çeşidin 1000-tane ağırlıkları tespit edilmiş ve metrekareye 300 tohum gelecek şekilde ayarlanmıştır (Togay ve Anlarsal, 2008). Ekim öncesinde tüm parsellere başlangıç azotu ve bitkinin fosfor ihtiyacının karşılanması açısından tohum yatağının altına gelecek şekilde diamonyum fosfat (DAP) uygulanmıştır. DAP uygulaması dekara 2.5 kg saf azot gelecek şekilde uygulanmıştır (Dona ve ark., 2020). Parsel sıraları markör yardımı ile açılmıştır. Ekim zamanları her üç sezonda da Ekim ayı içerisinde el

ile gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme sezonu boyunca çiçeklenme öncesinde ve bakla bağlama döneminde olmak üzere iki kez yabancı ot temizliği el ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada; metrekarede bitki sayısı, bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksi parametreleri incelenmiştir. Metrekarede bitki sayısı belirlenirken çiçeklenme öncesinde parsel üzerinde rastgele seçilen 1 m²'lik alandaki bitkiler sayılmıştır. Bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve bitkide tane sayısının tespit edilmesi için hasat öncesinde her parselden 10 bitki örneği toplanmış ve özellikler tespit edilmiştir. Hasat işlemleri bitkilerin sarardığı ancak tamamen kurumadığı dönemde el ile gerçekleştirilmiştir. Hasat için kenarlardan birer sıra ve parsel uçlarından 0.5 metrelik alanlar kenar tesiri olarak ayrılmış ve ortada kalan alan hasat edilerek dekara verim ve biyolojik verim tespit edilmiştir (Erman, 1998).

Araştırma sonucunda elde edilen veriler JMP istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamaların gruplandırılmasında ise TUKEY testinden yararlanılmıştır (Kalaycı, 2005).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans analizi sonuçlarına göre metrekarede bitki sayısı yıllara bağlı olarak 0.01 düzeyinde önemli farklılıklar gösterirken, çeşitlerden ve çeşitlerin yıllara göre interaksyonundan kaynaklanan önemli bir fark oluşmamıştır. Bitki boyu incelendiğinde yıllar ve yılların çeşitlere göre interaksyonu incelendiğinde sırasıyla 0.01 ve 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli fark olduğu tespit edilmiş, ancak çeşitlerin bireysel etkilerinden kaynaklanan önemli bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Bitkide dal sayısı ve bitkide bakla sayısı açısından incelendiğinde çeşitler ve çeşitlerin yıllara göre interaksyonu sonuçları üzerinde 0.05 düzeyinde önemli farklılıkların oluşmasına yol açarken çeşitlerden kaynaklı bir fark oluşmamıştır. Araştırma çeşitlere göre metrekarede bitki sayısı, bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı değerleri sırasıyla 67-126 adet, 19-29 cm, 2.6-6.0 adet, 101-225 adet, aralığında değişim göstermiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Araştırmada kullanılan çeşitlerin yıllara bağlı olarak metrekarede bitki sayısı, bitki boyu, dal sayısı ve bitkide bakla sayısı değerleri

Metrekarede bitki sayısı (Adet)						Bitki boyu (cm)					
Yıllar	Özbek	Çiftçi	Kafkas	Yerli kırmızı	Ort.	Yıllar	Özbek	Çiftçi	Kafkas	Yerli kırmızı	Ort.
2002	70	67	81	78	74 ^B	2002	26 ^a	27 ^a	29 ^a	29 ^a	28 ^A
2003	103	119	107	126	114 ^A	2003	20 ^b	21 ^b	19 ^b	19 ^b	20 ^B
2004	93	73	86	72	81 ^B	2004	27 ^a	27 ^a	28 ^a	27 ^a	27 ^A
Ort.	87	86	91	92	89	Yıllar	24	25	25	25	25
TUKEY (Yıl): 23.89**						TUKEY (Yıl): 2.76**					
TUKEY (Çeşit): 31.12 ns						TUKEY (Çeşit): 3.59 ns					
TUKEY (YxÇ): 49.07 ns						TUKEY (YxÇ): 3.97*					
Dal sayısı (Adet)						Bitkide bakla sayısı (Adet)					
Yıllar	Özbek	Çiftçi	Kafkas	Yerli kırmızı	Ort.	Yıllar	Özbek	Çiftçi	Kafkas	Yerli kırmızı	Ort.
2002	4.4 ^{a-c}	6.0 ^a	4.4 ^{a-c}	5.1 ^{ab}	5.0 ^A	2002	19.2 ^{a-c}	22.5 ^a	16.5 ^{a-d}	19.8 ^{ab}	19.5 ^A
2003	3.0 ^c	3.4 ^{bc}	3.4 ^{bc}	2.6 ^c	3.1 ^B	2003	13.0 ^{b-d}	13.1 ^{b-d}	11.2 ^{cd}	10.1 ^d	11.8 ^B
2004	3.7 ^{bc}	3.1 ^c	3.5 ^{bc}	4.3 ^{a-c}	3.6 ^{AB}	2004	13.5 ^{b-d}	10.6 ^d	11.8 ^{b-d}	18.8 ^{a-c}	13.5 ^{AB}
Ort.	3.7	4.2	3.8	4	3.9	Ort.	15.2	15.4	13.2	16.2	14.9
TUKEY (Yıl): 1.42*						TUKEY (Yıl): 61.79*					
TUKEY (Çeşit): 1.85 ns						TUKEY (Çeşit): 80.51 ns					
TUKEY (YxÇ): 2.04*						TUKEY (YxÇ): 82.44*					

Bitkide tane sayısı üzerinde yıllar 0.05 düzeyinde önemli farklılıkların olmasına yol açarken çeşit ve interaksyondan kaynaklanan bir fark gözlemlenmemiştir. Biyolojik verim ve tane verimi açısından yıllar 0.01 düzeyinde önemli farklılıklara yol açarken interaksyondan kaynaklı istatistiksel farkın 0.05 düzeyinde olduğu gözlemlenmiş ve çeşitlerin bireysel etkisinden kaynaklı bir farklılık olmadığı anlaşılmıştır. Hasat indeksi açısından bakıldığında yılların 0.01 düzeyinde önemli farklılıklara yol açtığı ancak çeşitlerin bireysel etkisinin ve interaksiyon etkisinin önemsiz olduğu gözlemlenmiştir. Ortalamalara ait değerler incelendiğine; bitkide tane sayısı, biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksi değerleri sırasıyla 156-334 adet, 156-370 kg/da, 67-155 kg/da ve %38-44 aralığında değişim göstermiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Araştırmada kullanılan çeşitlerin yıllara bağlı olarak bitkide tane sayısı, biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksi değerleri

Bitkide tane sayısı (Adet)						Biyolojik verim (kg/da)					
Yıllar	Özbek	Çiftçi	Kafkas	Yerli kırmızı	Ort.	Yıllar	Özbek	Çiftçi	Kafkas	Yerli kırmızı	Ort.
2002	311 ^{ac}	334 ^a	279 ^{a-d}	324 ^{ab}	312 ^A	2002	275 ^{ab}	261 ^{a-c}	370 ^a	357 ^a	316 ^A
2003	180 ^{b-d}	192 ^{a-d}	207 ^{a-d}	156 ^d	184 ^B	2003	185 ^{bc}	156 ^c	198 ^{bc}	165 ^c	176 ^B
2004	211 ^{a-d}	169 ^{c-d}	193 ^{a-d}	307 ^{a-c}	220 ^{AB}	2004	288 ^{ab}	353 ^a	344 ^a	290 ^{ab}	319 ^A
Ort.	234	232	226	262	238,5	Ort.	249	257	304	271	270
TUKEY (Yıl): 93.65*						TUKEY (Yıl): 82.29**					
TUKEY (Çeşit): 124.60 ns						TUKEY (Çeşit): 107.19 ns					
TUKEY (YxÇ): 147.80 ns						TUKEY (YxÇ): 109.28*					
Tane verimi (kg/da)						Hasat indeksi (%)					
Yıllar	Özbek	Çiftçi	Kafkas	Yerli kırmızı	Ort.	Yıllar	Özbek	Çiftçi	Kafkas	Yerli kırmızı	Ort.
2002	117 ^{a-d}	112 ^{a-e}	155 ^a	139 ^{ab}	131 ^A	2002	43 ^{a-c}	43 ^{a-c}	42 ^{a-c}	39 ^{bc}	42 ^B
2003	89 ^{c-e}	67 ^e	96 ^{b-e}	73 ^{de}	81 ^B	2003	49 ^a	44 ^{a-c}	48 ^{ab}	44 ^{a-c}	46 ^A
2004	118 ^{a-d}	140 ^{ab}	131 ^{a-c}	115 ^{a-d}	126 ^A	2004	41 ^{a-c}	40 ^{a-c}	38 ^c	40 ^{bc}	40 ^B
Ort.	109	107	127	109	113	Ort.	44	42	43	41	43
TUKEY (Yıl): 31.79**						TUKEY (Yıl): 4.07**					
TUKEY (Çeşit): 41.41 ns						TUKEY (Çeşit): 5.27 ns					
TUKEY (YxÇ): 46.28*						TUKEY (YxÇ): 9.58 ns					

1000-tane ağırlığı üzerinde yılların ve çeşitlerin 0.01 düzeyinde önemli farklılıklara yol açtığı ancak interaksyondan kaynaklı önemli bir farklılığın oluşmadığı tespit edilmiştir. Ortalamalara ait değerler incelendiğinde ise 1000-tane ağırlığı değerleri 33.5-36.3 g aralığında değişim göstermiştir (Tablo 5).

Metrekarede bitki sayısı ekim derinliği, ekilen tohumların çimlenme gücü, ekim sıklığı ve çevresel faktörlere göre değişkenlik göstermektedir. Yapılan araştırmada yıllara bağlı olarak değişen iklim koşulları metrekarede bitki sayısı bakımından önemli farklılıkların oluşmasına yol açmıştır. Yapılan farklı araştırmalarda metrekarede bitki sayısı Erman ve ark. (2005) tarafından 188-197, Şehirali (1988) tarafından 100-200, Sepetoğlu (1988) tarafından 133 ve Günel ve ark. (1993) tarafından 177-220 olarak rapor edilmiştir. Araştırmamızda ise metrekarede bitki sayısı 67-126 adet olarak tespit edilmiştir. Mevcut çalışmalar ile kıyaslandığında kısmen düşük olmasının sebebi çeşit farklılıklarından, bölge ekolojik özelliklerinden, ekim sıklıklarından ve ekim zamanları arasındaki değişkenliklerden kaynaklanmaktadır.

Kışlık mercimek çeşitlerinde yetiştirme koşullarının bitki boyu üzerinde etkili olduğu Çiftçi ve Ülker (2001) tarafından rapor edilmiştir. Farklı lokasyonlarda yapılan araştırmalar bitki boyu bakımından önemli farklılıkların olduğunu ortaya koymaktadır (Çölkesen ve ark., 2005; Çokkızgın ve ark., 2005, Erman ve ark., 2005). Bu durumun sebebi lokasyonlara bağlı olarak değişen iklim ve toprak özellikleridir. Van koşullarında yürütülen çalışma 3 farklı yetiştirme sezonunda gerçekleştirilmiş, iklim ve toprak özellikleri arasındaki farklılıklar Tablo 2 ve Tablo 3'te gösterilmiştir. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde çeşitler arasında farklılıklar oluşmasına karşın, 3 yıllık ortalama dikkate alındığında çeşitler arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Bitkide dal sayısı, yıllara ve yıl x çeşit interaksyonuna göre önemli farklılıklar göstermiştir. Karadavut ve Kavurmacı (2013) yapmış oldukları çalışmada, mercimekte dal sayısı üzerinde genetik ve çevresel faktörlerin etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Yıllara bağlı olarak farklı gelişim dönemlerinde bitkilerin maruz kaldıkları yağış ve sıcaklık başta olmak üzere iklim koşulları bitkide dal sayısı üzerinde etkili olmuştur. Elde edilen bulgular benzer çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Bakheit ve ark., 2001; Temel ve ark., 2012; Ouji ve Mouelhi, 2017).

Çalışmada bitkide bakla sayısı üzerine yılların ve yıl x çeşit interaksyonun etkili olduğu görülürken, bitkide tane sayısı üzerinde sadece yılların etkili olduğu görülmüştür. Ancak biyolojik verim ve tane verimi değerleri de benzer şekilde yıllardan ve interaksyon etkisinden dolayı değişim göstermiştir. Nitekim, Ceritoglu (2019) mercimekte özellikler arası ilişkileri incelediği korelasyon analizinde mercimekte bakla sayısı ve tane sayısı parametrelerinin dekara tane verimi ile pozitif yönlü ve önemli bir ilişki içerisinde olduğunu belirtmiştir. Farklı ekolojik koşullarda yürütülen çalışmalar incelendiğinde, mercimekte bakla sayısını Erman (1998) 12.7-24.9, Yılmaz ve ark. (1996) 8.2-14.1, Günel ve ark. (1993) 8.9-13.9, Türk ve Atikyılmaz (1993) 19.4-34.8 aralığında olarak rapor etmişlerdir. Çalışmamızda bitkide bakla sayıları çeşitlere ve yıllara bağlı olarak 10.1-22.5 aralığında değişim göstermiş olup benzer çalışmalar ile uyum göstermiştir. Yine araştırmadan elde edilen bitkide tane sayısı sonuçları (156-334 adet) yıllara ve yılların çeşitler ile interaksyonuna bağlı olarak önemli değişkenlikler göstermiştir. Bitkide tane verimini etkileyen etkenlerin başında yıllara bağlı olarak gözlemlenen yağış ve sıcaklık rejiminin geldiği düşünülmektedir. Verim ve verim unsurlarının denemenin ilk yılında diğer yıllara göre daha yüksek çıktığı ve bu durumun ilk deneme yılındaki yağış miktarının daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Verim unsurlarının aksine hasat indeksi değerlerinin denemenin 2. yılında diğer yıllara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun ikinci yılda yağışların yetersiz olmasına bağlı

olarak yeşil aksam gelişiminin yetersiz olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer yıllara göre hem tane verimi hem de biyolojik verim düşük olmasına rağmen 2. yılda tane/sap oranının arttığı sonucuna varılmıştır. Ayaz (2001), nemli ve serin koşullarda hasat indeksinin kurak koşullardakine göre daha düşük olduğunu bildirmiştir. Bu durum araştırmamızın sonuçları ile uyum göstermemektedir. Tablo 3 incelendiğinde vejetatif gelişme döneminde birinci ve üçüncü yıllarda yağışın ikinci yıla göre çok yüksek olduğu ancak bakla oluşum dönemine denk gelen Mayıs ayında ikinci yılda önemli ölçüde yağış alınmasının etkili olduğu tahmin edilmektedir. Böylece yeşil aksam veriminin düşük olması ve tane veriminin artmasına bağlı olarak hasat indeksi değerleri ikinci yılda daha yüksek çıkmıştır.

Tablo 6. Araştırmada kullanılan çeşitlerin yıllara bağlı olarak 1000-tane ağırlıkları

1000 Tane ağırlığı (g)					
Yıllar	Özbek	Çiftçi	Kafkas	Yerli kırmızı	Ort.
2002	34.9	35.6	35	34.5	35.0 ^B
2003	35.7	36.3	35.7	35.2	35.7 ^A
2004	34.4	35.5	34.5	33.5	34.5 ^C
Ort.	35.0 ^B	35.8 ^A	35.1 ^B	34.4 ^B	35.1
TUKEY (Yıl): 0.52**					
TUKEY (Çeşit): 0.69**					
TUKEY (YxÇ): 3.29 ns					

1000-tane ağırlığının hem yıllara hem de çeşitlere bağlı olarak değişim gösterdiği görülmektedir. Yılların etkisi bakımından incelendiğinde, özellikle bakla bağlama ve tane oluşum dönemlerinde kuraklık gibi çevresel faktörlerin ve besin yetersizliğinin önemli etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte 1000-tane ağırlığı özelliğinin daha çok tohumun genetik özelliklerine bağlı olduğu ve bu nedenle farklı genotiplerde önemli farklılıklar gösterdiği farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Biçer ve Sakar, 2004; Tahir et al., 2011). Araştırmamızdan elde edilen bulgular diğer araştırmacıların sonuçları ile uyum göstermektedir.

SONUÇ

Van ekolojik koşullarında 2002-2005 yılları arasında üç yıllık tekrarlamalı tarla denemeleri neticesinde Çiftçi, Özbek, Kafkas ve Yerli kırmızı mercimek çeşitlerinin performansı değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre Van ekolojik koşullarında Kafkas çeşidinin biyolojik ve tane verimi açısından daha üstün özellikler sergilediği ve bölgeye adaptasyonunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

YAZAR KATKILARI

ME VE FÇ çalışmanın planlanması, yürütülmesi, gerekli ölçüm ve gözlemlerin alınması ve sonuçların tartışılması; MC sonuçların istatistik analizinin yapılması ve sonuçların tartışılması,

makale ham taslağının yazılması üzerine katkı sunmuşlardır. Tüm yazarlar makaleye geri bildirimlerde bulunmuş ve son formatı için onay vermiştir.

KAYNAKLAR

- Akhtar, N., Prakash, N. & Pandey, V.K. (2020). Technology interventions through cluster front line demonstration for enhancing yield of lentil under biotic stress and nutrient deficient soil. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP6, 251-254.
- Akıncı, C., Biçer, B.T., Kızılgöçü, F., Albayrak, Ö. & Yıldırım, M. (2018). Stability parameters in lentil genotypes. *El-Cezeri*, 5(2), 287-291.
- Ayaz, S. (2001). Variability of harvest index in four grain legume species. PhD Thesis. Lincoln University, Department of Agricultural Sciences.
- Bakheit, B.R., Allam, A.Y. & Galal, A.H. (2001). Response of some faba bean cultivars to planting dates and population densities, *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 32 (2), 85-101.
- Biçer, B.T. & Sakar, D. (2004). Evaluation of some lentil genotypes at different locations in Turkey. *International Journal of Agriculture & Biology*, 6(2), 317-320.
- Ceritoglu, M. (2019). Farklı ekim zamanlarında uygulanan vermikompostun mercimek (*Lens culinaris* Medik.) 'te verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi. Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt.
- Çiftçi, V. & Ülker, M. (2001). Kışlık mercimeğin verim ve bazı verim öğelerinde adaptasyon ve stabilite analizleri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16 (3), 47-54.
- Çokkızgın, A., Çölkesen, M., Kayhan, K. & Aygan, M. (2005). Kahramanmaraş koşullarında değişik kışlık mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çeşitlerinde verim ve verim özellikleri üzerine bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 285-290.
- Çölkesen, M., Çokkızgın, A., Turan B.T. & Kayhan, K. (2005). Kahramanmaraş ve Şanlıurfa koşullarında değişik kışlık mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çeşitlerinde verim ve kalite özellikleri üzerine bir araştırma. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, Şanlıurfa, 826-833.
- Delahunty, A., Nuttall, J., Nicolas, M. & Brand, J. (2018). Response of lentil to high temperature under variable water supply and carbon dioxide enrichment. *Crop and Pasture Science*, 69 (11), 1103-1112.
- Dona, W.H.G., Schoenau, J.J., King, T. (2020). Effect of starter fertilizer in seed-row on emergence, biomass and nutrient uptake by six pulse crops grown under controlled environment conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 43(6), 879-895.
- Erman, M. (1998). Van ekolojik koşullarında azotlu gübre dozları ve *Rhizobium* aşılmasının bazı kışlık mercimek çeşitlerinde verim ve verim ile ilgili karakterlere etkilerinin araştırılması. Doktora tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Erman, M., Demirhan, H. & Tunçtürk, M. (2005). Siirt ekolojik koşullarında kışlık olarak yetiştirilebilen bazı mercimek çeşitlerinin önemli tarımsal ve bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 5- 9 Eylül, Antalya, Cilt I, 237-240.
- FAO. (2020). Production quantity of grain legumes on the World. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Ganguly, S., Roy, A., Murmu, S.K., Sagolsem, D., Sarkar, M., Sen, S., Das, D., Das, C., Chakraborty, P., Bhattacharyya, P.K., Nath, R., Tripathi, K., Sarker, A. & Bhattacharyya, S., (2021). Variation in P-acquisition ability and acid phosphatase activity at the early vegetative stage of lentil and their validation on P-deficiency field. *Acta Physiologiae Plantarum*, 43, 109.
- Günel, E., Yılmaz, N., Erman, M. & Kulaz, H. (1993). Van ekolojik koşullarında mercimeğin (*Lens culinaris* Medic.) fenolojik ve morfolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. *Y Y Ü, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1-2), 315-323.
- Ouji, A. & Mouelhi, M. (2017). Influence of sowing dates on yield and yield components of lentil under semi-arid region of Tunisia. *Journal of New Science*, 38 (2), 2077-2082.
- Kalaycı, M. (2005). Örneklerle Jump kullanımı ve tarımsal araştırma için varyans analizi modelleri, 21, Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, Eskişehir.

- Karadavut, U. & Kavurmacı, Z. (2013). Phenotypic and genotypic correlation for some characters in lentil (*Lens culinaris* Medik.). Research Journal of Agriculture and Environmental Management, 2 (1), 365-370
- Palmer, S.M., Winham, D.M., Oberhauser, A.M. & Litchfield, R.E. (2018). Socio-ecological barriers to dry grain pulse consumption among low-income women: A mixed methods approach. Nutrients, 10 (8), 1108.
- Pandey, A.K. & Sengar, R.S. (2020). Effect of salt stress on salt tolerant indices of morpho-physiological traits and yield attributes of lentil (*Lens culinaris* Medik.). International Journal of Chemical Studies, 8 (1), 2292-2301.
- Rampal, P. & Mphil, (2018). An analysis of protein consumption in India through plant and animal sources. Food and Nutrition Bulletin, 39 (4), 564-580.
- Sarker, B.C. & Karmoker, J.L. (2011). Effects of phosphorus deficiency on accumulation of biochemical compounds in lentil (*Lens culinaris* Medik.). Bangladesh Journal of Botany, 40 (1), 23-27.
- Sehgal, A., Sita, K., Kumar, J., Kumar, S., Singh, S., Siddique, K.H.M. & Nayyar, H. (2017). Effects of drought, heat and their interaction on the growth, yield and photosynthetic function of lentil (*Lens culinaris* Medikus) genotypes varying in heat and drought sensitivity. Frontiers in Plant Science, 8, 1776.
- Sepetoğlu, H. (1988). Mercimekte çeşit ve bitki sıklığının büyüme ve verim üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (2), 71-76.
- Sonnante, G., Hammer, K. & Pignone, D. (2009). From the cradle of agriculture a handful of lentils: History of domestication. Rendiconti Lincei, 20, 21-37.
- Şehirli, S. (1988). Yemeklik Tane Baklagiller. A Ü, Ziraat Fakültesi Yay. No: 1089, Ankara, 435.
- Tahir, M., Lindeboom, N., Baga, M., Vandenberg, A. & Chibbar, R. (2011). Composition and correlation between major seed constituents in selected lentil (*Lens culinaris* Medik) genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 91(5), 825-835.
- Temel, N., Eymirli, S., Aksoy, E., Arslan, F. & Tetik, Ö. (2012). Kırmızı mercimek (*Lens culinaris* Medik.)’te sorun olan canavar otu (*Orobancha aegyptiaca* Pers. ve *O. Crenata* Forsk.) mücadelesinde en uygun ekim zamanı ve çeşidin belirlenmesi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 22 (2), 99-107.
- Togay, N. & Anlarsal, A.E. (2008). Van koşullarında farklı bitki sıklıklarının ve ekim şekillerinin mercimek (*Lens culinaris* Medic.)’de verim ve verim öğelerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 18(1), 35-47.
- TÜİK, 2020. Türkiye’de bakliyat üretimi. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 02.11.2021)
- Türk, Z. & Atikylmaz, N. (1993). Diyarbakır ekolojik koşullarında yetiştirilen mercimek çeşitlerinin verim ve bazı verim öğeleri üzerine araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4 (3-4), 43-52.
- Warne, T., Ahmed, S., Shanks, C.B. & Miller, P. (2019). Sustainability dimensions of a North American lentil system in a changing World. Frontiers in Sustainable Food Systems, 3, 88.
- Yılmaz, N., Kulaz, H. & Erman, M. (1996). Siirt ekolojik koşullarına adapte olabilecek mercimek (*Lens culinaris* Medic.) çeşitlerinin verim ve adaptasyonu üzerine araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 6(2), 1-9.

EFFECT OF DIFFERENT PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA STRAINS ON SEEDLING GROWTH DURING EARLY STAGE IN OAT

Murat ERMAN

Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Bursa, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-1435-1982

Fatih ÇİĞ

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-4042-0566

Mustafa CERİTOĞLU*

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-4138-4579

Halis ÖNER

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-0000-9796

ABSTRACT

Plant growth promoting bacteria (PGPB) has direct and indirect mechanisms such as plant growth and protection via various biochemical and molecular pathways. The effectiveness of PGPB depends on different characteristics of strains including the isolation region and its climatic conditions, the ability of nitrogen fixation, phosphorus and potassium solubilizing, and the production of indole acetic acid, siderophore and phytohormones. The purpose of the experiment is to investigate the effectiveness of twenty-three PGPB strains on early-stage seedling growth of oat under controlled conditions. The experiment was laid out under laboratory conditions in 2022 at Siirt University, Siirt, Turkey. The study was laid out in a completely randomized design with three replications. According to results, seedling fresh weight, root fresh weight, shoot dry weight, root dry weight and plant height varied between 0.169-0.258 g, 0.046-0.162 g, 0.0031-0.0070 g, 0.0032-0.0066 g and 16.5-23.1 cm, respectively. Non-primed control seeds showed the lowest growth in all parameters compared with bio-primed seeds. The highest seedling fresh weight was determined with TV108G while the TV24C strain was more effective on dry matter accumulation in roots. Also, the highest plant height was determined in seedlings that were primed by the TV85C strain. In conclusion, TV24C, TV85C, TV113C and TV108G strains are more effective on seedling growth and dry matter accumulation and might be used in oat production under field conditions.

Keywords: *Avena sativa*, Bacterial inoculation, Bio-priming, Dry matter accumulation

1. INTRODUCTION

Plant growth promoting bacteria is described as bacteria inducing water and nutrient uptake, fixing nitrogen and solubilizing phosphorus to plants and promoting plant growth (Bashan, 1998; Gamalero and Glick, 2011; Glick, 2020). PGPB may be used as biofertilizers, phyto-stimulators, rhizo-remediators, stress bio-alleviators, bio-modifiers, or control agents (Ma et al., 2016). PGPB is isolated and characterized even though they are found in the natural flora, because of the selection and development of strains that exhibit superior characteristics in terms

of different characters from among many isolates. Bacterial strains that are used as biological fertilizer commonly belong to genera including *Acetobacter*, *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Aereobacter*, *Alcaligenes*, *Agrobacterium*, *Artrobacter*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Erwinia*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Micrococcus* and *Pseudomonas* (Burr et al., 1984; Çakmakçı, 2005; Etesami and Adl, 2020). PGPBs have direct and indirect mechanisms involving plant growth and protection via various biochemical and molecular pathways (Hayat et al., 2010; Vejan et al., 2016; Glick, 2020). Direct mechanisms of PGPB contain the facilitation of nutrient acquisition, synthesis of phytohormones, and production of ammonia, organic acids, and ACC deaminase activity while the indirect mechanisms are relevant to plant protection against phytopathogens, mainly through the synthesis of allelo-chemicals and lytic enzymes, as well as the activation of induced systemic resistance (Rocha et al., 2019). PGPB strains have been commonly used as a beneficial biological fertilizer in agricultural lands for many years (Gupta et al., 2015; Ceritoglu et al., 2021; Çığ et al., 2021).

Avena sativa, known as Oat, is a species of cereal grain and cultivated for its seed (Suttie, 2004). Oat originated in England, Poland, France, Germany and Russia and yet, is cultivated worldwide. According to FAO (2020), total oat production was determined as 25.2 million tonnes on 9.2 million hectares. Moreover, the United States Department of Agriculture (USDA) indicated that total oat production in the world is estimated to fall by 4.7% to 23.302 ThMt and this would be 2.2% above the last five-years average (USDA, 2021). Oat has rich protein content and is cereal containing a globulin or legume-like protein, avenalin, as the major (80%) storage protein. Also, oat seed has rich in carbohydrates, lipids, alkaloids, tocols, organic acids, flavonoids and sterols (Singh et al., 2013).

There are many experiments on the promotive effect of PGPB strains on oat growth, yield and quality attributes (Gupta et al., 2017; Li et al., 2020; Amir et al., 2022). The purpose of the experiment is to investigate the effects of different PGPB strains that have various physiological, biochemical and molecular characteristics on oat seedlings.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Experimental Site

The experiment was laid out under laboratory conditions in 2022 at Siirt University, Siirt, Turkey. The experiment area is located at 37°58' N, 41°50' E, at an altitude of 580 m above sea level and under terrestrial climate.

2.1.Experimental materials

Otağ was registered in Agriculture and Forestry Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute in 2020. The Otağ is a variety that has high plant height, white seed, glume

and non-bone characteristics (TAGEM, 2021). Twenty-three superior bacterial strains from a large-scale collection isolated from rural lands of Van province in the spring season of 2010 by methods of Schmidt and Belser (1982), were used in the experiment. Nitrogen fixation, phosphate solubilizing, siderophore production and ACC deaminase activity properties of strains were determined (Pikovskaya, 1948; Li et al., 2011; Vaikuntapu et al., 2014). Universal primer was used for the amplification of 16S rDNA gene in all bacterial isolates. Samples were sent to a special laboratory for sequence analysis after the clean-up process (Miller et al., 2013). Purified bacterial strains were stored at -86 °C to use experimental studies. General information on bacterial strains were given in Table 1.

Table1.MIS recognition class, nitrogen fixation and phosphorus solubilizing capacity of bacterial strains

PGPR	MIS recognition	Nitrogen fixation	Phosphorus solubiliLing
TV96B	<i>Bacillus laevolacticus</i>	+	-
TV60D	<i>Bacillus megaterium</i>	+	-
TV58C	<i>Bacillus megaterium</i>	+	-
TV90E	<i>Bacillus megaterium</i>	+	-
TV11D	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	+	-
TV24C	<i>Chryseobacterium balustinum</i>	L	-
TV91C	<i>Bacillus megaterium</i>	+	L
TV85C	<i>Myroides odoratus</i>	-	-
TV82F	<i>Micrococcus lylae</i>	-	-
TV93D	<i>Bacillus megaterium</i>	+	-
TV54A	<i>Cellulomonas turbata</i>	H	-
TV126C		H	L
TV42A	<i>Pseudomonas putida</i>	L	L
TV113C	<i>Hluysteria cryocrescens</i>	+	+
TV87A	<i>Bacillus megaterium</i>	+	-
TV119E	<i>Bacillus-GC group</i>	L	+
TV53D	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	H	H
HF58B	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	-	-
TV100C	<i>Hocuria rosea</i>	+	L
TV108G	<i>Colwellia psychrerythrae</i>	+	-
TV62D	<i>Serratia grimesii</i>	+	L
TV83D	<i>Bacillus atrophaeus</i>	H	-
TV112H	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	L	H

(+: Normal, H: High, L: Low, -: Non)

2.2.Experimental Design

Consisting of a cylindrical container experiment to observe the effects of different bacterial strains on seedling growth was carried out under laboratory conditions. The study was laid out in a completely randomized design with three replications. Before starting the experiment, all materials such as petri, and forceps were sterilized in the autoclave (HIRAYAMA, HV-110L, Japan) at 121 °C for 20 minutes. Pure cultures of bacterial strains were grown in Agar nutrient medium. A single colony from each strain was transferred into a 250 ml Erlenmeyer containing nutrient broth and grown aerobically overnight on a rotating shaker (120 rpm) at 2 ± 28 °C. Strains grown on nutrient broth were diluted with sterile distilled water to a final concentration of 10^8 CFU ml⁻¹ by turbidimeter (Sonkurt and Çiğ, 2019). In order to allow bacteria to adhere to the seed surface, 3% sugar was added to the suspension and mixed in a shaker for 30 minutes. Before priming, seeds were subjected to surface sterilization with 5% sodium hypochlorite (NaOCl) for 3 minutes. After sterilization, the seeds were washed 3 times with distilled water and dried with filter paper. Five homogeneous oat seeds were inserted on each filter paper (40x40 cm) following the priming and re-drying of the seeds. Each replication consisted of three filter sheets, meaning that observations for each treatment were gathered from 15 seeds. Filter sheets were stacked one over the other after being wet. Rolling the filter papers and placing them in cylindrical containers with the same amounts of solution (Acikbas et al., 2021). Each bacterial strain was applied in different cylindrical containers to avoid the effect of each other via solution transportation.

2.3.Observations for Investigation of Seedling Growth

Rolls of filter paper were carefully opened after the cylindric container experiment. Samples' roots and branches were divided. Samples were put in a 68 °C oven after being immediately measured for root fresh weight (RFW) and shoot fresh weight (SFW). Root dry weight (RDW) and shoot dry weight (SDW) was calculated using a precision scale after the samples were dried until there was no difference between the final two weights. A meter was used to manually measure the plant height (PH).

2.4.Statistical Analysis

ANOVA was used to evaluate data with a normal distribution at significance levels of 0.05 and 0.01. Statistical analysis software JMP (ver. 5.0.1) was used to compare and categorize the data using a Least Significant Difference (LSD) multivariate test.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The twenty-three PGPB strains that have different characteristics bio-primed to oat seeds and early-stage growth properties were investigated under controlled conditions. The result of ANOVA test and grouping of means were given in Table 2.

According to ANOVA test, diversity in bacterial strains significantly affected the SFW, RFW, RDW and PH. However, there was no significant difference in the SDW depending on the bacterial treatment. The SFW, RFW, SDW, RDW and PH varied between 0.169-0.258 g, 0.046-0.162 g, 0.0031-0.0070 g, 0.0032-0.0066 g and 16.5-23.1 cm, respectively. Non-primed control seeds showed the lowest growth in all parameters compared with bio-primed seeds. The highest SFW was determined with TV108G whereas the lowest one was obtained by control seeds. Bio-priming with TV82F strain caused the highest RFW. Although there is no statistically significant difference among bacterial strains for the SDW, TV62D led to obtaining the highest one compared with other strains. The TV24C strain was more effective on dry matter accumulation in roots and caused the highest RDW. The highest PL was determined in seedlings that were primed by the TV85C strain (Table 2).

Table 2. Effect of bio-priming with different bacterial strains on the shoot and root growth

PGPR	Shoot fresh weight (g)	Root fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Root dry weight (g)	Plant height (cm)
CONTROL	0.169i	0.046h	0.0032	0.0032g	16.5j
TV96B	0.208c-h	0.123b-d	0.0031	0.0042e-g	18.5h-j
TV60D	0.213b-g	0.072f-h	0.0046	0.0046d-f	22.0ab
TV58C	0.211b-g	0.063g-h	0.0038	0.0036fg	20.9b-g
TV90E	0.200d-i	0.066g-h	0.0038	0.0042e-g	18.0ij
TV11D	0.237a-c	0.117b-e	0.0061	0.0061ab	20.8b-g
TV24C	0.199d-i	0.066g-h	0.0062	0.0066a	18.9g-i
TV91C	0.225a-e	0.141ab	0.0051	0.0051b-e	21.3a-f
TV85C	0.220b-f	0.069g-h	0.0066	0.0058a-c	23.1a
TV82F	0.230a-d	0.162a	0.0038	0.0040e-g	21.2a-f
TV93D	0.177g-i	0.118b-e	0.0049	0.0042e-g	19.7c-i
TV54A	0.172h-i	0.059h	0.0046	0.0056a-d	18.4ij
TV126C	0.185b-g	0.084e-h	0.0039	0.0038fg	18.8a-f
TV42A	0.223a-e	0.072f-h	0.0049	0.0044ef	20.9b-g
TV113C	0.240a-c	0.165a	0.0061	0.0059a-c	20.5b-h
TV87A	0.192e-i	0.059h	0.0041	0.0044e-g	19.4e-i
TV119E	0.207c-h	0.097d-g	0.0051	0.0047c-f	19.3f-i
TV53D	0.195d-i	0.136a-c	0.0047	0.0043e-g	19.5d-i
KF58B	0.214b-f	0.064g-h	0.0042	0.0044e-g	21.5a-d
TV100C	0.241a-c	0.132a-c	0.0049	0.0047c-f	21.6a-c
TV108G	0.258a	0.072f-h	0.0054	0.0058a-c	22.5ab
TV62D	0.190e-i	0.106c-f	0.0370	0.0038e-g	19.6c-i
TV83D	0.184f-i	0.067g-h	0.0033	0.0038e-g	17.4ij
TV112H	0.247ab	0.124b-d	0.0051	0.0041e-g	21.4a-e
Mean	0.21	0.095	0.006	0.0046	20.1
LSD	0.037**	0.035**	0.0066ns	0.0012**	2.0370**
MS	0.0017	0.0038	1.5217	2.2609	7.7
VC (%)	10.9	22.1	73.4	15.3	6.1

(LSD: Least significant difference, MS: Mean of square, VC: Variation of coefficient, **: $p < 0.01$, ns: no significant difference)

PGPB strains have been commonly used as a beneficial biological fertilizer in agricultural lands for many years. Nitrogen fixation (Kuan et al., 2016), phosphorus and potassium solubilizing (Yazdani et al., 2009; Masood and Bano, 2016) and gaining micronutrients (Rana et al., 2012) have been reported by various researchers under controlled and field conditions. Atmospheric nitrogen (N_2) is converted into utilizable forms (ammonia) by nitrogen-fixing PGPB strains or diazotroph rhizobia species by complex and special enzyme system, i.e., nitrogenase (Gaby and Buckley, 2012). Phosphorus solubilizing mechanism of PGPB strains based on solubilizing insoluble P_i compounds including hydroxyapatite, tricalcium phosphate, dicalcium phosphate, rock phosphate, and mineralized organic phosphate sources to useful forms (i.e. $H_2PO_4^-$ and HPO_4^{2-}) in rhizosphere soil (Zaidi et al., 2009; Wang et al., 2021). Potassium solubilizing PGPB strains can assist in the solubilization of potassium in addition to the physical and chemical weathering of potassium minerals. PGPB converts insoluble forms of potassium to soluble forms via acidification, chelation and exchange processes (Masood and Bano, 2016).

PGPB strains produce plant promoting compounds and play a significant role in the cycling of micronutrients by modifying the root system architecture, therefore, it induces micronutrient uptake from rhizosphere soil (Saravankumar et al., 2008). Thus, the effectiveness of the PGPB strain depends on the level of promotive properties, resulting in a different promotive impact on crops. Many researchers reported the promotive impact of bio-priming with PGPB strains in *Zea mays* (Singh et al., 2020), *Medicago truncatula* (Forti et al., 2020), *Glycine max* (Paul and Rakshit (2021), *Vigna radiata* (Nawaz et al., 2021), *Lens culinaris* (Erman et al., 2022), and *Triticum aestivum* (Çiğ et al., 2022). Therefore, the results of previous experiments are in agreement with our findings.

In conclusion, although the stimulating effect of PGPB strains and seed priming applications is well known, it has been observed that there are significant differences in effect between bacterial strains with different characteristics. In order to have clearer information about PGPB applications, it is necessary to investigate the interactions of isolated bacteria and target plants.

REFERENCES

- Acikbas S., Ozyazici M.A. & Bektas H. (2021). The effect of salinity on root architecture in forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.). *Legume Research*, 44 (4), 407-412.
- Amir K., Veer S.A., Kumar U.V., Akriti B., Birendra P. (2022). Influence of PGPR on growth and yield of oat (*Avena sativa* L.) under field conditions. *Indian Journal of Ecology*, 49 (4), 1351-1356.
- Bashan Y. (1998). Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. *Biotechnology Advances*, 16 (4), 729-770.
- Burr T.J., Caesar A., Schrollh M.N. (1984). Beneficial plant bacteria. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2 (1), 1-20.
- Ceritoglu M., Erman M., Çiğ F., Şahin S., Acar A. (2021). A sustainable strategy on plant growth and improvement of stress tolerance: Priming technique. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8 (3), 374-389. (In Turkish)

- Çakmakçı, R., 2005. Use of plant growth promoting rhizobacteria in agriculture. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(1), 97-107. (In Turkish)
- Çığ, F., Erman, M., Inal, B., Bektas, H., Sonkurt, M., Mirzapour, M., Ceritoglu, M., 2022. Mitigation of drought stress in wheat by bio-priming by PGPB containing ACC deaminase activity. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(1), 51-57.
- Çığ, F., Sönmez, F., Nadeem, M.A., EL Sabagh, A., 2021. Effect of biochar and pgpr on the growth and nutrients content of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.) and post-harvest soil properties. Agronomy, 11(12), 2418.
- Erman, M., Çığ, F., Ceritoglu, F., Ceritoglu, M., 2022. Plant growth promoting bacteria enhances photosynthesis, nodulation and root system architecture in lentil under lead toxicity. Journal of Central European Agriculture 23(3), 582-591.
- Etesami, H., Adl, S.M., 2020. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and their action mechanisms in availability of nutrients to plants. In: M. Kumar, V. Kumar, R. Prasad Phyto-Microbiome in Stress Regulation. Environmental and Microbial Biotechnology. Springer, Singapore.
- FAO, 2020. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Forti, C., Shankar, A., Singh, A., Balestrazzi, A., Prasad, V., Macovei, A., 2020. Hydropriming and biopriming improve *Medicago truncatula* seed germination and upregulate DNA repair and antioxidant genes. Genes, 11(3): 242.
- Gaby, J.C., Buckley, D.H., 2012. A comprehensive evaluation of PCR primers to amplify the nifH gene of nitrogenase. PLoS One, 7, e42149.
- Gamalero, E., Glick, B.R., 2011. Mechanisms used by plant growth-promoting bacteria. In: D. Maheshwari (ed) Bacteria in Agrobiolgy: Plant Nutrient Management. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Glick, B.R., 2020. Beneficial Plant-Bacterial Interactions. Springer Nature Switzerland, Cham.
- Gupta, G., Parihar, S.S., Ahirwar, N., Snehi, S.K., Singh, V., 2015. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Current and future prospects for development of sustainable agriculture. Microbial & Biochemical Technology, 7(2), 96-102.
- Gupta, S.K., Prasad, J.K.P., Raghuwanshi, R., 2017. Characterizing rhizospheric plant growth promoting bacteria for their effects on oat (*Avena sativa*). International Journal of Pharma and Bio Sciences, 8(4), 142-151.
- Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., Ahmed, I., 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. Annals of Microbiology, 60, 579-598.
- Kuan, K.B., Othman, R., Rahim, K.A., Shamsuddin, Z.H., 2016. Plant growth-promoting rhizobacteria inoculation to enhance vegetative growth, nitrogen fixation and nitrogen remobilisation of maize under greenhouse conditions. PLoS One, 11(3): e0152478.
- Li, H., Qiu, Y., Yao, T., Ma, Y., Zhang, H., Yang, X., 2020. Effects of PGPR microbial inoculants on the growth and soil properties of *Avena sativa*, *Medicago sativa*, and *Cucumis sativus* seedlings. Soil and Tillage Research, 199, 104577.
- Li, Z., Chang, S., Lin, L., Li, Y., An, Q., 2011. A colorimetric assay of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) based on ninhydrin reaction for rapid screening of bacteria containing ACC deaminase. Letters in Applied Microbiology, 53, 178-185.
- Ma, Y., Oliveira, R.S., Freitas, H., Zhang, C., 2016. Biochemical and molecular mechanisms of plant-microbe-metal interactions: relevance for phytoremediation. Frontiers in Plant Science, 7, 918.
- Masood, S., Bano, A., 2016. Mechanism of potassium solubilization in the agricultural soils by the help of soil microorganisms. In: Meena, V., Maurya, B., Verma, J., Meena, R. (eds) Potassium Solubilizing Microorganisms for Sustainable Agriculture. Springer, New Delhi.
- Miller, C.S., Handley, K.M., Wrighton, K.C., Frischkorn, K.R., Thomas, B.C., Banfield, J.F., 2013. Short-read assembly of full-length 16S amplicons reveals bacterial diversity in subsurface sediments. PloS one, 8(2), e56018.
- Nawaz, H., Hussain, N., Ahmed, N., Rehman, H., Alam, J., 2021. Efficiency of seed bio-priming technique for healthy mungbean productivity under terminal drought stress. Journal of Integrative Agriculture, 20(1): 87-99.
- Paul, S., Rakshit, A., 2021. Effect of seed bio-priming with *Trichoderma viride* strain BHU-2953 for enhancing soil phosphorus solubilization and uptake in soybean (*Glycine max*). Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 21: 1041-1052.

- Pikovskaya, R.I., 1948. Mobilization of phosphorus in soil in connection with vital activity of some microbial species. *Microbiologia*, 17: 362-370.
- Rana, A., Saharan, B., Nain, L., Prasanna, R., Shivay, Y.S., 2012. Enhancing micronutrient uptake and yield of wheat through bacterial PGPR consortia. *Soil Science and Plant Nutrition*, 58(5), 573-582.
- Rocha, I., Souza-Alonso, P., Pereira, G., Ma, Y., Vosatka, M., Freitas, H., Oliveira, R.S., 2019. Using microbial seed coating for improving cowpea productivity under a low-input agricultural system. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100, 1092-1098.
- Saravankumar, D., Lavanya, N., Muthumeena, B., Raguchander, T., Suresh, S., Samiyappan, R., 2008. *Pseudomonas fluorescens* enhances resistance and natural enemy population in rice plants against leaf folder pest. *Journal of Applied Entomology*, 132, 469-479.
- Schmidt, E.L., Belser, L.W., 1982. Nitrifying bacteria, in methods of soil analysis part 2. Chemical and Microbiological Processes 1st ed. ASA, Wisconsin.
- Singh, R., De, S., Belkheir, A., 2013. *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: An overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2), 126-144.
- Singh, S., Singh, U.B., Triverdi, M., Sahu, P.K., Paul, S., Paul, D., Saxena, A.K., 2020. Seed biopriming with salt-tolerant endophytic *Pseudomonas geniculata*-modulated biochemical responses provide ecological fitness in maize (*Zea mays* L.) grown in saline sodic soil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1): 253.
- Sonkurt, M., Çığ, F., 2019. The effect of plant growth-promoting bacteria on the development, yield and yield components of bread (*Triticum aestivum* L.) and durum (*Triticum durum*) wheats. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 3877-3896.
- TAGEM, 2021. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bahridagdas/Link/9/Cesit-Ve-Irklarimiz>
- USDA, 2021. https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/
- Wang, Y., Peng, S., Hua, Q., Qiu, C., Wu, P., Liu, X., Lin, X., 2021. The long-term effects of using phosphate-solubilizing bacteria and photosynthetic bacteria as biofertilizers on peanut yield and soil bacteria community. *Frontiers in Microbiology*, 12, 693535.
- Vaikuntapu, P.R., Dutta, S., Samudrala, R.B., Rao, V.R.V.N., 2014. Preferential promotion of *Lycopersicon esculentum* (tomato) growth by plant growth promoting bacteria associated with tomato. *Indian Journal of Microbiology*, 54, 403-412.
- Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., Boyce, e A.N., 2016. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability - a review. *Molecules*, 21, 573.
- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., Esmaili, A., 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 49, 90-92.
- Zaidi, A., Khan, M., Ahemad, M., Oves, M., 2009. Plant growth promotion by phosphate solubilizing bacteria. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 56(3), 263-284.

HASSAS TARIM UYGULAMALARI VE GÜBRELEME**Mesude ÜNAL**

Kocaeli University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Arslanbey Campus

ORCID ID:0000-0002-5279-8574**ÖZET**

Tarımsal uygulamalarda en önemli girdilerden biri gübrelerdir. Toprağı tanıyarak doğru bir şekilde yapılan gübreleme verimde artışlara neden olur. Geleneksel uygulamalarda gübreleme için çoğu zaman arazinin bütününe kapsayacak şekilde toprak örneği alınır ve laboratuvar analizleri sonucunda yine bitki başına ya da arazi bütününe aynı oranda gübreleme yapılır. Gübreleme miktarı ve çeşidi arazinin farklı bölgeleri için değişmez. Hassas tarım (PA) uygulamaları ile ise Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile oluşturulan uygulama haritalarından faydalanılarak, değişken düzeyli gübreleme makineleri ile değişken oranlı teknolojiler (VRT) kullanılarak, farklı bölgelere farklı düzeylerde gübre uygulanır. Sonuçta; toprakların farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine göre gübreleme yapıldığı için birim alandan alınan verim artar. Günümüzde tarımsal uygulamaların hedefi olan az girdi kullanarak daha çok çıktı hassas tarım uygulamaları ile yerine getirilmiş olur. Hassas tarım yerine yoğun girdi kullanımı ile konvansiyonel tarım yapılan alanlarda kısa vadeli hedefler için uzun vadeli sürdürülebilirlik kaybolur. Yoğun ve bilimsel sonuçlara dayanmayan girdi kullanımı ile toprakların yapısı kimyasal özellikleri bozulur zamanla yetersiz veya dengesiz gübre kullanımı ile arazide tuzlulaşma ve çoraklaşma gibi sorunlar meydana gelir. Fazla gübrenin yıkanması sonucu yüzey ve yeraltı suyu kaynakları kirlenir. Bu nedenle hassas tarım topraklarımızda sürdürülebilirliğin sağlanması aynı zamanda gübreleme kaynaklı çevre kirliliğini azaltması bakımından önemlidir.

Çalışmamızda; hassas tarım uygulamaları ile gübrelemenin önemi belirtilmeye ve yeterli ve dengeli gübreleme yapmak için öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hassas Tarım (PA), gübreleme, bitki besleme

ABSTRACT**PRECISION AGRICULTURE APPLICATIONS AND FERTILIZATION**

One of the most important inputs in agricultural applications is fertilizers. Correctly carried out fertilization by recognizing the soil leads to increases in yield. In traditional applications, soil samples are often taken to cover the entire land for fertilization, and as a result of laboratory analyzes, fertilization is carried out at the same rate per plant or for the whole land. The amount and type of fertilization does not vary for different regions of the land. Precision agriculture (PA) applications of geographic information systems (GIS) map generated by the application

by utilizing variable fertilizing machines with variable rate technologies (VRT) using different regions at different levels apply the fertilizer. As a result; The yield obtained from the unit area increases as fertilization is carried out according to the different physical, chemical and biological properties of the soils. Nowadays, the goal of agricultural applications is to use fewer inputs and more output is fulfilled with precision agricultural applications. With intensive input use instead of precision agriculture, long-term sustainability is lost for short-term goals in areas where conventional agriculture is performed. With the use of intensive and non-scientific inputs, the chemical properties of the soil structure deteriorate, problems such as salinization and desertification of the land occur with the use of insufficient or unbalanced fertilizers over time. As a result of washing off excess fertilizer, surface and groundwater sources are polluted. For this reason, it is important to ensure sustainability in our sensitive agricultural soils in terms of reducing environmental pollution caused by fertilization at the same time.

In our study; It has been tried to indicate the importance of fertilization with precision agricultural practices and to bring suggestions for adequate and balanced fertilization.

Keywords: Precision agriculture (PA), fertilization, plant nutrition

1.GİRİŞ

Hassas Tarım (PA), tüm tarımsal uygulamaları, kültürel bakım işlemlerini gelişmiş teknolojik alet ekipman kullanarak yapar, ihtiyaçları doğru bir şekilde değişkenliğe bağlı olarak belirler, uygun zamanda ve uygun miktarda girdileri üretime dahil eder. Bu nedenle de üreticilere kolaylıklar sağlar. Hassas tarım uygulamalarının Türkiye’de duyulması ve kullanılması yaklaşık 10 yıldır var olmaya başlamıştır. Hassas tarım sadece ziraat alanındaki bilim dalları ile değil diğer birçok teknoloji alanındaki bilim dallarının gelişimine bağlıdır. Hassas tarım ile ilgili çalışmalar pratiklik ve ekonomiklik açısından da önemlidir (Güler ve Kara 2005). Toprak ve gübreleme açısından değerlendirirsek tarımda teknolojik uygulamalar üreticilere önemli kolaylıklar sağlar. Hassas tarımda ürünün yetiştirildiği toprak kaynaklarının haritalarını tanımlayarak toprağın derinlik, eğim, bünye durumu, tuzluluk, drenaj, geçirgenlik ve besin element içeriği gibi özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) veri tabanına aktararak uygulama yapan ekipmanlara entegre edilmesi ile iş gücü açısından da avantajlıdır. Aynı zamanda parselin farklı toprak özelliklerine farklı miktarlarda gübre, sulama uygulaması yapılmaktadır. Uygulama sonucunda üretici için önemli girdi olan gübre kullanımı azaltılmakta, fazla gübreleme ile ekonomik kayıplar azaltıldığı gibi yer altı suların kirlenmesi önlenmektedir. Hassas tarım teknikleri sayesinde üreticinin girdileri azalır aynı zamanda verim artışı olur ve su ve toprak kaynaklarının korunmasına önemli katkılar sağlar (Teke ve ark.2019). Hassas tarım arazi içinde her tesisin üretim potansiyelini artırmaya yönelik bir yatırımdır.

Konvansiyonel tarımda ise genelde kabul görmüş üretim sistemi, yüksek verim elde etmektir. Hassas tarımda ekonomik, verimli ve sürdürülebilir şekilde ürün elde etmek önemlidir. Hassas tarımda gübreleme de uzun vadeli optimal dağılım sağlanır, ürün ihtiyaçlarına göre besin maddeleri teknoloji geliştirme ile, hem farklı toprak özelliklerine hem de bitki ihtiyaçlarına göre gübreleme yapılır. Geleneksel tarımda gübre uygulamalarında ortalama değerlere dayalı bir program izlenir. Gübre araziye homojen olarak dağıtılır. Bunun yerine, hassas tarım genellikle çok değişken, heterojen bir sistem olan araziye tarımsal bütün parsel yerine yerel mekansal birimler olarak değerlendirir (Radočaj ve ark.2022). Hassas tarım, az girdi kullanımına olanak sağladığından çevreye saygılı ve sürdürülebilir tarımsal üretimi destekleyen bir yaklaşımdır. Sürdürülebilir tarımsal üretimde de amaç az girdi verimli ve çok çıktıdır. Hassas tarım konusunun desteklenmesi gerek üreticilere yönelik olarak gerekse araştırma, yayın ve altyapı çalışmalarının desteklenmesi önemlidir (Arslanoğlu ve ark. 2016).

Çalışmamızda; hassas tarım uygulamaları ile gübrelemenin önemi belirtilmeye ve yeterli ve dengeli gübreleme yapmak için öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRME

Hassas Tarımın yapabileceği birçok işlem bulunmaktadır. Tablo 1’de Hassas Tarım ile ilgili yapılan uygulama ve operasyonlar görülmektedir.

Tablo1: Hassas Tarım İle Yapılan Tarımsal Uygulama ve Operasyonlar

Değişken Oranlı Uygulamalar	Alet Yönetimi	Dökümantasyon	İşletme Yönetimi
Toprak işleme	Enformatik traktör	Makine süresi	Lojistik
Ekim	Değişken oranlı iş aletleri	Uygulama miktarı	İşletme yönetim desteği
Gübreleme	Hasat makinesi	Hasat miktarı	Ortak alan işletmesi
Bitki koruma			Telemetre ile makine kontrolü
Verim saptama			
Sulama			

Kaynak (Türker ve ark. 2015).

Bu uygulamaların en önemlilerinden biri gübrelemedir. Tarımsal üretimde birim alandan yüksek ve kaliteli ürün almak için gübreleme yapmak gereklidir. Bitki besleme ve gübreleme de amaç toprağa eksik olan besin elementini ilave etmektir. Toprakta eksik, yeterli ya da fazla olan bitki besin elementleri ancak toprak analizi sonucunda belirlenir. Bu nedenle gübreleme yapmadan önce mutlaka toprak örneği alınarak toprak analizi yaptırmak gerekir. Geleneksel tarım sisteminde üreticiler arazide zig zag lar çizerek gezerek homojen olarak belirledikleri kısımlardan örnekler alırlar. Arazi de eğim, farklı gübrelenmiş alan ve bitki çeşidi farkı varsa o kısımlardan ayrıca örnek almak gerekir. Geniş alanlarda bir de toprak bünyesi killi ise örnek olmak önemli iş gücü gerektirir ve zorlaşır. Yanlış toprak örneği almak analiz sonuçlarının da

yanlış olmasına neden olur. Gübreleme de bu ortalama değerler alınarak gübreleme yapılır. Hassas tarım tekniğinde ise, tarlanın değişik yerlerinden düzenli bir biçimde örnekler alınmakta ve analiz sonuçlarına göre gübre oranı değiştirilebilmekte veya sadece girdi ihtiyacı duyulan yere ve gerekli miktarda uygulanmaktadır. Toprak analizinde genellikle toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri değerlendirilmektedir. Hassas tarımda bitkinin ihtiyacı değişken oranlı uygulamalarla karşılanabilmektedir. Hassas tarımda esas olan, eksikliğin olduğu yerleri tespit ederek doğrudan buradaki eksikliği gidermektir. PA uygulamalarında toprak örneklemeinde uygulanan üç yöntem vardır.

1. Izgara tipi örnekleme,

2. Toprak tipine bağlı örnekleme,

3. Hareketli duyarga yöntemidir. Izgara tipi örnekleme yöntemi, tarlayı kare veya dikdörtgen şekilli küçük parsellere bölme esasına dayanmaktadır. Her bir parselin alanı 0,4-1,0 ha arasında değişebilmektedir. Burada her parselden birkaç örnek alınmakta ve analiz edilmektedir. Izgara merkezli yöntemde örnekler her bir hücrenin merkezinden alınmakta ve hücrenin merkezini belirlemek için Diferansiyel GPS (DGPS)'den yararlanılmaktadır. Toprak tipine bağlı örnekleme yönteminde tarla, toprak tiplerine göre bölümlere ayrılmakta ve benzer toprak tiplerine sahip tarla bölümleri örneklenerek toprak haritası elde edilmektedir. Hareketli duyarga yönteminde toprak özelliklerini ve bunların değişimini ölçmenin en iyi yolu tarlada hareket halindeyken, ilgili özelliği bilgisayara aktaran ve analiz eden bir duyarga kullanılmaktadır. Otomatik olarak çalışan ve DGPS sistemiyle donatılmış bir araç, üzerinde bulunan hidrolik esaslı bir sondayı toprağa daldırmakta ve istenilen derinlikten aldığı toprağı etiketleyebilmektedir. Örnek analizi için değişik algılayıcılar geliştirilmiştir. Bu algılayıcılar İyon Seçici Elektrot (ISE), İyon Seçici Alan Etkili Transistor (ISFET), geliştirilen bir sistemle, herhangi bir çözücüye gerek duymaksızın hareketli durumdayken sürekli olarak toprak özelliklerini analiz edebilmektedir. Değişken oranlı uygulama teknolojisi (VRT), gübre, tohum ve ilaç gibi girdileri değişken oranlarda tarlaya verebilmek için bilgisayarlı kontrol ünitesi ve ilişkili donanımı içeren bir yapıdadır. Burada kontrol ünitesi hafızasına uygulama haritası yerleştirilerek, bağlantı halinde olduğu Küresel Konumlama Sistemi (GPS) yardımıyla tarladaki pozisyona göre donanım kontrol edilmekte ve gübre ya da ilaç değişken oranlarda uygulanmaktadır (Vatandaş ve ark. 2005). Akdemir ve ark. 2016 PA ile ilgili yaptıkları çalışmada Şekil:1 de gösterilen gübre dağıtma makinesinden yararlanmışlardır.



Şekil 1. Çift Diskli Gübre Dağıtma Makinesi (Kaynak:Akdemir ve ark.2016)

Diskli gübre dağıtma makinaları; katı mineral gübreleri atabilmektedirler. Bu mineral gübreler; toz, kristal ve granül yapıda olmaktadır. Toprağın ıslahında kullanılan kireç ve kireçli maddeler toz halindedir. Bu gübrelerin bazı fiziksel özellikleri, dağıtma makinalarının tarımsal teknik isteklere uygun çalışıp çalışmamalarına etki ederler (Akdemir ve ark. 2016).

Türker ve ark. 2015, belirttiği algılama yönteminde; hareket sırasında bitkinin durumu ölçülür. Bu direk sistem ile belli alana özgü ölçme, hesaplama ve gübreleme tek bir işlemle gerçekleştirilir. Gübre ihtiyacının belirlenmesinde indirek ölçülen parametreler (bitkinin klorofil miktarı ve sapların eğilme direnci vb. kullanılır. İhtiyaç olan gübre miktarı anlık olarak hesaplanarak gübre dağıtıcısına iletilir ölçülen kısma ait gerekli miktar gübre o alana dağıtılır. Algılama yönteminde 3 teknoloji vardır.

- Hareket halinde bitki ihtiyacının ölçülmesi
- Dolaylı ölçülebilen parametreler (sapların direnci veya klorofil miktarı aracılığıyla, bitki besin ihtiyacının belirlenmesi
- Anlık hesaplama ve dozajlama topraktaki besin elementlerinin GPS'le georeferanslı olarak haritalanması ve verim haritaları ile birlikte değerlendirilmesi sonucu elde edilen uygulama haritalarının yine GPS ve akıllı makinalarla toprağa verilmesi şeklinde olmaktadır. Türker ve ark.2015, bildirdiğine göre Türkiye'de bu teknoloji üniversite, sanayi ve özel sektör girişimi ile geliştirilmiş bulunmaktadır.

Toprak analiz laboratuvarlarında yaygın olarak N,P,K gibi makro bitki besin elementlerinin belirlenmesinde kabul görmüş standart analizler, solüsyondan ekstrakte etme yöntemleri kullanılır. Bunun için Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ve ICP (inductively coupled plasma) spektrometreler 1990'lı yılların başından beri kullanılır. Hassas tarım ile birlikte yeni kullanılmaya başlayan yöntem ise elektrokimyasal sensörler ile olmaktadır. Toprak analizi için kullanılan elektrokimyasal yöntemlerin çoğu iyon seçici bir elektrot kullanımına dayanır. Cam veya polimer membran veya iyon seçici bir alan ile etkili transistör (ISFET) aynı teoriye

sahiptir. Çok sayıda iyon seçici, çok kanallı ISFET NO₃, K dahil olmak üzere önemli toprak besinlerinin çoğunu (Na, Ca, Mg, Cl) algılar. (Kim ve ark. 2009).

Günümüzde İHA hassas tarımda özellikle ilaçlama ve gübrelemede kullanılabilir.



Şekil 2.Hassas Tarım Uygulamalarında İHA Kullanımı (Kaynak:tetasa.com)

Gübreleme de uygulanacak girdi miktarı; toprak özellikleri, bitki gelişimi ve birim alandan alınacak verim için önemli bir faktördür. Kullanılan gübre miktarı az olursa bitki yeterince beslenemez verim düşer, gübre miktarı çok olursa bitkide toksik etki gösterir fazlalığından kaynaklı zararlanmalar büyük ölçüde yanmalar olur. Aynı zamanda azotlu gübreler yeraltına sızarak yeraltı su kaynaklarını kirletir, fosforlu gübreler yüzey akışlarda ilerleyerek yüzey sularını kirleterek ötrofikasyona neden olur. Fosforlu gübrelerin hammaddesi olan yumuşak kaya fosfatı bünyesinde insanlar içinde toksik olan kadmiyum (Cd) ağır metalini bulundurur. Bu nedenlerden dolayı yeterli ve dengeli, gereği kadar gübre uygulamak elzemdir. Gübre miktarı belirlemek için toprak örneği alma ve alınan toprak örneğinin analizi gerekir. Hassas tarımda Taylor ve ark. 2020 bildirdiğine göre; toprak analizinde kullanılan ISFET cihazları, elektrokimyasal sensörlerdir. Sulu çözeltilerde iyon tespitlerini gerçekleştirirler. Askıda katyon ve anyonları içeren elektrokimyasal sensörler, polimer membran ve referans elektrot bulunur. Ölçümlerde iki yol kullanılır. Birincisi topraktan ekstrakt hazırlama sonucu ölçüm diğeri sensörü doğrudan toprağa daldırarak ölçüm yapılmasıdır. Hareket halindeki platformlar gibi teknolojiler toprak numunelerini mekanik olarak alır. Numunelerde ekstraksiyon işlemi yapılır. ISFET sensörleri ile iyon okuması için filtrelendir. Daha az yaygın olan diğeryöntemde sensör doğrudan toprağa yerleştirilir ve ölçüm yapılır. Ancak bu yöntemde ISFET'i kaplayan zar polimer malzemedendir yapıldığı için zamanla bozulur. Toprakla sürekli sürtünmeye girdiğinden ortalama bir yıllık kullanım ömrüne sahiptir. Hassas Tarımda, toprak örneği almak ve toprak analizi sonuçlarına göre gübre miktarı belirlemek için standart metotların geliştirilmesi, bu konuda laboratuvarların akredite olması, uygulamaların yaygınlaştırılması açısından önemlidir. Hassas tarım yöntemine göre gübre kullanımı, girdi maliyetlerinin düşmesine ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliğine yardımcı olur.

3. SONUÇ

Bitki beslemede önemli sorunlardan birisi yanlış gübreleme yapmaktır. Yanlış gübrelemenin nedeni ise toprağı tanımadan, toprak analizi yaptırmadan gübre uygulamaktır. Günümüzde birçok toprak analiz laboratuvarı yıllarca araştırılarak dünyada kabul görmüş standard metotları kullanarak analiz yapmaktadır. Bu aşamada da sorun doğru toprak örneğı alınması ve laboratuvara ulaştırılmasıdır. Türkiye’de gerek laboratuvarlara gelen analiz miktarına bakılarak gerekse bu konuda yapılan bilimsel çalışmalar laboratuvara ulaştırılan toprak örneğinin yeteri kadar olmadığını göstermektedir. Hassas tarım uygulamalarında toprak örneğı almak mekanizasyon ile işgücünü azaltarak gerçekleştiğinden üretici için kolaylık sağlar. Toprak analizi ISFET ile arazi şartlarında da gerçekleşebilir (toprağı doğrudan uygulama) ancak bu uygulamanın aletin çabuk bozulmasına neden olduğu bazı çalışmalarda bildirilmiştir. Bu nedenle; gerek toprak örneğı alma gerekse analiz yöntemlerinin araştırmalar sonucunda standart yöntemler geliştirilerek yaygınlaşması bu konuda dünyaca kabul görmüş yöntemlerle, akredite olmuş laboratuvarların çoğalması hassas tarım uygulamalarının artmasını sağlayacaktır. Hassas tarım ile gerekli alana, gereğı kadar gübreleme yaparak kullanılan girdileri azaltıp, verimi artırarak sürdürülebilirliği sağlayabiliriz.

KAYNAKÇA

- Akdemir,B.,Sağlam,N.,Aydoğdu,B.,Üngör,M.G.,Atik,M. 2016.Değişken Miktarlı Mineral Gübre Dağıtma ile Homojen Gübre Uygulamasının Buğday Tarımında Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. T.C. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (NKÜBAP) Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu
- Arslandoğlu M.C., Yalçın,M.,Şen, A. 2016. Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Hassas Tarım Uygulamaları. Meyve Bilimi Özel Sayı:1 7-11.
- Güler, M., Kara, T. (2005) Hassas Uygulamalı Tarım Teknolojisine Genel Bir Bakış, OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 2005,20(3):110-117
- <http://www.tetase.com/index.php/tr/hassas-tarim>. Erişim Tarihi:14.10.2022.
- Kim,H-J.,Sudduth, A.,K., ve Hummel, J.,W. Soil Macronutrient Sensing for Precision Agriculture J. Environ. Monit., 2009. 11, 1810–1824
- Mogili, U.,R. ve Deepak, B B V L. 2018. Review on Application of Drone Systems in Precision Agriculture. Procedia Computer Science 133 (2018) 502–509
- Radočaj, D., Jurišić, M., Gašparović, M. 2022.The Role of Remote Sensing Data and Methods in a Modern Approach to Fertilization in Precision Agriculture Remote Sensing 2022, 14, 778. <https://doi.org/10.3390/rs14030778>
- Taylor,G.A.,Parra,C.,Carrillo,H.,Mouazen,A. 2020. A Decision Framework Reference for ISFET Sensorbased Electronic Systems Design for Agriculture Industry Applications. IEEE 17th India Council International Conference (INDICON). s,1-6,India.
- Teke,M., Mutlu, N.,Türker,U., Çullu M.A., Küpcü, R.,Bozgeyik, F., Demirpolat,C., Öztoprak, A.F., Deveci, H.S., Demirhan,İ.H.,(2019) GAP Bölgesinde Hassas Tarım Uygulamalarının Yaygınlaştırılması Projesi HASSAS ICCTAFA 2019. <https://www.researchgate.net/publication/333446746>
- Türker,U.,Akdemir,B.,Topakcı,M.,Tekin,B.,Ünal,İ.,Aydın,A.,Özoğul,G.,Evrenosoğlu,M.2015Hassas Tarım Teknolojilerindeki Gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi,12-16 Ocak,s,295-320, Ankara.
- Vatandaş M, Güner M, Türker U, 2005. Hassas Tarım Teknolojileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 6. Teknik Kongresi, 3–7 Ocak, 347–365, Ankara.

TUZ STRESİNİN FESLEĞEN (*Ocimum basilicum* L.) BİTKİSİNİN ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Gülen ÖZYAZICI

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0003-2187-6733

ÖZET

Bu çalışmada, tuz stresinin fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin çimlenmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Laboratuvarı'nda, 25 ± 1 °C kontrollü şartlar altında yürütülmüştür. Çalışmanın bitkisel materyalini iri yapraklı fesleğen çeşidi oluşturmuştur. Laboratuvar çalışması, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak Petri kaplarında kurulmuştur. Çalışmada; tuzun (NaCl) 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM ve 200 mM dozları araştırmanın konusunu teşkil etmiştir. Çalışma 10. günde sonlandırılmıştır. Çalışmada; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, üniform çimlenme katsayısı ve çimlenme enerjisi parametreleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları; çimlenme oranı % 74.67-94.67, ortalama çimlenme süresi 1.86-4.53 gün, çimlenme indeksi 4.22-17.02, üniform çimlenme katsayısı 16.53-52.33 ve çimlenme enerjisi 0.00-50.67 arasında değişim göstermiştir. Tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, üniform çimlenme katsayısı ve çimlenme enerjisi değerlerinde önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fesleğen, Tuz Stresi, Ortalama Çimlenme Süresi, Çimlenme İndeksi, Çimlenme Enerjisi

EFFECT OF SALT STRESS ON GERMINATION TRAITS OF BASIL (*Ocimum basilicum* L.) PLANT

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of salt stress on germination traits of basil (*Ocimum basilicum* L.). The research was conducted in Siirt University, Faculty of Agriculture, Field Crops Laboratory under controlled conditions of 25 ± 1 °C. Large-leaved basil were used as plant material in the study. The laboratory study was set up in Petri dishes with 4 replications according to the randomized plot design. In the study; 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM doses of salt (NaCl) were the subject of this research. The study was terminated on the 10th day. In the study; germination percentage, mean germination time, germination index, coefficient of uniformity of germination and germination energy parameters were examined. According to the results of the research; germination percentage 74.67-94.67%, mean germination time 1.86-4.53 day, germination index 4.22-17.02, coefficient of uniformity of germination 16.53-52.33 and germination energy 0.00-50.67 varied in ranges. Depending on the increase in salt concentrations, it was determined that there were significant decreases in

the values of germination percentage, mean germination time, germination index, coefficient of uniformity of germination and germination energy.

Keywords: Basil, Salt Stress, Mean Germination Time, Germination Index, Germination Energy

1. GİRİŞ

Fesleğen (*Ocimum basilicum L.*) Labiatae familyasına ait tropikal ve subtropikal iklimlerde yetişen, baharat olarak kullanılan ve uçucu yağı değerli tıbbi ve aromatik bitkidir (Günay ve Telci, 2017). Fesleğenin anavatanının Hindistan ve diğer Asya ülkeleri olduğu kabul edilmekte olup özellikle Akdeniz kıyı şeridindeki ülkelerde (İspanya ve İtalya) ve Ege Bölgesi'nde (Türkiye ve Yunanistan) yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır (Akı, 2022). Türkiye'nin doğu bölgelerinde yaygın olarak kullanılan mor renkli tipler "reyhan" adıyla isimlendirilirken, batı bölgelerinde yeşil renkli varyeteler "fesleğen" denmektedir (Sönmez ve ark., 2019). Fesleğen, Türkiye florasında doğal olarak bulunmamakta, sadece kültür formlarının yetiştiriciliği yapılmaktadır (Telci ve ark., 2015). Önemli uçucu yağ bileşenlerinin terpenler, fenilpropanoidler, alkoller ve aldehitler olduğu ve lokasyon, yetiştirme koşulları, çeşitler, farklı agronomik yönetim, mevsimsel değişim, hasat, kurutma ve işleme yöntemlerinden etkilenen uçucu yağ bileşimi olduğu bildirilmiştir (Shahrajabian ve ark., 2020). Tuzluluk bitkilerin büyüme, gelişme ve çoğalmasını sınırlayan en önemli stres faktörlerinden birisidir. Abiyotik stres faktörlerinin başında gelen tuzluluk, bitkinin gelişiminin her devresinde etkilemekte; çimlenme aşamasında çimlenme oranını düşürmekte, bitkinin gelişimini geriletmekte ve bunun sonucu olarak bitkide verimin düştüğü görülmektedir (Toprak ve Tunçtürk, 2018). Türkiye'de ve dünyada küresel iklim değişikliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkan, tarımsal alanlarda bitki verimliliğini düşüren tuz stresine yönelik çalışmalar önem taşımaktadır. Bu çalışma, tıbbi ve baharat olarak yaygın olarak kullanılan ve dünyada tarımı yapılan fesleğen bitkisinin tohumlarının çimlenme özelliklerine farklı tuz konsantrasyonlarının etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda 2022 yılında yürütülen çalışmada, bitkisel materyal olarak Anamur Naturel firmasından temin edilen iri yapraklı Genovese fesleğen tohumu kullanılmıştır. Çalışmada, tuzun (NaCl) 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM ve 200 mM dozları araştırmanın konusunu oluşturmuştur. Laboratuvar denemesi, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrür için 20 adet homojen büyüklükte tohum kullanılmıştır. Tohumlar, 1 dakika % 70 etil

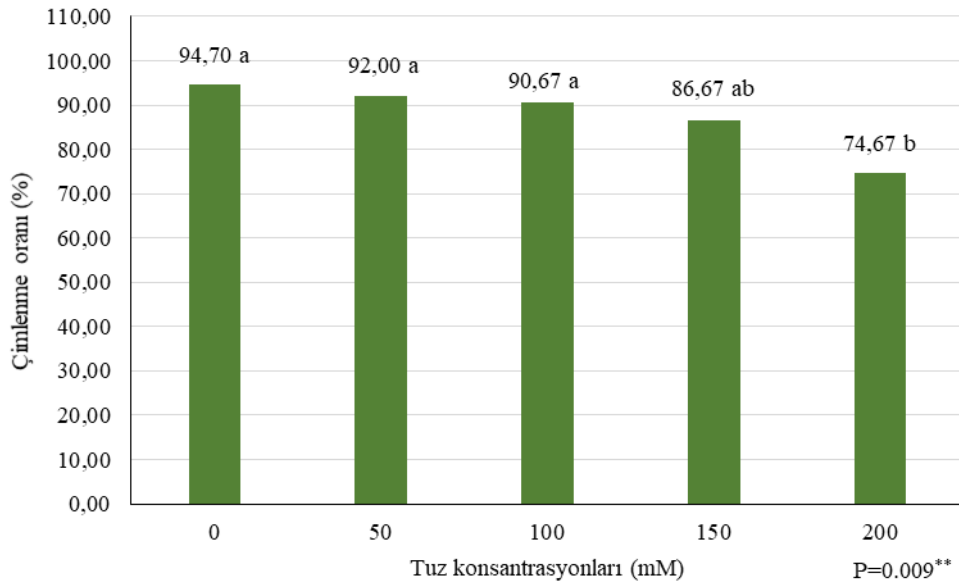
alkolde steril edildikten sonra 3 defa steril su ile durulanmıştır. Daha sonra tohum yüzeyindeki mikroorganizmaların deforme olması için 10 dakika % 10'luk sodyum hipoklorit (NaOCl) ile tohumları kaplayacak şekilde yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Steril hale gelen tohumlar petri (90 mm x 15 mm) kaplarında bulunan iki katlı Whatman filtre kâğıdının arasına yerleştirilmiştir. Beş farklı konsantrasyonda hazırlanan tuz konsantrasyonları, her bir petri kabına 3 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Petri kapları 25 ± 1 °C sıcaklığa ayarlı etüv (BINDER, GmbH, Almanya)'de çimlenmeye bırakılmıştır. Çalışmanın bittiği güne kadar 48 saatte bir 3 ml uygun tuz dozu petri kaplarına ilave edilmiştir. Kontrol grubundaki tohumlara yüzey sterilizasyonuna uygulanmıştır. Çalışmada; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi ve çimlenme indeksi özellikleri incelenmiştir. Çimlenme oranı belirlenirken en az 2 mm kökçük çıkışı çimlenme kıstası olarak kabul edilmiştir (Scott ve ark.,1984; Soltani ve ark., 2012). Çimlenme enerjisi araştırmanın 1. gününde çimlenen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021).

Elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, yüzde değerlere Arcsin transformasyonu uygulanmış (Zar, 1996), ortalamalar arasındaki farklılıklar TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile kontrol edilmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Çimlenme Oranı

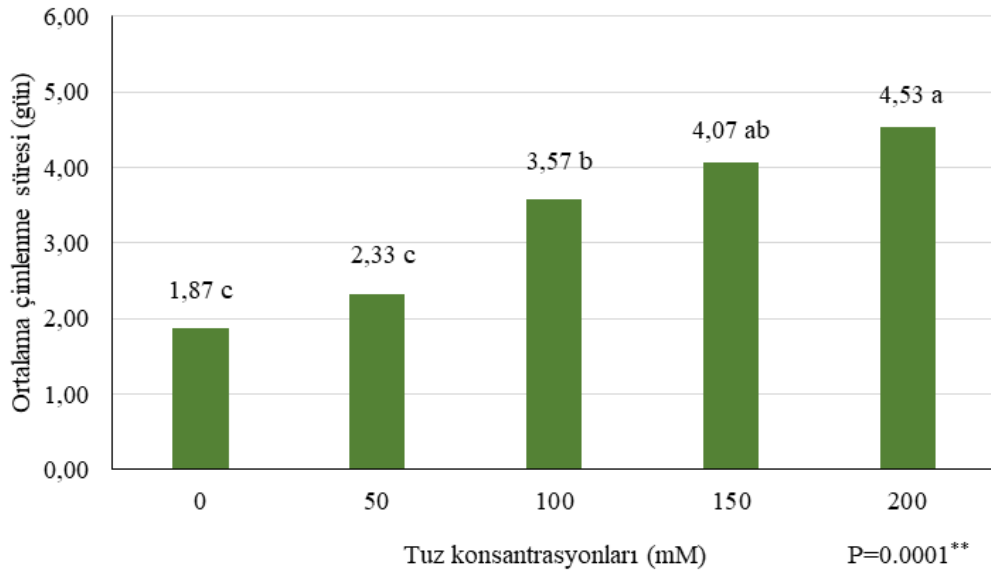
Tuz konsantrasyonlarının fesleğen tohumlarının çimlenme oranına etkisine ilişkin sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir. Fesleğen tohumlarının çimlenme oranına tuz konsantrasyonlarının etkisi istatistiki anlamda $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Araştırmada, tuz konsantrasyonlarına göre en düşük çimlenme oranı 200 mM NaCl uygulamasından (% 74.67), en yüksek çimlenme oranı ise kontrol, 50 ve 100 mM NaCl konsantrasyonlarında (sırasıyla % 94.70, % 92.00 ve % 90.67) belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranı azalmıştır. Uyanık ve ark. (2014), kolza bitkisinde yaptıkları araştırmada, tuz konsantrasyonunun çimlenme oranını olumsuz etkilediğini, en fazla azalmanın en yüksek tuz konsantrasyonunda olduğunu ifade etmişlerdir. Akçay ve Tan (2018), kinoa bitkisinin tuza karşı dayanıklı olduğunu bildirdikleri çalışmalarında tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranının azaldığını belirtmişlerdir. Kadioğlu (2021), üç farklı adaçayında yürüttüğü çalışmada tuz stresinin çimlenme oranını azalttığını tespit etmiştir. Bazı araştırmacıların farklı bitkilerde yaptıkları birçok çalışmada, tuz konsantrasyonunun çimlenme oranını negatif yönde etkilediği bildirilmiştir (Kuşçu ve ark., 2018; Tatar ve ark., 2018; Akay ve ark., 2019; Demiroğlu ve Topçu, 2020).



Şekil 1. Tuz konsantrasyonlarının fesleğen tohumlarının çimlenme oranına etkisi

3.2. Ortalama Çimlenme Süresi

Tuz konsantrasyonlarının fesleğen tohumlarının ortalama çimlenme süresine ilişkin sonuçlar Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2’nin incelenmesinden anlaşılabacağı üzere, ortalama çimlenme süresine, tuz konsantrasyonlarının etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.



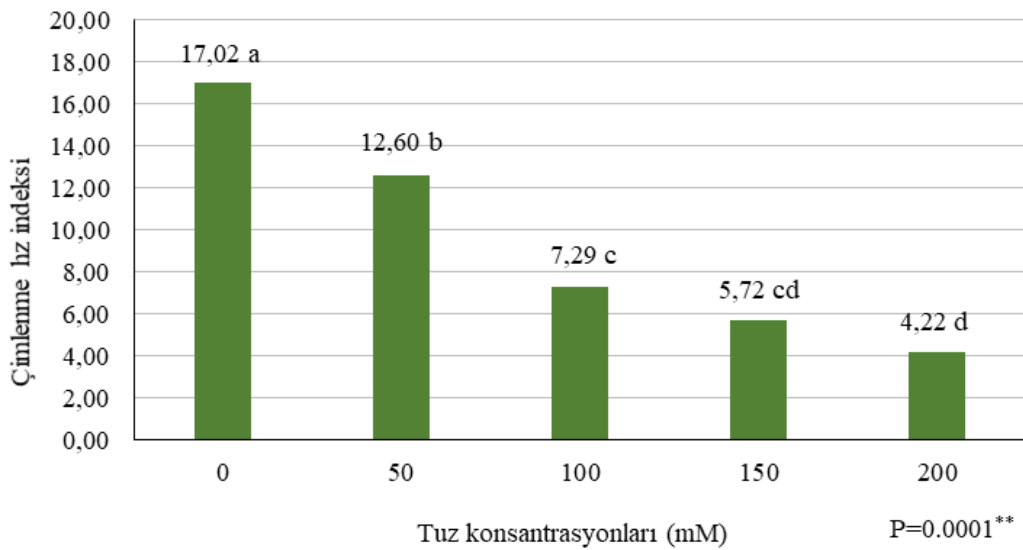
Şekil 2. Tuz konsantrasyonlarının fesleğen tohumlarının ortalama çimlenme süresine etkisi

Tuz dozunun artması ile birlikte çimlenme süresinin uzaması beklenen bir durumdur (Day ve ark., 2008; Demirkol ve ark., 2019). En düşük ortalama çimlenme süresi 1.87 gün ile kontrol konusunda belirlenmekle beraber 50 mM NaCl tuz konsantrasyonu ile aralarında istatistiki anlamda farklılık bulunmamaktadır. Tuz konsantrasyonu arttıkça ortalama çimlenme süresi artmış ve 4.53 gün ile en yüksek ortalama çimlenme süresi 200 mM NaCl konsantrasyonunda

gerçekleşmiştir. Bilgili ve ark. (2018)'nın ekmeklik buğday'da, Demirkol ve ark. (2019)'nın yem bezelyesi'nde, Beyazçiçek ve Yılmaz (2020) kinoa'da ve Kurtuluş ve Boydak (2022) aspir bitkilerinde yaptıkları çalışmalarda artan tuz konsantrasyonlarının ortalama çimlenme süresini arttırdığını bildirmişlerdir.

3.3. Çimlenme Hız İndeksi

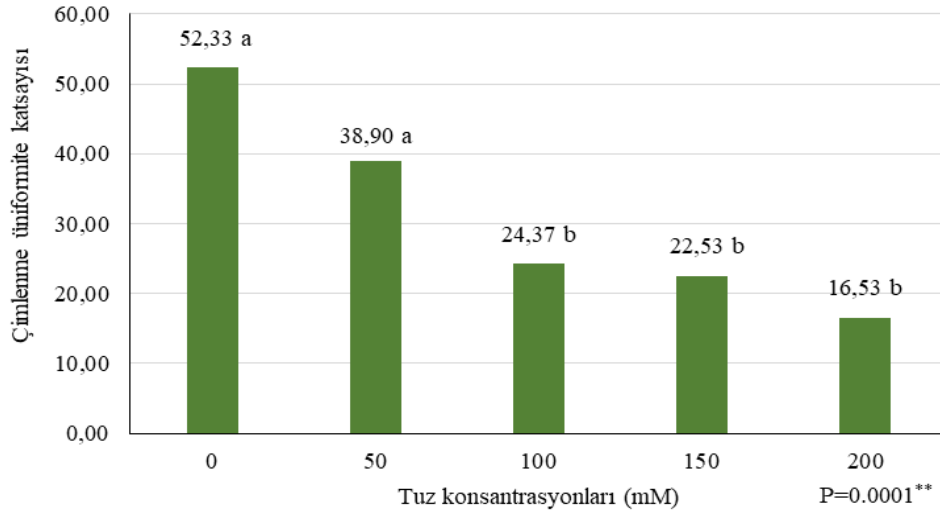
Tuz konsantrasyonlarının fesleğen tohumlarının çimlenme hız indeksine ilişkin sonuçlar Şekil 3'de verilmiştir. Tuz konsantrasyonunun çimlenme hızı indeksine etkisi istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Tuz konsantrasyonları arttıkça çimlenme hızı indeksi olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Tuz konsantrasyonlarının en olumsuz etkisi 300 mM NaCl konsantrasyonunda (4.22) gözlenmiştir. Tuz dozlarının çimlenme hızı indeksine etkisi kontrol konusuna kıyasla 100 mM NaCl uygulamasında başlamıştır (Şekil 3). Harmancı (2020)'da haşhaş tohumlarının çimlenme ve çıkış performanslarını incelediği çalışmada, artan tuz konsantrasyonlarının çıkış indekslerini azalttığını bildirmiştir. Balcı ve Boydak (2021) kolza çeşitlerine tuz stresinin etkisini araştırdıkları çalışmada, en yüksek çimlenme indeksi değerinin tuzlu olmayan ortamlarda yani kontrol grubundan elde edildiğini rapor etmişlerdir.



Şekil 3. Tuz konsantrasyonlarının fesleğen tohumlarının çimlenme hız indeksine etkisi

3.4. Çimlenme Üniformite Katsayısı

Tuz konsantrasyonlarının fesleğen tohumlarının çimlenme üniformite katsayısına ilişkin sonuçlar Şekil 4'de verilmiştir. Tuz konsantrasyonunun çimlenme üniformite katsayısına etkisi istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

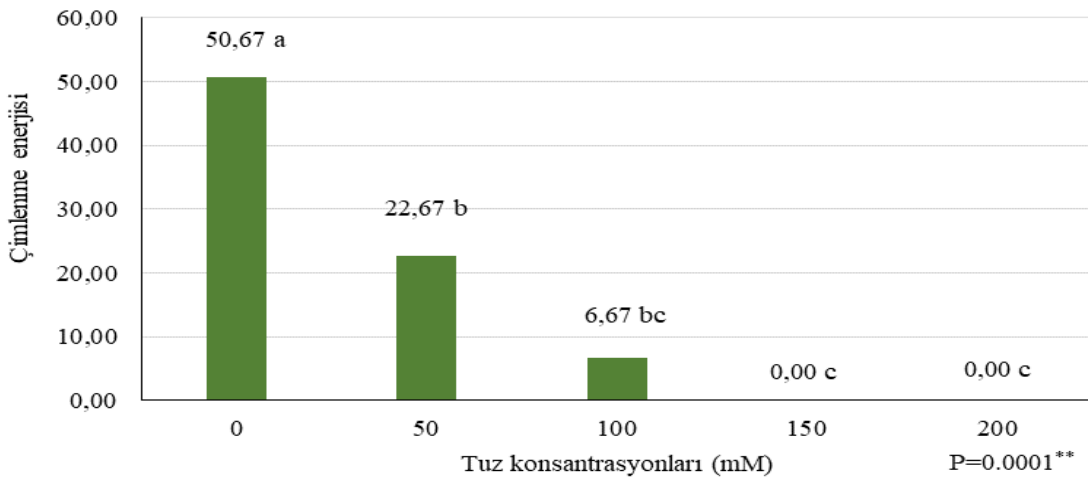


Şekil 4. Tuz konsantrasyonlarının fesleğen tohumlarının çimlenme üniformite katsayısına etkisi

Tuz dozlarının çimlenme üniformite katsayısına etkileri incelendiğinde kontrole kıyasla ilk stres 100 mM NaCl dozunda başlamıştır. Özyazıcı ve Açıkbaş (2021) tatlı sorgum bitkisinde yürüttükleri çalışmada bu çalışmanın sonuçları ile benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

3.5. Çimlenme Enerjisi

Fesleğen tohumlarının çimlenme enerjisi üzerine tuz konsantrasyonlarının etkisine ilişkin sonuçlar Şekil 5’de verilmiştir. Tuz konsantrasyonlarının, çimlenme enerjisine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek çimlenme enerjisi % 50.67 ile kontrol konusunda belirlenmiş, onu % 22.67 ile 50 mM NaCl konsantrasyonu izlemiştir. Tuz konsantrasyonları arttıkça çimlenme enerjisi değerleri düşmüş, 150 ve 200 mM NaCl konsantrasyonlarında ilk gün çimlenen tohum gözlemlenmemiştir. Karagüzel (2003) *Lupinus varius*, Turhan ve ark. (2011) ıspanak, Kuşcu ve ark. (2018) kinoa bitkilerinde yürüttükleri çalışmalarda benzer şekilde çimlenme enerjisinin yüksek tuz konsantrasyonlarında azaldığını tespit etmişlerdir.



Şekil 5. Tuz konsantrasyonlarının fesleğen tohumlarının çimlenme enerjisine etkisi

4. SONUÇLAR

Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme parametrelerinin incelendiği çalışmada, tuz stresinin fesleğen bitkisinde incelenen tüm parametreler yönünden olumsuz etkilere neden olduğu belirlenmiştir. Tuz stresine tolerans yönünden iri yapraklı Genovese reyhan çeşidinin 100 mM ve 150 mM NaCl dozunda kabul edilebilir bir çimlenme gelişimi sağlayabildiği tespit edilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar reyhan bitkisi ile tuz stresine dayanıklılık açısından yapılacak daha ileri çalışmalar için ön çalışma niteliği taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., Açıkgöz, N. (2001). Common mistakes in the statistical analyzes of agricultural experiments I. single factorials. ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute, 11(1): 135-147.
- Akay, H., Öztürk, E., Sezer, İ., Bahadır, M. C. (2019). Farklı tuz konsantrasyonlarının şeker mısır (*Zea mays* L. var. *sacharata* sturt.) çeşitlerinde çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology, 7: 103-108.
- Akçay, E., Tan, M. (2018). Farklı tuz konsantrasyonlarında kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın çimlenme özelliklerinin belirlenmesi. Alinteri Journal of Agriculture Science, 33(1): 85-91.
- Akı, K. (2022). Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisinde Çiçeklenme Periyodu Boyunca Tarımsal Özellikler İle Uçucu Yağ Oranı Ve Bileşenlerindeki Değişimlerin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 100 s.
- Balcı, A.K., Boydak, E. (2021). Farklı kolza (*Brassica napus* L.) genotiplerinde NaCl konsantrasyonlarının çimlenme ve çıkış üzerine etkisi. KSU Tarım ve Doğa dergisi, 24 (5): 1011-1020.
- Beyazçiçek, H., Yılmaz, Ş. (2020). Bazı yabancı orijinli kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 25 (2):159-168.
- Bilgili, D., Atak, M., Mavi, K. (2018). Bazı ekmeklik buğday genotiplerinde nacı stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(1), 85-96.
- Day, S., Kaya, M.D., Kolsarıcı, Ö. (2008). Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin çimlenmesi üzerine nacl konsantrasyonlarının etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 4(3): 230-236.
- Demirkol, G., Yılmaz, N., Önal Aşçı, Ö. (2019). Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 22(3): 354-359.
- Demiroğlu Topçu, Özkan, Ş. S. (2020). Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının arpa (*Hordeum vulgare* L.) tohumlarının çimlenme özellikleri üzerine etkileri. ISPEC Journal of Agricultural Sciences, 4(3), 456-467.
- Günay, E., Telci, İ. (2017). Isparta ekolojik koşullarında bazı reyhan (*Ocimum basilicum* L.) genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(2): 100-109.
- Harmancı, P. (2020). Farklı Abiyotik Stres Koşullarında Haşhaş Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Performanslarının İncelenmesi. (Yüksek lisans Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 52 s.
- Kurtuluş, M., Boydak, (2020). Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme ve çıkış üzerine etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9(3): 696-704.
- Kadioğlu, B. (2021). Determination of germination biology of some sage (*Salvia* ssp.) species under salinity stress. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2): 359-367.
- Karagüzel, O. (2003). Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinus varius* tohumlarının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2): 211-220.

- Kuşçu, H., Çayğaracı, A., Ndayizeye, J.D.D. (2018). Effect of salt stress on germination parameters of some quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University, 32(1): 89-99.
- Özyazıcı, M. A., Açıkbaş, S. (2021). Effects of different salt concentrations on germination and seedling growth of some sweet sorghum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] cultivars. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 8(2): 133-143.
- Scott, S.J., Jones, R.A., Williams, W.A. (1984). Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24: 1192-1199
- Shahrajabian, M. H., Sun, W., Cheng, Q. (2020). Chemical components and pharmacological benefits of basil (*Ocimum basilicum*): A review. International Journal of Food Properties, 23(1): 1961-1970.
- Soltani, A., Khodarahmpour, Z., Jafari, A.A., Nakhjavan, S. (2012). Selection of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars for salt stress tolerance using germination indices. African Journal of Biotechnology, 11(31): 7899-7905.
- Sönmez, Ç., Şimşek Soysal, A. Ö., Yıldırım, A., Berberoğlu, F., Bayram, E. (2019). Farklı biçim zamanlarının yeşil ve mor fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) tiplerinde bazı verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 29(1): 39-49.
- Tatar, N., Öztürk, Y., Çarpıcı, E. B. (2018). NaCl ön uygulamalarının farklı tuz seviyelerinde çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.)'in çimlenme özellikleri üzerine etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(1): 28-33.
- Telci, İ., Elmastaş M., Demirtaş, İ., Kacar, O., Aytaç, Z., Yılmaz, E. (2015). Türkiye’de Kültürü Yapılan Reyhanlarda (*Ocimum basilicum* L.) Flavonoid ve Fenolik Asit Kompozisyonlarının Araştırılarak Farklı Kemotiplerin Belirlenmesi, Önemli Bileşiklerin Ekolojilere Göre Değişimi ve Antioksidan Potansiyellerinin Karşılaştırılması. 1110677 Nolu Proje, TÜBİTAK.
- Toprak, T., Tunçtürk, R. (2018). Farklı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin gelişim performansları üzerine tuz stresinin etkisi. Doğu Fen Bilimleri Dergisi, 1(1): 44-50.
- Turhan, A., Kuşçu, H., Şeniz, V. (2011). Effects of different salt concentrations (NaCl) on germination of some spinach cultivars. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1): 65-77.
- Uyanık, M., Kara, Ş.M., Korkmaz, K. (2014). Bazı kışlık kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. Journal of Agricultural Sciences, 20(4): 368-375.
- Zar, J.H. (1996). Biostatistical Analysis. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A. 662p.

ÇEMEN (*Trigonella foenum graecum* L.) BİTKİSİNDE SİLİSYUM İLE TOHUM ÖN UYGULAMA SÜRESİNİN BELİRLENMESİ

Gülen ÖZYAZICI

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0003-2187-6733

Semih AÇIKBAŞ

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0003-4384-3908

Mehmet Arif ÖZYAZICI

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, TÜRKİYE

ORCID ID: 0000-0001-8709-4633

ÖZET

Bu çalışmada, silisyum ile tohum ön uygulamada bekletme süresinin çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) bitkisinin çimlenmesi ve fide gelişim parametrelerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Laboratuvarı'nda, 25 ± 1 °C kontrollü şartlar altında yürütülmüştür. Çalışmanın bitkisel materyalini Berkem çemen çeşidi oluşturmuştur. Laboratuvar çalışması, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak Petri kaplarında kurulmuştur. Çalışmada silisyumun 2 mM konsantrasyonunda 0, 2, 4, 6 ve 8 saat süreyle tohum ön uygulamaları araştırmanın konusunu teşkil etmiştir. Çalışmada; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, üniform çimlenme katsayısı, çimlenme enerjisi, kökçük ve sapçık yaş ağırlıkları, kökçük ve sapçık kuru ağırlıkları, kökçük ve sapçık uzunluk parametreleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları; çimlenme oranı % 78.67-97.33, ortalama çimlenme süresi 1.57-2.33 gün, çimlenme indeksi 10.20-19.17, üniform çimlenme katsayısı 33.70-58.77 ve çimlenme enerjisi 13.33-66.67, kökçük yaş ağırlığı 0.177-0.237 g, sapçık yaş ağırlığı 0.597-0.890 g, kökçük kuru ağırlığı 0.011-0.027 g, sapçık kuru ağırlığı 0.050-0.062 g, kökçük uzunluğu 3.78-5.16 cm, sapçık uzunluğu 5.38-8.00 cm arasında değişim göstermiştir. Silisyum ile priming süresi kontrol konusuna göre tüm çimlendirme parametrelerinde anlamlı değişimlere neden olmuştur. Tüm çimlenme parametreleri, genel olarak değerlendirildiğinde 4 saat süre silisyum ön uygulamasının en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çemen, Tohum Ön Uygulama Süresi, Silisyum, Çimlenme Enerjisi

DETERMINATION OF PRIMING APPLICATION TIME WITH SILICON IN FENUGREEK (*Trigonella foenum-graecum* L.) PLANT ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of the priming time with silicon on the germination and seedling growth parameters of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.). The research was conducted in Siirt University, Faculty of Agriculture, Field Crops Laboratory

under controlled conditions of 25 ± 1 °C. Fenugreek cv. Berkem were used as plant material in the study. The laboratory study was set up in petri dishes with 4 replications according to the randomized plot design. In the research, seed priming applications at 2 mM concentration of silicon for 0, 2, 4, 6 and 8 hours constituted the subject of the research. In the study; germination percentage, mean germination time, germination index, coefficient of uniformity of germination, germination energy, radicle fresh weight, plumula fresh weight, radicle dry weight, plumula dry weight, radicle length, and plumula length parameters were examined. According to the results of the research; germination percentage 78.67-97.33%, mean germination time 1.57-2.33 day, germination index 10.20-19.17, coefficient of uniformity of germination 33.70-58.77, germination energy 13.33-66.67, radicle fresh weight 0.177-0.237 g, plumula fresh weight 0.597-0.890 g, radicle dry weight 0.011-0.027 g, plumula dry weight 0.050-0.062 g, radicle length 3.78-5.16 cm and plumula length 5.38-8.00 cm varied in ranges. The priming time with silicon caused significant changes in all germination parameters compared to the control. When all germination parameters were evaluated together, it was seen that priming with silicon for 4 hour gave the best results.

Keywords: Fenugreek, Priming Time, Silicon, Germination Index, Germination Energy

1. GİRİŞ

Yerkabuğunda oksijenden sonra en zengin ikinci element olan silisyum (Si) (Marchenkov ve ark., 2018), bitkiler için temel bir besin elementi olmayıp (Liang ve ark., 2007); bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde olumsuz koşullara karşı, örneğin, hastalıklara (Rodrigues ve ark., 2001; Liang ve ark., 2007), tuzluluk (Haghighi ve ark., 2012) ve soğuk (Azarfam ve ark., 2020) stresine ve kuraklığa (Chen ve ark., 2011) karşı direnci arttırmada, kadmiyum stresi altında stres kaynaklı oksidatif hasarı (Farooq ve ark., 2013) ve bitki köklerinde ve sürgünlerinde Cd birikimini (Zhou ve ark., 2021) azaltmada faydalı bir elementtir. Bununla birlikte son yıllarda Si nano parçacıklarıyla yapılan çalışmalarda, silisyumun tohum çimlenmesini arttırabilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Nitekim yapılan bu çalışmalarda, Si tohum ön uygulamalarıyla, domates (Siddiqui ve Al-Whaibi, 2014), çeltik (Ali ve ark., 2021), makarnalık buğday (Ayed ve ark., 2022) bitkilerinde, birçok çimlenme ve fide gelişim parametrelerinin iyileştiği rapor edilmiştir.

Priming uygulamalarında, uygulanan materyalin cinsi önemli olduğu kadar; uygulama dozu, sıklığı ve süresi de büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, silisyum ile tohum ön uygulamada bekletme süresinin çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) bitkisinin çimlenmesi ve fide gelişim parametrelerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışmada, bitkisel materyal olarak Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından tescil ettirilen “Berkem” çemen çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada, 0 (kontrol), 2, 4, 6 ve 8 saat olmak üzere 5 farklı bekletme süresinde Si tohum ön uygulamaları araştırmanın konusunu oluşturmuştur. Daha önce çemen bitkisinde Si dozlarının çimlenme parametrelerine olan etkisinin incelendiği çalışmada tespit edilen 2 mM Si konsantrasyonu (Özyazıcı, 2021) içeren solüsyon kullanılmıştır. Silisyum kaynağı olarak sodyum metasilikat pentahidrat ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) kullanılmıştır. Laboratuvar denemesi, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrür için 25 adet homojen büyüklükte tohum kullanılmıştır. Tohumlar, 1 dakika % 70 etil alkolde steril edildikten sonra 3 defa steril su ile durulanmıştır. Daha sonra tohum yüzeyindeki mikroorganizmaların deforme olması için 10 dakika % 10'luk sodyum hipoklorit (NaOCl) ile tohumları kaplayacak şekilde yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Steril hale gelen tohumlar petri (90 mm x 15 mm) kaplarında bulunan iki katlı Whatman filtre kâğıdının arasına yerleştirilmiştir. Her bir petri kabına tohum/solüsyon oranı 2:1 g/ml olacak şekilde ayarlanmış (Johnson ve ark., 2005) ve her bir petri kabına 5 ml olacak şekilde uygulanmış ve konularına göre tohumlar solüsyonda bekletilmiştir. Bekletme süreleri tamamlanan tohumlar kuru filtre kâğıdı arasına alınarak başlangıç nemine kadar 24 saat kurutmaya bırakılmıştır. Kurutulan tohumlar hepsi aynı anda çalışmaya başlayacak şekilde hazır hale getirilmiş ve yeni petrilere yerleştirilmiştir. Her petri için 5 ml saf su eklenmiştir. Petri kapları $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklığa ayarlı etüv (BINDER, GmbH, Almanya)'de çimlenmeye bırakılmıştır. Çalışmada, 24 saatte bir olacak şekilde her gün aynı saatte 7 gün boyunca çimlenen tohumlar sayılmıştır. Çalışmanın bittiği güne kadar 48 saatte bir nemlilik durumuna göre 5 ml saf su tüm petri kaplarına ilave edilmiştir. Çalışmada; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi ve çimlenme indeksi gibi çimlenme parametreleri ile kökçük ve sapçık yaş ağırlığı, kökçük ve sapçık kuru ağırlığı, kökçük ve sapçık uzunlukları olmak üzere fide gelişim parametreleri incelenmiştir. Çimlenme oranı belirlenirken en az 2 mm kökçük çıkışı çimlenme kıstası olarak kabul edilmiştir (Soltani ve ark., 2012).

Çimlenme oranı Scott ve ark. (1984)'na göre, ortalama çimlenme süresi Ellis ve Roberts (1981)'a göre, çimlenme üniformite katsayısı Bewely ve Black (1994)'e göre, çimlenme enerjisi Li ve ark. (2020)'na göre ve çimlenme indeksi Wang ve ark. (2004)'na göre belirlenmiştir. Fide özellikleri için rastgele seçilen kökçük ve sapçık örnekleri tarayıcı üzerine yerleştirilmiş ve 600 dpi çözünürlükte renkli olarak taranmıştır.

Kökçük ve sapçık yaş ağırlıkları hassas terazide tartılmış ve etüvde 70°C’de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kökçük uzunluğu ve sapçık uzunluğu parametreleri ImageJ (Rueden ve ark., 2017) yazılımı kullanılarak saptanmıştır.

Elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, yüzde değerlere Arcsin transformasyonu uygulanmış (Zar, 1996), ortalamalar arasındaki farklılıklar TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile kontrol edilmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

3. BULGULAR

Çemen tohumlarına ait silisyum ile farklı tohum ön uygulama sürelerinde belirlenen bazı çimlenme parametreleri verileri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Çemen tohumlarının bazı çimlenme özelliklerine priming sürelerinin etkisi*

Priming süresi (saat)	Çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Çimlenme üniformite katsayısı	Çimlenme enerjisi	Çimlenme indeksi
0	78.67 b	2.33 a	33.70 b	13.33 b	10.20 b
2	85.33 ab	2.10 ab	40.93 ab	32.00 b	13.50 b
4	89.33 ab	1.57 b	58.57 a	66.67 a	18.67 a
6	88.00 ab	1.73 ab	52.63 ab	61.33 a	17.57 a
8	97.33 a	1.67 b	58.77 a	64.00 a	19.17 a
Önemlilik düzeyi (P)					
	0.0067	0.0144	0.0079	0.0001	0.0001

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir.

Silisyum çözeltilisinde farklı sürelerde çemen tohumlarının bekletilmesi çimlenme oranı bakımından istatistiki anlamda $p < 0.01$ düzeyinde önemli farklılık meydana getirmiştir. Farklı priming sürelerine göre çemen tohumlarının çimlenme oranları % 78.67-97.33 arasında değişim göstermiştir (Tablo 1).

Araştırmada ele alınan priming sürelerinin; ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi ve çimlenme indeksi özellikleri üzerine etkileri de istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ortalama çimlenme süresinin 4 saat ve 8 saat süreyle priming uygulaması yapılan tohumlarda kontrol konusuna göre daha kısa sürede gerçekleştiği belirlenmekle birlikte, kontrol konusu dışındaki uygulamalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmamaktadır. Kontrol grubunda (bekleme süresi yapılmayan) ortalama çimlenme süresi 2.33 gün olarak belirlenirken, priming süresinin uzamasına bağlı olarak ortalama çimlenme sürelerinin azaldığı görülmektedir (Tablo 1).

Çimlenme üniformite katsayıları incelendiğinde, ortalama çimlenme süresine benzer şekilde en yüksek değer 4 ve daha fazla süreyle priming uygulanan konularda tespit edilirken en düşük

değer direk ekim yapılan kontrol konusunda (33.70) belirlenmiştir. Ancak kontrol konusu dışındaki konular arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamaktadır. Çimlenme enerjisi ve çimlenme indeksi özellikleri incelendiğinde, 4 ve daha fazla süreyle bekleme süresi uygulanan tohumlarda en yüksek değerlerin elde edildiği, en düşük değerlerin kontrol ve 2 saat süre ile Si uygulanan konularda belirlendiği görülmektedir (Tablo 1).

Silisyum ile farklı tohum ön uygulama sürelerinde çemen tohumlarında belirlenen bazı fide gelişim özelliklerine ait veriler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çemen tohumlarının bazı fide özelliklerine priming sürelerinin etkisi*

Priming süresi (saat)	Kökçük yaş ağırlığı (g)	Sapçık yaş ağırlığı (g)	Kökçük kuru ağırlığı (g)	Sapçık kuru ağırlığı (g)	Kökçük uzunluğu (cm)	Sapçık uzunluğu (cm)
0	0.236	0.597 c	0.026	0.061	3.78	5.37 c
2	0.207	0.740 b	0.013	0.062	4.09	6.58 c
4	0.190	0.717 bc	0.011	0.050	4.28	6.63 bc
6	0.177	0.743 b	0.011	0.052	4.94	7.29 b
8	0.227	0.890 a	0.041	0.059	5.16	8.00 a
Önemlilik düzeyi (P)						
	0.2706	0.0007	0.5130	0.1232	0.1817	0.0083

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir.

Silisyumda farklı sürelerde tohum ön uygulama sürelerinin kökçük yaş ve kuru ağırlığı, sapçık kuru ağırlığı üzerine etkileri istatistiki anlamda önemsiz bulunurken, sapçık yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiki anlamda $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Kökçük yaş ağırlığı, 0.177-0.236 g, kökçük kuru ağırlığı 0.013-0.041 g, sapçık kuru ağırlığı ise 0.050-0.062 g ve kökçük uzunluğu 3.78-5.16 cm arasında değişim göstermiştir. Sapçık yaş ağırlığı ve sapçık uzunluğu incelendiğinde ise, silisyumda bekleme süresi arttığında sapçık yaş ağırlığı ve sapçık uzunluğu arttığı, en yüksek sapçık yaş ağırlığı ve sapçık uzunluğu 8 saat bekletilen konuda (sırasıyla 0.890 g ve 8.00 cm) belirlenmiştir (Tablo 2).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tohumların çimlenmesini engelleyen biyotik ve abiyotik faktörler bulunmaktadır. Abiyotik stres faktörlerinden tuzluluk ve kuraklık, dünya çapında ürün kaybının birincil nedenidir ve çoğu önemli kültür bitkilerinin verimini %50'den fazla azaltmaktadır (Koyro ve ark. (2012). Silisyum ile tohum ön uygulama, bitkilerin abiyotik stres faktörlerine karşı toleransını düzenlemek için etkili ve kolay bir yöntemdir ve birçok bitkide yaygın olarak kullanılmaktadır (Hameed ve ark., 2013; Parween ve ark., 2019). Priming uygulamalarında başarının artırılmasına doğrudan etkili faktörlerin başında kullanılan çözeltilerin yoğunluğu ve priming

süresinin geldiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Elkoca ve ark., 2007; Ceritoğlu ve ark., 2020; Açıkbaş ve Özyazıcı, 2021).

Priming uygulama süresinin uzadıkça çimlenmeyi engelleyici maddeler oluşabilir ve çimlenme olumsuz yönde etkilenebilmektedir (Elkoca, 2007). Priming süreleri bakımından bitki türleri arasında farklılıkların bulunduğu; Farooq ve ark. (2006) ve Prasad ve ark. (2012)'nin çeltik'te, Neamatollahi ve ark. (2009) kimyon'da, Elkoca (2015) bezelye'de, Ghassemi-Golezani ve ark. (2016) ve Yaghoubian ve ark.(2016)'nın meryemana diken bitkilerinde yaptıkları çalışmalar ile ortaya konmuştur.

İncelenen parametrelerde çimlenme oranının, çimlenme üniformite katsayısının, çimlenme enerjisi ve indeksinin arttığı, ortalama çimlenme süresinin ise kısaldığı görülmüştür (Tablo 1). Ele alınan fide gelişim parametrelerinden sapçık yaş ağırlığı ve sapçık uzunluğu dışında diğer parametreler üzerine Si alıkonma süresinin önemli etkisi bulunmamıştır (Tablo 2). Tüm parametreler birlikte ele alındığında, çemen tohumlarına 4 saat Si ile priming uygulamasının en kısa sürede ve en iyi sonuçların alındığı söylenebilir.

Önemli bir baharat ve tıbbi bitki olan çemen bitkisinde silisyum ile böyle bir çalışmanın yapılmamış olması, Si ile yapılan priming protokolünün önemini bir kat daha arttırmaktadır. Bu tür çalışmaların uzun yıllardır doğadan toplama şeklinde ihtiyacın karşılandığı diğer önemli tıbbi bitkiler ve alternatif yem bitkilerinde de yürütülmesi oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca priming sürelerinin sadece çimlenme ve fide aşamalarındaki etkileri değil, diğer büyüme ve gelişim parametreleri üzerine etkileri de araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Açıkbaş, S., Özyazıcı, M.A. (2021). Yaygın mürdümük (*Lathyrus sativus* L.)'te silisyum ile tohum ön uygulama süresinin belirlenmesi. Ahi Evran International Conference on Scientific Research, 30 Kasım-2 Aralık, Kırşehir, Türkiye.
- Açıkgöz, N., Açıkgöz, N. (2001). Common mistakes in the statistical analyzes of agricultural experiments I. single factorials. ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute, 11(1): 135-147.
- Ali, L. G., Nulit, R., Ibrahim, M. H., Yien, C. Y. S. (2021). Efficacy of KNO₃, SiO₂ and SA priming for improving emergence, seedling growth and antioxidant enzymes of rice (*Oryza sativa*), under drought. Scientific reports, 11(1): 3864.
- Ayed, S., Othmani, A., Bouhaouel, I., Rasâa, N., Othmani, S., Amara, H. S. (2022). Effect of silicon (Si) seed priming on germination and effectiveness of its foliar supplies on durum wheat (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*) genotypes under semi-arid environment. Silicon, 14(4): 1731-1741.
- Azarfam, S.P., Nadian, H., Moezzi, A., Gholami, A. (2020). Effect of silicon on phytochemical and medicinal properties of *Aloe vera* under cold stress. Appl. Ecol. Env. Res. 18(1): 561-575.
- Bewely, J., Black, M. (1994). Seeds: Physiology of Development and Germination. New York.
- Ceritoğlu, M., Erman, M., Çığ, F., Şahin, S., Acar, A. (2021). Bitki gelişimi ve stres toleransının geliştirilmesi üzerine sürdürülebilir bir strateji: priming tekniği. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 8(3): 374-389.

- Chen, W., Yao, X., Cai, K., Chen, J. (2011). Silicon alleviates drought stress of rice plants by improving plant water status, photosynthesis and mineral nutrient absorption. *Biol. Trace Elem. Res.* 142 (1): 67-76.
- Elkoca, E., Haliloglu, K., Esitken, A., Ercisli, S. (2007). Hydro- and osmopriming improve chickpea germination. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 57: 193-200.
- Elkoca, E. (2007). Priming: ekim öncesi tohum uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1): 113-120.
- Elkoca, E. (2015). Osmo- and hydropriming enhance germination rate and reduce thermal time requirement of pea (*Pisum sativum* L. cv. Winner) seeds. *Akademik Ziraat Dergisi*, 3(1): 1-12.
- Ellis, R.A., Roberts, E.H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9(2): 373-409.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Afzal, I., Khaliq, A. (2006). Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. *Seed Science and Technology*, 34(2): 507-512.
- Farooq, M.A., Ali, S., Hameed, A., Ishaque, W., Mahmood, K., Iqbal, Z. (2013). Alleviation of cadmium toxicity by silicon is related to elevated photosynthesis, antioxidant enzymes; suppressed cadmium uptake and oxidative stress in cotton. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 96, 242-249.
- Ghassemi-Golezani, K., Yaghoubian, I., Raei, Y. (2016). Influence of hydro-priming duration on field performance of milk thistle under water stress. *Advances in Bioresearch*, 7(3).
- Haghighi, M., Afifipour, Z., Mozafarian, M., 2012. The effect of N-Si on tomato seed germination under salinity levels. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 6(16): 87-90.
- Hameed, A. Sheikh, M.A., Jamil, A., Basra, S.M.A. (2013). Seed priming with sodium silicate enhances seed germination and seedling growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) under water deficit stress induced by polyethylene glycol. *Pak. J. Life Soc. Sci.*, 11: 19-24.
- Koyro, H. W., Ahmad, P., Geissler, N. (2012). Abiotic stress responses in plants: an overview. In: Ahmad, P., Prasad, M. (Eds). *Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change*, Springer: New York, NY, USA, 1-28.
- Li, W., Zhang, H., Zeng, Y., Xiang, L., Lei, Z., Huang, Q., Li, T., Shen, F., Cheng, Q. (2020). A salt tolerance evaluation method for sunflower (*Helianthus annuus* L.) at the seed germination stage. *Scientific Reports*, 10(1): 1-9.
- Liang, Y., Sun, W., Zhu, Y.G., Christie, P., 2007. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. *Environ. Pollut.* 147 (2): 422-428.
- Marchenkov, A.M., Petrova, D.P., Morozov, A.A., Zakharova, Y.R., Grachev, M.A., Bondar, A.A. (2018). A family of silicon transporter structural genes in a pennate diatom *Synedra ulna* subsp. *danica* (Kütz.) Skabitsch. *Plos One* 13, e0203161.
- Neamatollahi, E., Bannayan, M., Darban, A.S., Ghanbari, A. (2009). Hydropriming and osmopriming effects on cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds germination. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 33: 526-529.
- Özyazıcı, G. (2021). Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) bitkisinin çimlenme özelliklerine üzerine silisyum uygulamalarının etkisi. 2nd International Bakü Conference on Scientific Research, 28-30 Nisan, Bakü, Azerbaycan.
- Parveen, A., Liu, W., Hussain, S., Asghar, J., Perveen, S., Xiong, Y. (2019). Silicon priming regulates morpho-physiological growth and oxidative metabolism in maize under drought stress. *Plants*, 8(10): 431.
- Prasad, S., Prasad, B., Singh, R.K. (2012). Effect of hydro-priming duration on' germination and seedling vigour of rice [*Oryza sativa* L.] cv. Prasad. *Journal of Crop and Weed*, 8(1): 65-71.
- Rodrigues, F.A., Datnoff, L.E., Korndorfer, G.H., Seebold, K.W., Rush, M.C. (2001). Effect of silicon and host resistance on sheath blight development in rice. *Plant Dis.* 85 (8): 827-832.
- Scott, S.J., Jones, R.A., Williams, W.A. (1984). Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24: 1192-1199
- Soltani, A., Khodarahmpour, Z., Jafari, A.A., Nakhjavan, S. (2012). Selection of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars for salt stress tolerance using germination indices. *African Journal of Biotechnology*, 11(31): 7899-7905.

- Wang, F., Chen, X., Chen, Q., Chin, X., Li, Z. (2000). Determination of neurotoxin 3-N-oxalyl-2, 3-diaminopropionic acid and non-protein amino acids in *Lathyrus sativus* by precolumn derivatization with 1- fluoro-2, 4-dinitrobenzene. *Journal of Chromatography*, 883(1-2): 113-118.
- Yaghoubian, I., Raei, Y., Ghassemi-Golezani, K. (2016). Influence of Hydro-priming duration on Morpho-physiological traits of milk thistle under water stress. *J Bio Env Sci*, 9, 177-184.
- Zar, J.H. (1996). *Biostatistical Analysis*. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A. 662p.
- Zhou, J., Zhang, C., Du, B., Cui, H., Fan, X., Zhou, D., Zhou, J. (2021). Soil and foliar applications of silicon and selenium effects on cadmium accumulation and plant growth by modulation of antioxidant system and Cd translocation: comparison of soft vs. durum wheat varieties. *J. Hazard Mater.* 402: 123546.

EKOTURİZM POTANSİYELİ AÇISINDAN LATMOS (BAFA GÖLÜ VE BEŞPARMAK DAĞLARI) BÖLGESİ'NİN FLORA VE BİTKİ EKOLOJİSİ ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Okan ÜRKER

Çankırı Karatekin University, Eldivan Vocational School of Health Services, Department of Environment Health, Çankırı, TÜRKİYE

ORCID ID:0000-0002-5103-7757

GİRİŞ

Bu araştırma kapsamında, çalışma alanı olarak seçilen Latmos Bölgesi (Bafa Gölü ve çevresi, Beşparmak Dağları ve çevresi-Batı Menteşe Dağları) ve yakın çevresindeki habitatlarda yayılış gösteren bitki türlerinin ve vejetasyon tiplerinin tespit edilmesi, ekoturizm potansiyelleri doğrultusunda önem arz eden türlere ilişkin gerekli tespitlerin ve koruma önlemlerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Öte yandan, çalışma alanının Önemli Doğa Alanları yaklaşımıyla değerlendirilmesi, bitki türlerinin IUCN, Bern Sözleşmesi ve CITES gibi uluslararası anlaşmalara göre durumlarının araştırılması da amaçlanmıştır. Yapılması planlanan ekoturizm aktivitelerinde çalışma alanı içerisinde kalan habitatlar ve önemli türlerden nasıl yararlanılabileceği, bitki türlerinin bu aktivitelerden ne şekilde etkileneceği ve alınması gerekli koruma önlemlerinin sunulması da bu çalışma için ayrıca önem taşımaktadır.

MATERYAL VE METOT

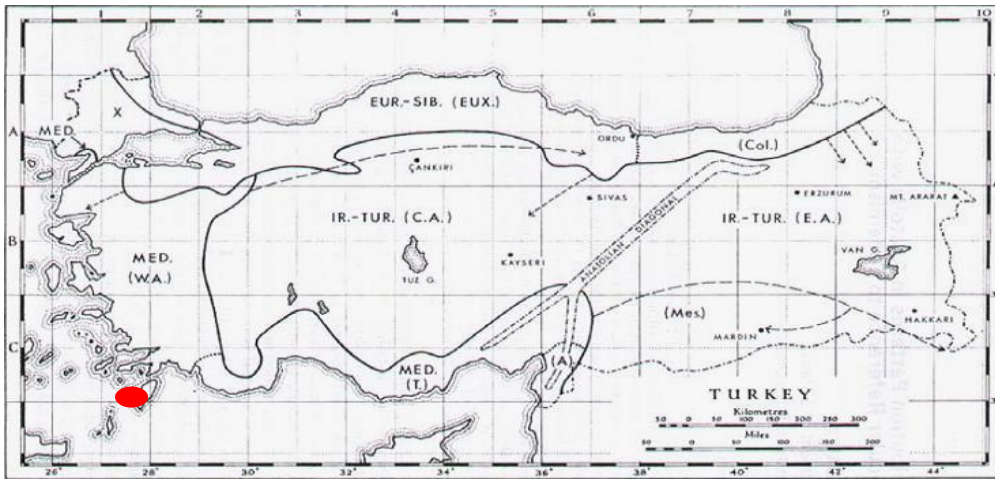
Çalışma sahası ve etkilenim göstereceği yakın çevrede mevcut bitki türlerini, bu türlerin koruma statülerini ve karşı karşıya bulundukları riskler ile alınması gereken koruma önlemlerini belirleyebilmek amacıyla 2015 yılı vejetasyon dönemi içerisinde konusunda uzman Dr. Okan ÜRKER tarafından açık alan çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada küresel, Avrupa ve yerel ölçekte nadir ve tehdit altında olan türlerin Kırmızı Liste Kategorilerine (Ekim ve ark., 2000) göre tespiti amacıyla bu taksonların IUCN tehlike kategorileri ile CITES, Bern vd. uluslararası sözleşmeler ve ulusal mevzuat açısından değerlendirmeler de yapabilmek amacıyla arazi çalışmalarında ‘hızlı ekolojik alan değerlendirmesi’ yöntemi kullanılmıştır. Açık alan çalışmaları sırasında alandaki farklı habitatlardan bitki örnekleri toplanmış ve/veya fotoğraflanmıştır. Toplanan bu yaş bitki örnekleri herbaryum tekniğine uygun olarak kurutulmuştur. Arazi süresince karşılaşılan yaş bitki örneklerinin arazi sırasındaki teşhislerinde “Flowers of Turkey, A Photo Guide (Pils, 2006)”, kurutulan bitki örneklerinin teşhis edilmesi aşamasında ise “Flora of Turkey And East Aegean Islands (Davis, 1965-1985; Davis *et al.*, 1988)” isimli kaynaklardan yararlanılmıştır. Bitki taksonlarının teşhisinin doğruluğunu teyit etmek için ayrıca Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TUBİVES) kullanılarak gerekli kontroller yapılmıştır. Bitkilerin Türkçe isimleri “Türkiye Bitkileri Listesi-Damarlı Bitkiler (Güner, 2012)” isimli kaynaktan kontrol edilerek yazılmıştır. Teşhis edilen bitkilerin listesi Ek-1’de

verilmiştir. Öte yandan bitki türlerinin teşhisleri ve bitki ekolojisine yönelik diğer ofis araştırmaları süresince “Beşparmak Dağları ve Dilek Yarımadası Milli Parkı Bitki Örtüsü Üzerine Araştırmalar (Özel, 1996)” isimli yayından faydalanılmıştır. Bununla beraber bölgede önceki yıllarda yapılmış tez, makale, araştırma raporları gibi çeşitli bilimsel çalışmaların alan çalışmalarımızla karşılaştırması yapılarak güncel flora ve vejetasyon listesi oluşturulmuştur.

BULGULAR

BİTKİ EKOLOJİSİ VE VEJETASYON YAPISI

Çalışma alanında yapılan arazi çalışmaları sırasında alanın bitki ekolojisi bakımından önem ve özellikleri ile temel vejetasyon yapısı da tespit edilmiştir. Çalışma alanı olarak tanımlayacağımız Latmos Bölgesi; Bafa Gölü’nün doğu kıyılarından başlayıp Beşparmak Dağları’na kadar uzanmaktadır. Bu alan, Güney Ege Bölgesi’nde bulunan Batı Menteşe Dağları silsilesinin en batı sınırlarında ve Büyük Menderes Nehri’nin alt havzası içerisinde yer almaktadır ve bu havzanın ekolojik özelliklerini göstermektedir. Hem Büyük Menderes Nehri Havzası hem de Batı Menteşe Dağları ülkemizdeki 122 Önemli Bitki Alanı’ndan birisini (Özhatay ve ark., 2005), 305 Önemli Doğa Alanı’ndan birisini ve 184 Önemli Kuş Alanı’ndan bir diğerini oluşturmaktadır (Eken, 2006). Öte yandan proje alanı bulunduğu konum itibarıyla her ne kadar Dilek Yarımadası Milli Parkı sınırları dahilinde kalmasa da yer yer bu Milli Park’ın ekolojik etkilenim özelliklerini de sergileyebilmektedir. Proje alanı, bitki coğrafyası bakımından Türkiye’nin üç büyük flora alanından biri olan Akdeniz flora alanındaki Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi içerisinde kalmaktadır. Davis ve arkadaşlarının hazırladığı Türkiye’nin Fitocoğrafik Bölgeleri Haritası’na göre proje alanı C1 karesi içerisinde yer almakta olup, bu alan Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi’nin karakteristik özelliklerini sergilemektedir. Nitekim arazi çalışmaları sırasında yaptığımız incelemelerle de bu durum ayrıca teyit edilmiştir (Şekil-1).



Şekil-1. Çalışma Alanı ve Türkiye’nin Fitocoğrafik Bölgeleri Haritası (Davis et al., 1971).

Latmos (Beşparmak) Dağları antik dönemde Anadolu'nun kutsal dağlarından biri idi. Bu dağ sistemi ile birlikte şekillenen Bafa Gölü M.S. 3. yüzyıla kadar Ege Denizi üzerinde Latmos Körfezi olarak bilinen deniz kıyı ekosistemi durumundayken, Büyük Menderes Nehri'nin getirdiği alüvyonlarla kapanması nedeniyle denizden ayrılmış ve göl haline dönüşmüştür.

Deniz, göl ve orman gibi birbirinden çok farklı ekosistemleri bünyesinde barındıran Latmos Bölgesi'nde bitki çeşitliliğinin yüksek sayıda ve farklı özellikler barındırması kaçınılmazdır (Atalay, 1994).

Beşparmak Dağları gerek coğrafi konumu, gerekse ana kaya ve toprak yapısı nedeniyle kendine özgü bir bitki örtüsüne sahiptir. Beşparmak dağlarında en geniş yayılışlı bitki topluluğu, genel olarak tüm bölgede olduğu gibi kızılçam ormanları (*Pinus brutia*)'dır.

Ana kaya ve toprak yapısının yanı sıra ikliminin de uygun olduğu yerlerde kızılçam ormanlarının yerini fıstık çamı (*Pinus pinea*) ormanları almaktadır. Alandaki fıstık çamı ormanları Türkiye'deki en geniş yayılışını (yaklaşık 20 bin hektar) bu bölgede yaparak yöre halkının en önemli geçim kaynaklarından birini teşkil etmesinin yanı sıra hem ekoturizm açısından hem de bilimsel çalışmalar açısından ilginç bir örnek oluşturmaktadır.

Beşparmak Dağları'nın zirveye yakın kesimlerinde (1050-1150 m) karaçam ormanları (*Pinus nigra*) görülmesine rağmen, bu orman yapısı bölgede geniş bir yayılım göstermemektedir. Beşparmak Dağları'nın daha yüksek kesimlerinde katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*) toplulukları da gözlenebilmektedir.

Bölgede özellikle 750 metrenin altında bozuk makilik alanlara rastlanılmakta ve bu alanlarda yoğun olarak zeytin bahçeleri bulunmaktadır. Zeytin bahçeleri ayrıca doğal alanlara-tepeliklere de yayılmış olup bölgede ciddi bir potansiyel taşımaktadır.

Bozuk makilikler yoğun olarak kermes meşesi (*Quercus coccifera*) ile temsil edilmektedir. Bölgedeki makiliklere ve kızılçam topluluklarına yer yer tüylü meşe (*Quercus pubescens*) ve saçlı meşe (*Quercus cerris*) grupları da karışmaktadır.

Bafa Gölü'nün çevresi yöre halkının garik diye tabir ettiği makiliklerden daha bodur, ıtırılı ve dikensi bir bitki grubu olan frigana ile yoğun bir şekilde çevrilidir. Bu bitki birliğinde ladenler (*Cistus creticus*, *Cistus salvifolius*), püren (*Erica manipuliflora*), karabaş (*Lavandula stoechas*), abdestbozan (*Sarcopoterium spinosum*) ve çeşitli kekik (*Thymus* sp.) türleri bulunmaktadır. Bu bitki grubu yörede özellikle tıbbi aromatik etkenlerinden dolayı toplanılarak bitkisel drog olarak (çay, ilaç, yemek vb. yollarla) kullanılmaktadır. Bu özellikleri dolayısıyla etnobotanik açıdan incelemeye ve yararlanmaya en açık bitki grubu olarak önem taşımaktadır.

Yörede bitki çeşitliliğine en farklı katkıyı dünyada Güneybatı Anadolu hariç başka hiçbir yerde bulunmayan Anadolu Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis*) toplulukları yapmaktadır (Akman, 1995). Bu ağaçtan elde edilen Sığla yağı ilaç ve kozmetikte kullanılırken, yöre halkı için maddi ve manevi değerler taşıyan bu ağaç türü onlar için bir nevi kutsallık taşımaktadır. Yörede bu ağaç topluluğu ile Selimiye Beldesi'nde yer alan Kandak Vadisi içerisinde karşılaşılır.

Bölgedeki derelerin kenarlarında çınar (*Platanus orientalis*), kavak (*Populus alba*), söğüt (*Salix alba*), zakkum (*Nerium oleander*), ayı fındığı (*Styrax officinalis*), hayıt (*Vitex agnus-castus*) ve kıızılağaç (*Alnus glutinosa*) gibi ağaç ve ağaçımsı çalı türlerine rastlanır.

Bazı nemli dere içlerinde ve akan suların kenarlarında ak söğüt (*Salix alba*) görülmekte, yine sulak ortamlarda Yarpuz (*Mentha pulegium*), Pünk (*Mentha longifolia*), Karatopalak (*Cyperus longus*), Yassı Hasırotu (*Blysmus compressus*), Vurla (*Scirpoides holoschenus*), Bodur kofa (*Juncus hybridus*), Zevzir çimeni (*Carex divisa*), Kutsaldefne (*Ranunculus muricatus*), Çırnıkotu (*Ranunculus marginatus*), Göl dilbersacı (*Callitriche stagnalis*) gibi makrofitik bitkiler yer almaktadır. Durgun ve akarsular üzerinde Montiya (*Montia arvensis*) görülmektedir. Ayrıca Latmos'un batısında yer alan Bafa Gölü çevresinde Ilgın (*Tamarix hampeana*), Sandalye sazı (*Bolboschoenus maritimus*), kofa-kovalık (*Cyperus fuscus*), Göl semerotu (*Schoenoplectus littoralis*) gibi türlere baskın olarak rastlanılmaktadır.

Ayrıca daha yüksek kesimlerdeki nemli vadi yamaçlarında kestane (*Castanea sativa*) ağaçları doğal olarak bulunmakta olup yöre halkı tarafından meyveleri toplanmaktadır. Bölgedeki makilikler ve orman içi açıklıklarda alıç-yemişen (*Crateagus monogyna*), ahlat (*Pyrus amygdaliformis*), badem (*Prunus* sp.), kuşburnu (*Rosa canina*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), böğürtlen (*Rubus* sp.), ayı çileği (*Arbutus unedo*), keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) gibi türlerle karşılaşılmaktadır.

Maki, frigana ve orman altlarında arap sümbülü (*Muscari neglectum*, *Muscari comosum*), süsen (*Iris* sp.), çiriş otu (*Asphodelus aestivus*), çan çiçeği (*Campanula lyrata*), düğünçiçekleri (*Ranunculus* sp.), orkideler (*Orchys* sp., *Ophrys* sp., *Serapias* sp.), dağ lalesi (*Anemone coronaria*) gibi geofit veya otsu türlere sıklıkla rastlanılmaktadır.

Bunların haricinde darı (*Panicum miliaceum*), Domuzayrığı (*Dactylis glomerata*), Tarakotu (*Cynosorus echinatus*), Aslandışı (*Leontodon tuberosus*), Yumrulu salkım (*Poa bulbosa*) gibi otsuların yanı sıra Kılçık diken (*Picnomon acarna*), Dikenotu (*Asteriscus spinosus*), Sıyrığı (*Adenocarpus complicatus*), Kuşayağı (*Ornithopus compressus*), Kenker (*Onopordum illyricum*), Bilyalı kekik (*Origanum onites*), Acıyavşan (*Teucrium polium*), Zahter (*Thymbra spicata*), Dağçayı (*Satureja thymbra*), Boğumluçay (*Micromeria myrtifolia*), Çöl Reyhanı

(*Ziziphora taurica*), Kapari (*Capparis spinosa*), Kırkbaş Dikeni (*Carlina corymbosa*) gibi çiçekli ve/veya kokulu yol kenarı veya ruderal bitki grupları da alanda mevcuttur.

BAFA GÖLÜ VE BEŞPARMAK (BATI MENTEŞE) DAĞLARI'NIN ÖNEMLİ DOĞA ALANLARI (ÖDA) YAKLAŞIMIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

"Önemli Doğa Alanı" yaklaşımı alan koruma, canlı türlerinin sağlıklı topluluklar oluşturmaları ve yaşam döngülerini devam ettirmeleri için gerekli tüm coğrafyaların doğal özellikleri bozulmadan saklanması esas alır. "Önemli Doğa Alanı" (ÖDA) kavramı bu ilkeyi esas alarak doğadaki canlı türlerinin nesillerini sürdürebilmeleri için özel önem taşıyan coğrafyaları tanımlar. Bu kavram, canlı türleri ve doğal kaynaklarla birlikte yeryüzünün en özel doğal alanlarının korunmasını amaçlamaktadır. ÖDA'ların en güçlü yanı, uluslararası ölçekte önemli olan alanları işaret etmeleridir. Bu alanlar, Conservation International, BirdLife International ve Plantlife'in önderliğinde on beş uzman tarafından geliştirilen bilimsel kriterlere göre uluslararası öneme sahip olduğu kanıtlanmış alanlardır (Eken ve ark., 2004). ÖDA metodolojisi kaynağını IUCN Kırmızı Liste verilerinden yararlanılarak belirlenen tür koruma hedeflerinden ve bunlarla bütünleşmiş daha geniş ölçekli koruma yaklaşımlarından almıştır. Bu çalışmalar sonucunda Türkiye'de binlerce türün vazgeçilmez yaşam alanı olan 305 ÖDA tanımlanmıştır (Eken, 2006). İlgili harita incelendiği takdirde proje alanının hem Bafa Gölü ÖDA (Ege019- İzlenmesi Gerekli - Aynı (0)) (Kahraman ve Körbalta, 2006), hem de Beşparmak Dağları (Batı Menteşe) ÖDA (Ege020 - Korumaya Bağımlı Gerileme (-1)) (Lise, 2006) içerisinde kaldığı görülmektedir (Şekil-2).



Şekil-2. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları Haritası (Eken, 2006).

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

FLORİSTİK ANALİZ

Çalışma alanından toplanan bitkilerin değerlendirilmesi ve alana yakın yerlerde benzer ekolojik yapıyı gösteren noktalarda yapılan floristik çalışmalardan faydalanarak oluşturulan floristik listede (Bknz. Ek-1);

91 familyaya ait 296 cins, 388 tür, 79 alttür ve 29 varyete tespit edilmiştir. Çalışma alanından tespit edilen bitkilerin fitocoğrafik bölgelere dağılımı ise; İran-Turan Elementi 5, Avrupa-Sibirya Elementi 21, Akdeniz Elementi 110, Doğu Akdeniz Elementi 53 şeklindedir. 7 Tür kozmopolit iken, 192 tür birden fazla fitocoğrafik bölgeye ait ya da fitocoğrafik bölgesi bilinmeyenler grubundadır.

Çalışma alanında 19 adet endemik bitki taksonu tespit edilmiştir: *Quercus aucheri* Jaub. & Spach (**Boz Pırnal**), *Alnus orientalis* Decne var. *pubescens* Dippel (**Kızılağaç**), *Aristolachia hirta* L. (**Yılanotu**), *Aristolachia parviflora* Sm. (**Yılanotu**), *Stachys cretica* L. subsp. *smyrnaea* Rech. (**İzmir Deliçayı**) *Sedum lydium* Boiss. (**Ege Kuruğu**), *Ophrys lesbis* Golz & H.R.Reinhard (**Beyaz Orkide**), *Crocus biflorus* Miller subsp. *caricus* Kerndorff & Pasche (**Pisik Çiğdemi**), *Crocus biflorus* Miller subsp. *ionopharynx* Kernd. & Pasche (**Cadı Çiğdemi**), *Dianthus lydus* Boiss. (**Yabani Karanfil**), *Gypsophila tubulosa* (Jaub et Spach) Boiss. (**Çöven**), *Silene splendens* Boiss. (**Gelin Nakılı**), *Ferulago humilis* Boiss. (**Kılkuyruk**), *Campanula lyrata* Lam. subsp. *lyrata* (**Çançiçeği**), *Cyclamen mirabile* Hildebr. (**Domuzturpu-Sıklamen**), *Verbascum Iydium* Boiss. var. *Iydium* **Akgömlek** (**Sığırkuyruğu**), *Verbascum Iydium* Boiss var. *heferandrum* Murb. **Akgömlek** (**Sığırkuyruğu**), *Ziziphora taurica* Bieb. subsp. *cleonioides* (Boiss.) Davis (**Naneruhu**), *Veronica donii* Römpf. (**Maki Mavişi**).

KORUNAN TÜRLERLE İLGİLİ ALINMASI GEREKLİ KORUMA ÖNLEMLERİ

Çalışma alanı ve yakın çevresinin floristik listeleri değerlendirildiğinde; çalışma alanı ve çevresinde 19 adet endemik bitki taksonu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu endemik taksonlardan hiçbirisi nokta endemik olmayıp, genel olarak Ege ve Akdeniz Bölgesi'ndeki farklı lokalitelerde de karşılaşılabilen bölgesel endemik türlerdir. Öte yandan bu endemik taksonlardan hiçbirisi şu an için ciddi bir yok oluş tehdidi ile karşı karşıya değildir. Ancak bölgede yapılacak ekoturizm faaliyetleri sonucu bu türlerin ilgili faaliyetlerden etkilenmesi kaçınılmazdır. Bu sebeple ilgili endemik türlerden *Quercus aucheri* Jaub. & Spach (**Boz Pırnal**) ve *Alnus orientalis* Decne var. *pubescens* Dippel (**Kızılağaç**) birer ağaç türü oldukları için bu türlere ilişkin koruma önlemleri bölgede bu türleri korumadan sorumlu olan ilgili Orman İşletme Müdürlükleri, Orman Bölge Müdürlükleri ve Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlükleri ile birlikte geliştirilip uygulanmalıdır. İlgili ağaç türlerinden Boz Pırnal, Güney

Anadolu’da dar ve sınırlı bir dağılım göstermekte olan meşe türlerindendir. Bu sebeple Orman İşletme Müdürlükleri’ne ait fidanlıklarda plantasyon amaçlı üretimleri önem taşımaktadır. Kızılağaç ise nispeten daha geniş bir dağılım gösteren su sever ağaç türlerindendir. Bu tür için de Tohum Bankaları’nda saklama, fidanlıklarda üretim, peyzaj amaçlı üretim gibi seçenekler geliştirilmelidir.

İlgili endemik ağaç türlerinin haricinde geriye kalan endemik bitki türleri incelendiğinde Karanfil, Çan çiçeği, Beyaz Orkide, Sıklamen, Pisik çiğdemi, Cadı çiğdemi, Maviş otu, Ege kuruğu, Nakıl gibi peyzaj ve süs amaçlı kullanımları yaygın olan çiçekli bitki türlerinden olduğu görülmektedir. İzmir deliçayı’nın çay olarak tüketilmesinin yanı sıra Yılan otunun ise daha çok tıbbi amaçlı kullanıldığı bilinmektedir. Bu tarz çiçekli türlerin genetik kaynaklarının korunup geliştirilmesinden de daha çok Tarım Araştırma Enstitüleri ve Müdürlükleri ile İl-İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlükleri sorumludur. Bu endemik türlerin korunmasına yönelik mutlak surette ilgili Enstitü ve Müdürlüklerin tohumların toplanıp Tohum Bankaları’nda muhafazası, yörede yöre halkı ile birlikte doğal ortamlarında korumanın sağlandığı ve fakat yapay koşullarda üretimin desteklendiği süs ve peyzaj bitkisi alanlarında geliştirilmesine yönelik iş birlikleri de desteklenmelidir. Bu konuda yöredeki mevcut Meslek Yüksek Okulları’nın Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programları da aktif roller üstlenmelidir.

Öte yandan güncel Türkiye Bitkileri Kırmızı Liste çalışmalarında nokta endemik olmamasına rağmen, Güneybatı Ege (Rodos, Kıbrıs, Girit ve diğer Ege adalarıyla birlikte Güneybatı Anadolu) için endemik bir ağaç türü olan Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) ekolojik anlamda en kuzey dağılımını proje alanı içerisinde yer alan Selimiye Beldesi sınırlarındaki Kandak Vadisi içerisinde yapmaktadır. Yörede bitki çeşitliliğine en farklı katkıyı dünyada Güneybatı Anadolu hariç başka hiçbir yerde bulunmayan Anadolu Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis*) toplulukları yapmaktadır. Bu ağaçtan elde edilen Sığla yağı ilaç ve kozmetikte kullanılırken, yöre halkı için maddi ve manevi değerler taşıyan bu ağaç türü onlar için bir nevi kutsallık taşımaktadır. Tüm bu ekolojik, ekonomik ve kültürel sebeplerden ötürü ilgili vadi mutlak koruma altında tutulup ekoturizm çalışmaları sırasında bu özelliği bir fırsata dönüştürülmelidir.

Açık adı “Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme” olan CITES Sözleşmesi, yabani hayvan ve bitki türlerinin canlı ve ölü örnekleri ile bunların kolayca tanınabilen parçaları ile türevlerinin sözleşmeye taraf ülkeler arasındaki ithalatını, ihracatını, reeksportunu ve denizden girişini kısacası uluslararası ticaretini; temeli izin ve belgelere dayanan ve ancak sözleşmede belirtilen bazı şartların yerine getirilmesi halinde bu izin ve belgelerin verilmesini öngören uluslararası bir düzenlemedir.

Ülkemizin 1996 yılında imzalayarak, sözleşmenin uluslararası gereklerini yerine getirme taahhütleri verilmiştir. CITES Sözleşmesi'nin I, II ve III sayılı ek listelerinde yer alan bir türe ait örneğin ihracat, ithalat, yeniden ihracatı ve denizden girişinde, yönetim mercileri tarafından düzenlenen, bu kapsamda yapılan işlemler sırasında taraf devletlerin yönetim mercileri ve gümrük idarelerince aranan, sözleşme hükümlerine uygun formatta düzenlenen formdur.

Tespit edilen bitki türlerinden Euphorbiaceae ve Orchidaceae familyalarına bağlı olan türlerin tamamı ile *Cyclamen hederifolium* Aiton (Kandilkökü) ve *Cyclamen mirabile* Hildebr. (Domuzturpu) bitkileri CITES (Nesli tehlikede olan hayvan ve bitki türlerinin uluslararası ticaretine ilişkin sözleşme) Sözleşmesi'nin EK-II Listesi kapsamında olup ulusal ve/veya uluslararası ticaretleri, doğadan kökleri, soğanları veya bitkiye ilişkin herhangi bir parçanın sökülerek koparılması-toplanması bu sözleşme kapsamında mutlak surette yasaklanmıştır. Bu iki familyaya ilişkin gerçekleştirilecek koruma çalışmalarına başlanmadan önce mutlaka ilgili doğa koruma birimleri ile irtibata geçilip birlikte koruma planları geliştirilmelidir. Şu aşamada bu iki familyaya ait olan türlerin bölgedeki populasyon durumları orta düzeyde olmakla birlikte bu türlere yönelik tehdit edici unsurlara da rastlanılmamıştır. Ancak özellikle Orchidaceae (Orkide) familyasına ait türlerin salep üretimi, süs bitkisi yetiştiriciliği, ilaç ve kozmetik sanayilerinde kullanımları gibi taleplerin artışa geçmesiyle Türkiye çapında son yıllarda bu türlerin doğadan kaçak yollarla toplanıp ticarete konu olması yakın gelecekte bu canlıların neslinin tehdit altına girebileceği endişesi doğurmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek içinse yöre halkı-kamu kurumları-STK'lar ve özel sektör işbirliğinde güçlü bir ihbar-iletişim ağının kurulması ile birlikte bu türlerin korunmasına ilişkin birlikte yapılacak doğru kurgulanmış koruma çalışmalarının yörenin doğasının korunmasında uzun erimli katkılar sunacağı göz ardı edilmemelidir.

Türkiye, "Bern Sözleşmesi" olarak bilinen "Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşam Ortamlarını Koruma Sözleşmesi"ne 20.02.1984 tarihinde üye olmuştur. Sözleşmenin amacı doğal bitki ve hayvan türlerini ve bunların doğal yaşam ortamlarını korumak ve bu amaçla üye ülkeler arasında işbirliği yapmaktır. Sözleşmeye imza atan ülkeler, tehlike altında bulunan bitki ve hayvan türlerini ve doğal yaşam ortamlarını korumak amacıyla gerekli yasal ve idari önlemleri almakla yükümlüdür. Çalışma alanı ve çevresinde tespit edilen türlerden *Cyclamen hederifolium* Aiton (Kandilkökü) ve *Cyclamen mirabile* Hildebr. (Domuzturpu) BERN (Avrupa'nın Yaban Hayatı Ve Yaşam Ortamlarını Koruma Sözleşmesi) Sözleşmesi'nin EK-I listesinde yer almakta olup, bu sözleşme kapsamında türün Avrupa kıtası ölçeğinde korunması taahhüt edilmiştir. Öte yandan *Cyclamen hederifolium* Aiton (Kandilkökü) Türkiye Bitkileri Kırmızı Listesi'ne göre 'Vulnerable' yani hassas düzeyde olup eğer gerekli korunma tedbirleri alınmazsa yakın zamanda türe ait populasyonlar yok oluş eşiğine gelebilecektir. *Cyclamen*

mirabile Hildebr. (Domuzturpu) ise Türkiye Bitkileri Kırmızı Listesi'nde Kandilkökü'ne göre daha ciddi seviye olan 'Endangered' yani tehlike altına girmiş statüde bulunmakta olan bir türdür. Bu türe ilişkin yöredeki koruma birimlerince mutlaka aktif koruma önlemleri sıklıkla yerine getirilmelidir. Spesifik olarak her iki tür de doğadan soğanları-rizomları sökülmeyle kaydıyla kolaylıkla toplanabilecek formasyona sahip olduğundan, özellikle Tarım Araştırma Enstitülerince doku kültürüne alma yoluyla ex-situ koruma ve yörede gerçekleşecek ekoturizm faaliyetlerinde de yöre halkı ile birlikte ciddi bir tanıtım altyapısı gerçekleştirilerek yörede sembol-simge haline getirilmesi yolu ile korunmalarına katkıda bulunulabilir. Öte yandan BERN Sözleşmesi uyarınca bu türlerin yaşam ortamının korunması için çeşitli tedbirler geliştirilmeli, türe ilişkin gerçekleştirilecek herhangi olumsuz bir koşulda bulunduğu ortamın (in-situ) yanı sıra laboratuvar koşullarında (ex-situ) da genetik varlığının korunmasına yönelik girişimler başlatılmalıdır. Yaptığımız gözlemler ışığında ilgili türün proje alanı ve çevresindeki makilikler, kızılçam ormanları, fıstık çamı ve karaçam ormanlarının altında oldukça bol, yaygın ve geniş bir dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bize, türe ait popülasyonların durumunun bölgede iyi düzeylerde olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Çevre Bilimleri Anabilim Dalı tarafından koordine edilen "Latmos (Bafa Gölü ve Beşparmak Dağları) Bölgesi Sürdürülebilir Ekoturizm Projesi" isimli Güney Ege Kalkınma Ajansı Projesi kapsamında sorumlu yazar tarafından hazırlanan bir değerlendirme raporunun bilimsel niteliklere haiz uluslararası bir konferansa yönelik düzenlenmiş versiyonudur. Yazar, katkılarından dolayı Güney Ege Kalkınma Ajansı ve Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Rektörlüğü'ne teşekkürlerini sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akman, Y., 1995. *Türkiye Orman Vegetasyonu*, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Botanik A.B.D., Ankara.
- Atalay, İ., 1994. *Türkiye Vegetasyon Coğrafyası*, Ege Üni. Basımevi, İzmir.
- Davis, P.H. 1965-1985. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 1-9, University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., Harper, P.C. & Hege, I.C. (eds.), 1971. *Plant Life of South-West Asia*. The Botanical Society of Edinburgh.
- Davis, P. H., Mill, R. R., Tan, K. 1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 10, University Press, Edinburgh.
- Eken, G., Bennun, L., Brooks, T.M., Darwall, W., Fishpool L.D.C., Foster, M., Knox, D., Langhammer, P., Radford, E., Salaman, P., Secherst, W., Smith, M.L., Spector, S., and Tordolf, A., 2004. Key Biodiversity Areas as site conservation targets. *BioScience* 54: 1110-1118.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyoğlu, S., Kılıç, D.T. ve Lise, Y. (eds.). 2006. *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. 2 Cilt. Doğa Derneği, Ankara.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel N., 2000. *Türkiye Bitkileri Kırmızı Listesi*, (Red Data Book of Turkish Plants (Pteridophyta and Angiospermae)). Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Van 100. Yıl Üniversitesi Yayını, 246 Syf. Ankara.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T., (edlr.), 2012. *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. 1290 Syf. İstanbul.

Kahraman, İ., M., Körbalta, H., 2006. Bafa Gölü, 210-211 (Cilt 3). *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. Doğa Derneği, Ankara.

Lise, Y., 2006. Bafa Gölü, 212-213 (Cilt 3). *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. Doğa Derneği, Ankara.

Özel, N., 1996. *Beşparmak Dağları ve Dilek Yarımadası Milli Parkı Bitki Örtüsü Üzerine Araştırmalar*. T.C. Orman Bakanlığı, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No:1, Orman Bakanlığı Yayın No:021, ISSN:1300-9508, 78 Syf., İzmir.

Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S., 2005. Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı. WWF Türkiye, İstanbul.

Pils, G. 2006. *Flowers of Turkey, A Photo Guide*. Friedrich VDV, 408 Syf. Austria.

<http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php> (Türkiye Bitkileri Veri Servisi - TÜBİVES)

Ek-1: Çalışma Alanı İle Yakın Çevresindeki Etkilenme Alanı'nda Bulunan ve Habitat Özelliği Nedeniyle Bulunması Muhtemel Flora Türleri (Familya ve Takson Adı), Türkçe İsimleri, Habitatları, Endemizm ve Nadirlik Durumu, Fitocoğrafik Bölgesi, IUCN Red Data Book Kategorileri ile BERN ve CITES Sözleşmeleri Ek Listeleri.

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
PTERIDOPHYTA							
EQUISETACEAE							
<i>Equisetum arvense</i> L.	Atkuyruğu	Orman altları, nemli alanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Equisetum palustre</i> L.	Atkuyruğu	Orman altları, nemli alanlar	-	-	-	Gözlem	--
PTERIDACEAE							
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	Baldırkara	Orman altları, nemli alanlar	-	-	-	Gözlem	--
DRYOPTERIDACEAE							
<i>Dryopteris pallida</i> (Bory)Fomin.	Solucan Eğreltisi	Orman altları, nemli alanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
ASPLENIACEAE							
<i>Asplenium trichomanes</i> L.	Saçak otu	Orman altları, nemli alanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Asplenium onopteris</i> L.	Saçak otu	Orman altları, nemli alanlar	-	-	-	Literatür	--
<i>Asplenium ceterach</i> L.	Dalakotu	Orman altları, nemli alanlar	-	-	-	Gözlem	--
POLYPODIACEAE							
<i>Polypodium vulgare</i> L.	Eğrelti	Orman altları, nemli alanlar	-	-	-	Gözlem	--
SPERMATOPHYTA							

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
GYMNOSPERMAE							
EPHEDRACEAE							
<i>Ephedra campylopoda</i> L.	Deniz üzümü	Su kenarları, kayalıklar	-	-	-	Gözlem	--
PINACEAE							
<i>Pinus brutia</i> Ten.	Kızılçam	İbrel ormanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Pinus nigra</i> Arnold. subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb) Holmboe	Karaçam	İbrel ormanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Pinus pinea</i> L.	Fıstık çamı	İbrel ormanlar	-	-	-	Gözlem	--
CUPRESSACEAE							
<i>Juniperus excelsa</i> L.	Boz Ardıç	İbrel ormanlar, çalılıklar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. ssp. <i>oxycedrus</i>	Katran ardıcı	İbrel ormanlar, çalılıklar	-	-	VU	Gözlem	--
ANGIOSPERMAE							
DICOTYLEDONES							
ACANTHACEAE							
<i>Acanthus spinosus</i> L.	Sivri Ayıpençesi	Orman altları	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
ANACARDIACEAE							
<i>Cotinus coggygria</i> L.	Boyacı Sumağı	Makilikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Sakız Ağacı	Makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Pistacia palaestina</i> Boiss.	Çöğre	Makilikler	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
APOCYNACEAE							
<i>Nerium oleander</i> L.	Zakkum	Makilikler, dere kenarları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
ARISTOLACHIACEAE							
<i>Aristolochia hirta</i> L.	Yılan otu	Orman altları, maki altları	Endemik	Akdeniz	Lr/LC	Gözlem	--
<i>Aristolochia parviflora</i> Sm.	Yılan otu	Kireçtaşı kayalıklar ve çatlaklar	Endemik	Akdeniz	-	Gözlem	--
RANUNCULACEAE							
<i>Anemone coronaria</i> L.	Manisa Lalesi	Orman kenarları, çalılıklar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Clematis cirrhosa</i> L.	Yaban sarmaşığı	Orman kenarları, çalılıklar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Nigella arvensis</i> L. var. <i>involuta</i> Boiss.	Tarla çörekotu	Tarlalar, çayırlar	Nadir	-	-	Gözlem	--
<i>Ranunculus muricatus</i> L.	Kutsaldefne	Nemli alanlar,	-	-	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		orman altları					
<i>Ranunculus marginatus</i> d'Urv. var <i>trachycarpus</i> (Fish et Mey) Azn.	Düğünçiçeği	Orman kenarları	-	-	-	Literatür	--
<i>Ranunculus saniculifolius</i>	Su düğünçiçeği	Su içleri ve kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Staphisagria macrosperma</i> Spach	Bitotu	Nemli alanlar, orman altları	-	Akdeniz	-	Literatür	--
RESEDACEAE							
<i>Reseda lutea</i> L. var <i>lutea</i>	Kuzukulağı	Bahçeler, tarla kenarları, yol kenarları, çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
BERBERIDACEAE							
<i>Berberis vulgaris</i> L.	Hanımtuzluğu	Orman içi meyilli arazi, parklar-bahçeler	-	-	-	Gözlem	--
PAPAVERACEAE							
<i>Glaucium flavum</i> Crantz	Sarı boynuzlu gelincik	Yol kenarları, kumul alanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Yabani gelincik	Açık alanlar, tarlalar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Fumaria kralikii</i> L.	Şahtere	Orman altları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Fumaria officinalis</i> L. subsp. <i>officinalis</i>	Şahtere	Ekili alan, çayırlar	-		-	Gözlem	--
<i>Roemeria hybrida</i> L. DC subsp. <i>hybrida</i>	Pıtpıt otu	Açık alanlar, sert kumlu zeminler	-	-	-	Literatür	--
PLATANACEAE							
<i>Platanus orientalis</i> L.	Çınar	Dere kenarları	-	-	-	Gözlem	--
PUNICACEAE							
<i>Punica granatum</i> L.	Nar	Bahçeler, plantasyon	-	-	-	Gözlem	--
ULMACEAE							
<i>Ulmus minor</i> Miller subsp. <i>canescens</i> (Melville) Brawicz-Zielinski	Karaağaç	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar, sulak yerler	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Ulmus minor</i> Miller subsp. <i>minor</i>	Karaağaç	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar, sulak yerler	-	-	-	Gözlem	--
CANNABACEAE							
<i>Celtis australis</i> L. subsp. <i>australis</i>	Çitlenbik	Karışık ormanlar,	-	Akdeniz	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		parklar					
MORACEAE							
<i>Morus alba</i> L.	Dut	Parklar, bahçeler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Ficus carica</i> L.	İncir	Bahçeler, makilik	-	-	-	Gözlem	--
MYRTACEAE							
<i>Myrtus communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	Mersin	Makilikler, kızılçam orman altı	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
URTICACEAE							
<i>Urtica dioica</i> L.	Isırgan	Orman altları, nemli yerler	-	Avrupa-Sibiry	-	Gözlem	--
<i>Urtica pilulifera</i> L.	Isırgan	Orman altları, nemli yerler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Parietaria judaica</i> L.	Sırçaotu	Orman altları	-	Avrupa-Sibiry	-	Gözlem	--
JUGLANDACEAE							
<i>Juglans regia</i> L.	Ceviz	Parklar, bahçeler, geniş yapraklı ormanlar	-	-	-	Gözlem	--
FAGACEAE							
<i>Castanea sativa</i> Miller	Kestane	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar	-	Avrupa-Sibiry	-	Gözlem	--
<i>Quercus cerris</i> var. <i>cerris</i>	Saçlı meşe	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Quercus ithaburensis</i> subsp. <i>macrolepis</i>	Anadolu Meşesi (Pelit)	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar	-	-	-	Literatür	--
<i>Quercus aucheri</i> Jaub. & Spach	Boz Pırmal	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar	Endemik	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Quercus coccifera</i> L.	Kermes Meşesi	Makilikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Quercus ilex</i> L.	Meşe	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar	-	-	-	Literatür	--
<i>Quercus infectoria</i> Olivier subsp. <i>veneris</i> (A.Kern.) Meikle	Zindiyen	Kızılçam orman altı, makilikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	Meşe	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar	-	-	-	Gözlem	--
BETULACEAE							

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner ssp. <i>glutinosa</i>	Kızılağaç	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar	-	Avrupa-Sibirya	-	Gözlem	--
<i>Alnus orientalis</i> Decne var. <i>pubescens</i> Dippel	Zorkun-Kızılağaç	Geniş yapraklı ve karışık ormanlar	Endemik	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
AMARANTHACEAE							
<i>Amaranthus graecizans</i> L. subsp. <i>graecizans</i>	Ohraşan	Su kenarları, yol kenarları, ruderal	-	-	-	Literatür	--
<i>Chenopodium foliosum</i> L.	Kazayağı	Su kenarları, nemli-ıslak yerler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Chenopodium album</i> L.	Aksirken	Su kenarları, nemli-ıslak yerler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Chenopodium murale</i> L.	Salmanca	Su kenarları, nemli-ıslak yerler	-	-	-	Literatür	--
CRUCIFERAE (BRASSICACEAE)							
<i>Biscutella didyma</i> L.	Çiçit otu	Alüvyal ıslak çayırlar	-	-	-	Literatür	--
<i>Bunias ericago</i> L.	Delitürp	Yol kenarları, tarlalar, bahçe altları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Alyssum fulvescens</i> Sibth. et Sim. var. <i>fulvescens</i>	Uyuz otu	Kayalık kovuklar, açık alan	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Arabis verna</i> (L.) DC.	Kaz teresi	Kayalık kovuklar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çobançantası	Çayır	-	Kozmopolit	-	Gözlem	--
<i>Capsella rubella</i> Reuter	Ayşecik	Çayırlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Cardamine graeca</i> L.	Ada köpükotu	Orman altları, hafif taşlık-kayalık alanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Draba muralis</i> L.	Ak Dolama	Orman altları	-	-	-	Literatür	--
<i>Erophila verna</i> (L.) Chevall subsp. <i>praeox</i> (Stev) Walters	Çırçır otu	Orman altları, çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Thlaspi arvense</i> L.	Ekin dağarcığı	Açık alanlar, çayırlar, tarla kenarları	-	-	-	Literatür	-
<i>Eruca sativa</i> L.	Roka	Çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Malcolmia chia</i> (L.) DC.	Ekin teresi	Çayırlar	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Lepidium spinosum</i> Ard.	Dikentere	Çayırlar	-	-	-	Literatür	--
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Eşek teresi	Yol kenarları,	-	-	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		boş tarlalar, ruderal					
<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Bülbülötu	Yol kenarları, boş tarlalar, ruderal	-	-	-	Literatür	--
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	Bülbül otu	Nemli çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
CRASSULACEAE							
<i>Sedum pallidum</i> Bieb.	Dam kuruğu	Kaya kovukları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Sedum lydium</i> Boiss.	Ege Kuruğu	Kaya kovukları	Endemik	-	-	Literatür	--
<i>Sedum confertiflorum</i> Boiss.	Dam kuruğu	Kaya kovukları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Sedum amplexicaule</i> DC.	Dam kuruğu	Kaya kovukları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Umbilicus horizontalis</i> DC.	Kalaba	Kaya kovukları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	Göbekotu	Kaya kovukları	-	-	-	Gözlem	--
CARYOPHYLLACEAE							
<i>Dianthus lyds</i> Boiss.	Yabani Karanfil	Açık tarlalar, orman kenarları, yol kenarları	Endemik	-	-	Gözlem	--
<i>Dianthus zonatus</i> Fenzl. var. <i>zonatus</i>	Kaya Karanfil	Orman kenarları, kayalık alanlar	-	-	-	Literatür	--
<i>Cerastium illyricum</i> Ard. subsp. <i>commutatum</i> (Desv.) P.D. Sell.,	Boynuz otu	Zayıf orman içi, meyilli arazi	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Gypsophila tubulosa</i> (Jaub et Spach) Boiss.	Çöven	Zayıf orman içi, meyilli arazi	Endemik	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Moenchia mantica</i> (L.) Bartl	Dördüz Otu	Zayıf orman içi, meyilli arazi	-	-	-	Gözlem	--
<i>Minuartia juressi</i> (Willd.) Lacaita subsp. <i>asiatica</i> Mc Neill	İzmir Tıstısı	Orman kenarları	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Silene italica</i> (L.) Pers.	Nakıl	Orman açıklıkları, kayalık yarlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Silene splendens</i> Boiss.	Gelin Nakılı	Orman açıklıkları, kayalık yarlar	Endemik	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Silene gallica</i> L.	Nakıl	Orman açıklıkları, kayalık yarlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Silene lydia</i> Boiss.	Nakıl	Orman açıklıkları,	-	Doğu	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		kayalık yarlar		Akdeniz			
<i>Silene dichotoma</i> subsp. <i>dichotoma</i>	Çatal Nakıl	Çayırılıklar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Stelleria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>pallida</i> Aschers et Graebn.	Kuşotu	Nemli alanlar, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Spergula pentandra</i> L.	Delice kişniş	Nemli alanlar, yol kenarları	-	-	-	Literatür	--
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	Deli yaran	Nemli alanlar, yol kenarları	-	-	-	Literatür	--
<i>Paronychia argentea</i> Lam. var. <i>argentea</i>	Gümüş etyaran	Orman açıklıkları, kayalık yarlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
POLYGONACEAE							
<i>Polygonum amfibium</i> L.	Söğütotu	Su kenarları, çayırılıklar	-	-	-	Literatür	--
<i>Rumex acetosella</i> L.	Kuzukulağı	Su kenarları, ıslak zeminler	-	Kozmopolit	-	Gözlem	--
<i>Rumex creticus</i> Boiss.	Kuzukulağı	Su kenarları, ıslak zeminler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	Kuzukulağı	Su kenarları, ıslak zeminler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
GUTTIFERAE							
<i>Hypericum atomarium</i> Boiss.	Binbirdelik otu	Orman içi alanlar	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Binbirdelik otu	Orman kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Hypericum tetrapetrum</i> Fries.	Binbirdelik otu	Yol kenarı, orman kenarı	-	-	-	Literatür	--
ALTINGIACEAE							
<i>Liquidambar orientalis</i> Mill.	Sığla Ağacı	Alüvyal- sulak düzlükler, dere-nehir ve sulu vadi kenarları	-	Doğu Akdeniz	VU	Gözlem	--
MALVACEAE							
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Küçük ebegümeci	Yol kenarı, ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Malva sylvestris</i> L.	Büyük ebegümeci	Yol kenarı, ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Alcea pallida</i> Waldst. et Kit	Gülhatmi	Yol kenarı, ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Althaea hirsuta</i> L.	Hatmiçiçeği	Yol kenarı, ruderal	-	-	-	Gözlem	--
CISTACEAE							
<i>Cistus laurifolius</i> L.	Laden	Orman içi açıklıklar,	-	Akdeniz	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		makilikler					
<i>Cistus creticus</i> L.	Laden	Orman içi açıklıklar, makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Cistus salvifolius</i> L.	Laden	Orman içi açıklıklar, makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Fumana arabica</i> var. <i>arabica</i>	Arap güneşotu	Maki, frigana, çam ormanı	-	-	-	Gözlem	--
<i>Helianthemum aegyptiacum</i> (L.) Miller	Güngülü	Kayalık, taşlık zeminler	-	-	-	Literatür	--
<i>Tuberaria plantaginea</i> (Willd.) M.J. Gallego	Kıyı karagözü	Kayalık, kumluk zeminler	-	-	-	Literatür	--
SALICACEAE							
<i>Salix alba</i> L.	Ak Söğüt	Dere kenarları, ıslak zeminler	-	Avrupa-Sibiry	-	Gözlem	--
<i>Salix babylonica</i> L.	Salkım söğüt	Dere kenarları, ıslak zeminler, parklar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Populus alba</i> L.	Ak Kavak	Dere kenarları, ıslak zeminler, parklar	-	Avrupa-Sibiry	-	Gözlem	--
GERANIACEAE							
<i>Erodium hoefftianum</i> C.A.Mayer	Dönbaba	Ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Geranium lucidum</i> L.	Turnagagası	Ormanlar, meyilli arazi	-	-	-	Gözlem	--
<i>Geranium molle</i> L. subsp. <i>molle</i>	Turnagagası	Ormanlar, meyilli arazi	-	-	-	Literatür	--
OXALIDACEAE							
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Koca Ekşiyonca	Ormanlar içindeki kıyılar, su kenarları	-	-	-	Gözlem	--
RHAMNACEAE							
<i>Paliurus spina-christi</i> Miller	Karaçalı	Maki, orman, dere kıyıları	-	-	-	Gözlem	--
VITACEAE							
<i>Vitis sylvestris</i> Gmelin	Yabani asma	Çalılıklar	-	-	-	Gözlem	--
FABACEAE							
<i>Astragalus graecus</i> Boiss. et Sprun.	Geven	Frigana, açık alanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Securigeria varia</i> (L.) Lassen	Körigen	Açık alanlar, çayırar	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Genista carinalis</i> L.	Kırtıl çalısı	Maki,	-	Akdeniz	-	Gözlem	--

Familiya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		frigana					
<i>Adenocarpus complicatus</i> (L.) Gay	Sıyırğı	Açık alanlar, çayırlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Anagyris foetida</i> L.	Zivircik	Makilik	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link.	Keçiboğan	Makilik	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Cercis siliquastrum</i> L. subsp. <i>siliquastrum</i>	Erguvan	Makilik	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Keçiboynuzu	Makilik	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Dorycnium rectum</i> (L.) Ser.	Kaplanotu	Orman içi eğimli alanlar, makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Hymenocarpus circinnatus</i> (L.) Savi.	Pulluot	Makilikler	-	-	-	Literatür	--
<i>Lathyrus digitatus</i> (Bieb) Fiori	Deli Burçak	Orman, çalılık, gölgeli kıyılar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Lathyrus setifolius</i> L.	Deli Burçak	Orman, çalılık, gölgeli kıyılar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Lupinus angustifolius</i> L. subsp. <i>angustifolius</i>	Acıbakla	Nemli çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Lotus angustissimus</i> L.	Gazalboynuzu	Orman, çalılık, gölgeli kıyılar	-	-	-	Literatür	--
<i>Medicago lupulina</i> Martyn	Yonca	Orman, çalılık, gölgeli kıyılar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>polymorpha</i>	Yonca	Nemli ve kurak yamaçlar, nadas tarlaları, taşlı yerler	-	-	-	Literatür	--
<i>Medicago orbicularis</i> L.	Yonca	Nemli ve kurak yamaçlar, nadas tarlaları, taşlı yerler	-	Kozmopolit	-	Gözlem	--
<i>Melilotus indicus</i> L.	Otuzlu yonca	Nemli ve kurak yamaçlar, nadas tarlaları, taşlı yerler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Ononis natrix</i> L. subsp. <i>natrix</i>	Kayıskıran	Nemli ve kurak yamaçlar, nadas tarlaları, taşlı yerler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Onobrychis aequidentata</i> (Sibth.&Sm.) d.Urv.	Dışlek korunga	Nemli ve kurak yamaçlar, nadas tarlaları,	-	Akdeniz	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		taşlı yerler					
<i>Spartium junceum</i> L.	Katırtırnağı	Makilikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	Üçgül	Tarlalar, yol kenarları	-	Kozmopolit	-	Gözlem	--
<i>Trifolium pratense</i> L. var. <i>pratense</i>	Üçgül	Ruderal	-	-	-	Literatür	--
<i>Trifolium setiferum</i> Boiss.	Üçgül	Ruderal, yamaçlar	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Trifolium tomentosum</i> L.	Üçgül	Ruderal	-	-	-	Literatür	--
<i>Trigonella corniculata</i> L.	Gazal çemenotu	Ruderal	-	-	-	Literatür	--
<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>stenophylla</i> Vel.	Fiğ	Orman altları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Vicia grandiflora</i> Scop.	Fiğ	Çayırlar	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Vicia villosa</i> Roth. subsp. <i>eriocarpa</i> (Hausskn) P.W.Ball	Fiğ	Çayırlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Coronilla varia</i> subsp. <i>varia</i>	Pembe burçak	Çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Coronilla parviflora</i> L.	Burçak	Çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
LINACEAE							
<i>Linum bienne</i> Mill.	Keten	Tarlalar, kuru yamaçlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Linum virgultorum</i> Boiss. et Heldr.	Keten	Tarlalar, kuru yamaçlar	-	-	-	Literatür	--
LYTHRACEAE							
<i>Lythrum salicaria</i> L.	Hevhulma	Dere yatakları	-	Avrupa-Sibiry	-	Gözlem	--
DIOSCOREACEAE							
<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilkin.	Dolanbaç	Makiler	-	-	-	Gözlem	--
ROSACEAE							
<i>Cotoneaster nummularius</i> Fisch. et Mey.	Dağ Muşmulası	Ormanlar, meşelikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. subsp. <i>monogyna</i>	Yemişen	Ormanlar, meşelikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Potentilla recta</i> L.	Beşparmak otu	Çayırlar, meralar, ıslak ve gölgeli yerler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Pyrus amygdaliformis</i> Will var <i>amygdaliformis</i>	Çöğür armudu	Tepeler, dağ yamaçları, tarla kenarları, yol kenarları	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Pyracantha coccinea</i>	Ateşdikeni	Bahçeler, kültür alanları, parklar, çalılıklar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Rubus canescens</i> D.C. var. <i>glabratus</i> Godron Davis-Meikle	Böğürtlen	Çalılıklar	-	-	-	Literatür	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
<i>Rubus sanctus</i> Schreber	Böğürtlen	Çalılıklar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Rosa canina</i> L.	Kuşburnu	Çalılıklar		İran-Turan	-	Gözlem	--
<i>Sanguisorba minor</i> Scop subsp. <i>minor</i>	Çayır düğmesi	Çayırlar	-	-	-	Literatür	--
<i>Sarcopoterium spinosum</i> L.	Abdestbozan	Frigana	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
ONAGRACEAE							
<i>Epilobium lanceolatum</i> Seb et Mauri	Yakı otu	Bataklıklar, nehir kıyıları	-	-	-	Literatür	--
SANTALACEAE							
<i>Osyris alba</i> L.	Morcak	Orman, kayalık yamaçlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Thesium bergeri</i> Zucc.	Koru güveleği	Çalılıklar, koruluklar	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
LORANTHACEAE							
<i>Viscum album</i> L.	Ökse otu	İbrel ve geniş yapraklı ağaçlar üzerinde parazitik	-	-	-	Gözlem	--
SAXIFRAGACEAE							
<i>Saxifraga cymbalaria</i> L.	Sarı taşkıran	Taşlık-kayalık	-	-	-	Gözlem	--
<i>Saxifraga hederacea</i> L. var. <i>hederacea</i>	Cılız taşkıran	Taşlık-kayalık	-	-	-	Gözlem	--
APIACEAE							
<i>Daucus involucratus</i> Sm. in Sibth. et Sm.	Arnamusotu	Ruderal, yanık sahalar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Daucus carota</i> L.	Yabani havuç	Ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Eryngium creticum</i> L.	Göz dikenli	Frigana, çorak yerler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Ferula communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	Atkasnağı	Ruderal, nadas tarla, batacak alan	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Ferulago humilis</i> Boiss.	Kılıkyruk	Ruderal, yol kenarları, frigana	Endemik	Doğu Akdeniz	Lr/LC	Literatür	--
<i>Oenanthe silaifolia</i> Bieb.	Attohumu	Ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Opopanax hispidus</i> (Friv.) Gris	Kaymacık	Ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Orlaya daucoides</i> (L.) Greuter	Dilkanatan	Ruderal	-	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Microsciadum minutum</i> (d'Urv.) Brig.	Maki maydonozu	Makilikler	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Scandix australis</i> L. subsp. <i>grandiflora</i> L. Thell.	Kışkış	Ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Torilis ucranica</i> Sprengel	Çayır dercikotu	Çayırlar	-	-	-	Literatür	--
<i>Pimpinella peregrina</i> L.	Dağ anasonu	Yamaçlar	-	-	-	Literatür	--
<i>Tordylum opulum</i> L.	Kartopu	Çayırlar,	-	-	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		çalılıklar					
<i>Laser trilobum</i> L.	Dağ kimyonu	Kızılçam ormanı altı	-	Akdeniz	-	Literatür	--
ARALIACEAE							
<i>Hedera helix</i> L.	Duvar sarmaşığı	Orman altları, çalılıklar	-	-	-	Gözlem	--
CAPRIFOLIACEAE							
<i>Lonicera etrusca</i> Santi. var. <i>etrusca</i>	Dokuzdon	Orman içi ve kenarındaki çalılıklar, makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Dipsacus laciniatus</i> L.	Fesçi Tarağı	Yol kenarları, dere kenarları, ıslak zeminler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Knautia integrifolia</i> (L.) Bert var. <i>bidens</i> (Sm.) Borbas	Has eşekkulağı	Yol kenarları, dere kenarları, ıslak zeminler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Scabiosa argentea</i> L.	Uyuz otu	Orman içi açıklıklar	-	-	-	Gözlem	--
DATISCEAE							
<i>Datisca cannabina</i> L.	Renkotu	Orman kenarları, su kenarı, nemli alanlar	-	-	-	Gözlem	--
RUBIACEAE							
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Gökörenotu	Çayırlar, kuru yerler	-	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Rubia tenuifolia</i> d'Urv. subsp. <i>tenuifolia</i>	Kök boyası	Yaprak döken ve karışık ormanlar	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Crucianella latifolia</i> L.	Geniş haçotu	Çayırlar, kuru yerler	-	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Cruciata pedemontana</i> Bellardi Ehrend	Tüylü sarılıkotu	Çayırlar, kuru yerler	-	-	-	Literatür	--
<i>Galium verticillatum</i> Denth.	Yoğurt otu	Yaprak döken ve karışık ormanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Galium murale</i> L.	Yoğurt otu	Yaprak döken ve karışık ormanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Theligonum cynocrambe</i> L.	Kuşyüreği	Taşlık kayalık kenarları	-	-	-	Gözlem	--
VALERIANACEAE							
<i>Valerianella costata</i> (Slev.) Betcke	Kuzu gevreği	Kayalık yerler, koruluklar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
<i>Valerianella muricata</i> (Stev.) Baxt.	Kuzu gevreği	Kayalık yerler, koruluklar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Valeriana dioscoridis</i> Sm	Kediotu	Karışık orman içi	-	Akdeniz	-	Literatür	--
ASTERACEAE							
<i>Sonchus bulbosus</i> (L.) N.Kilian&Greuter subsp. <i>microcephala</i> Rech.f.	Çohuz	Çayır, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Bellis perennis</i> L.	Koyungözü	Çayır, yol kenarları	-	Avrupa-Sibirya	-	Gözlem	--
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Pıtrak	Çayır, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Calendula arvensis</i> L.	Portakal Nergisi	Çayır, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Anthemis austriaca</i> Jacq.	Papatya	Yol kenarları, ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Anthemis chia</i> L.	Papatya	Yol kenarları, ruderal	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Anthemis tinctoria</i> L. var. <i>tinctoria</i>	Papatya	Yol kenarları, ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Anthemis cotula</i> L.	Papatya	Yol kenarları, ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Anthemis cretica</i> L. subsp. <i>albida</i> (Boiss.)Rech.	Papatya	Yol kenarları, ruderal	-	-	-	Literatür	--
<i>Carlina corymbosa</i> L.	Kırbaş Dikeni	Yol kenarları, ruderal	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>pycnocephalus</i>	Devedikeni	Kayalık kireçtaşı yamaç, tarla kenarı	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Carthamus lanatus</i> L.	Sarıdiken	Yol kenarları, ruderal	-	-	-	Literatür	--
<i>Centaurea solstitialis</i> L. subsp. <i>solstitialis</i>	Peygamber Çiçeği	Tarlalar, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Centaurea cariensis</i> Boiss. subsp. <i>microlepis</i> (Boiss.)Wagenitz	Peygamber Çiçeği	Tarlalar, yol kenarları	-	-	-	Literatür	--
<i>Centaurea urvillei</i> DC. subsp. <i>urvillei</i>	Peygamber Çiçeği	Tarlalar, yol kenarları	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Chondrilla juncea</i> L. var. <i>juncea</i>	Çengel	Kayalık kireçtaşı yamaç, tarla kenarı	-	-	-	Gözlem	--
<i>Cichorium intybus</i> L.	Hindiba	Ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Cirsium creticum</i> (Lam.)d'Urv. subsp. <i>creticum</i>	Köygöçüren	Ruderal	-	Akdeniz	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
<i>Jurinea mollis</i> (L.)Reichb.	Geyikgöbeği	Ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Crepis foetida</i> L. subsp. <i>commutata</i> (Spreng) Babbcock	Hindiba	Yol kenarı, orman kenarı	-	-		Gözlem	--
<i>Crepis sancta</i> (L.)Babcock.	Hindiba	Yol kenarı, orman kenarı	-	-		Literatür	--
<i>Inula heterolepis</i> Boiss.	Anduz otu	Tarla ve yol kenarı	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Inula viscosa</i> L.	Andız Otu	Boş alanlar, yol kenarı, bataklık alanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench. subsp. <i>barrelieri</i> (Ten.) Nyman	Kudama	Serpantin, kalker, maki, frigana	-	-	-	Gözlem	--
<i>Doronicum orientale</i> Hoffm.	Kaplanotu	Ruderal, makilikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Lactuca saligna</i> L.	Deli marul	Ruderal, makilikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Leontodon tuberosus</i> L.	Aslan dişi	Tarla ve yol kenarı	-	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Echinops ritro</i> L.	Topuz	Tarla ve yol kenarı	-	-	-	Gözlem	--
<i>Filago eriocephala</i> Guss.	Deli Keçeotu	Tarla ve yol kenarı	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Filago pyramidata</i> L.	Ateşpamuğu	Yol kenarları, orman kenarları	-	-	-	Literatür	--
<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>adenophora</i> (Boiss.) Rech.	Deli şebrek	Yol kenarları, orman kenarları	-	-	-	Literatür	--
<i>Leontodon tuberosus</i> L.	Yumrulu Aslandişi	Yol kenarları, ruderal	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Onopordum illyricum</i> L.	Dolma kenkeri	Yol kenarları, kuru yerler	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Pilosella hoppeana</i> (Schultes)C.H. et F.W. Schultz. subsp. <i>pilisquana</i> (NP.) Sell et West.	Kınalı tırnakotu	Yol kenarları, orman kenarları	-	-	-	Literatür	--
<i>Scorzonera elata</i> Boiss.	Tekesakalı	Kızılcım, karaçam karışık ormanı içi	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) Ball	Gevirtlek	Sarıçam, karaçam karışık ormanı içi açıklıklar	-	-	-	Literatür	--
<i>Senecio vernalis</i> Waldst. et Kit.	Kanaryaotu	Yol kenarları, ruderal	-	-	-	Gözlem	--
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Taşakçilotu	Yol kenarları, ruderal	-	-	-	Gözlem	--

Familiya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gartner	Koru kıskısı	Yol kenarları, ruderal	-	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Tolpis virgata</i> (Desf.) Bertol	Hoşkısı	Yol kenarları, ruderal	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Tripleurospermum parviflorum</i> (Willd.) Pobed.	Beybunik	Sarıçam, karaçam karışık orman içi	-	-	-	Gözlem	--
<i>Tragopogon dubius</i> L.	Tekesakalı	Yol kenarları, ruderal, kızılçam açıklıkları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Tragopogon porrifolius</i> L. subsp. <i>longirostis</i> (Sch.Bip.) Greuter	Yemlik	Yol kenarları, ruderal, kızılçam açıklıkları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Tussilago farfara</i> L.	Öksürükotu	Yol kenarları, ruderal, kızılçam açıklıkları	-	Avrupa-Sibirya	-	Gözlem	--
<i>Xeranthemum annuum</i> L.	Kağıtçiçeği	Yol kenarı, açık alanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Pıtrak	Yol kenarı, açık alanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Xanthium strumarium</i> L. subsp. <i>strumarium</i>	Kocapıtrak	Yol kenarı, açık alanlar	-	-	-	Gözlem	--
ERICACEAE							
<i>Arbutus unedo</i> L.	Ayı çileği	Makilikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Arbutus andrachne</i> L.	Sandal ağacı	Makilikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Erica arborea</i> L.	Püren	Makilikler, frigana, orman altı	-	-	-	Gözlem	--
<i>Erica manipuliflora</i> Salisb.	Püren	Makilikler, frigana, orman altı	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
FRANKENIACEAE							
<i>Frankenia pulverulenta</i> L.	Çorakpembe	Kumul, kumtaşı zeminler	-	-	-	Literatür	--
POTAMOGETONACEAE							
<i>Potamogeton natans</i> L.	Su otu	Su kenarları	-	-	-	Gözlem	-
CAMPANULACEAE							
<i>Campanula lyrata</i> Lam. subsp. <i>lyrata</i>	Çan çiçeği	Orman altları, kayalık yamaçlar, nemli alanlar	Endemik	-	-	Literatür	--
<i>Campanula falcata</i> (Ten.) Fritsch.	Çan çiçeği	Dere kenarları, nemli yerler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Campanula phrygia</i> Jaub et Spach.	Çan çiçeği	Dere kenarları,	-	Doğu	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		nemli yerler		Akdeniz			
<i>Capparis spinosa</i> L.	Kapari	Boş alanlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Legousia pentagonia</i> (L.)Thellung.	Kadınaynası	Orman altları	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
PRIMULACEAE							
<i>Samolus valerandi</i> L.	Gilotu	Orman altları	-	Kozmopolit	-	Gözlem	--
<i>Anagallis arvensis</i> var. <i>arvensis</i>	Farekulağı	Orman altları, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Anagallis arvensis</i> subsp. <i>caerulea</i>	Mavi Farekulağı	Orman altları, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Lysimachia atropurpurea</i> L.	Mor kargaotu	Orman altları, makilikler	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Cyclamen hederifolium</i> Aiton	Kandilkökü	Orman altları	Nadir	Akdeniz	VU	Gözlem	CITES Ek-II, Bern Ek-I
<i>Cyclamen mirabile</i> Hildebr.	Domuzturpu	Orman altları	Endemik	Doğu Akdeniz	EN (Bölgesel)	Gözlem	CITES Ek-II, Bern Ek-I
OLEACEAE							
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl. ssp. <i>angustifolia</i>	Dişbudak	Geniş yapraklı ve karışık orman, nemli ve ıslak yerler, su kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Akçakesme	Makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Olea europea</i> L. var. <i>europea</i>	Zeytin	Bahçeler, kültür alanları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i>	Delice Zeytin	Makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
ASCLEPIADACEAE							
<i>Vincetoxicum canescens</i> (Willd.)Decne subsp. <i>pedunculata</i> Browicz	Saplı zilasur	Nemli ormanlar, çalılıklar, çayır kenarları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
CYTINACEAE							
<i>Cytinus hypocystis</i> (L.) subsp. <i>orientalis</i> Wettst.	Yer narı	Çam, ladin vb. kökünde parazitik	-	Akdeniz	-	Literatür	--
SOLANACEAE							
<i>Datura stramonium</i> L.	Boru Çiçeği	Göllerin kenarlarında, bataklar veya sazlıklar, kuru dere yatakları	-	Kozmopolit	-	Literatür	--
<i>Hyoscamus niger</i> L.	Banotu	Çakıllı yerler,	-	-	-	Gözlem	--

Familiya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		kumullar, nehir kenarları					
<i>Solanum nigrum</i> L.	İt üzümü	Çakıllı yerler, kumullar, nehir kenarları	-	-	-	Gözlem	--
STYRACACEAE							
<i>Styrax officinalis</i> L.	Ayıfındığı	Makilikler, kızılçam ormanı	-	-	-	Gözlem	--
TAMARICACEAE							
<i>Tamarix smyrnensis</i> Burge	İlgün	Su kenarları, hafif kumluk zeminler	-	-	-	Literatür	--
<i>Tamarix parviflora</i> DC.	İlgün	Su kenarları, hafif kumluk zeminler	-	-	-	Literatür	--
<i>Tamarix hampeana</i> Boiss-Heldr.	İlgün	Su kenarları, hafif kumluk zeminler	-	-	-	Gözlem	--
GENTIANACEAE							
<i>Centaurium erithraea</i> Rafn. subsp. <i>turcicum</i> (Velen)Melderis	Kantaron	Kayalık yamaçlar, ıslak çayırlar, kuru dere yatakları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Centaurium erithraea</i> Rafn. subsp. <i>rhodense</i> (Boiss. et Reuter) Melderis	Kantaron	Kayalık yamaçlar, ıslak çayırlar, kuru dere yatakları	-	-	-	Literatür	--
<i>Blackstonia perfoliata</i> ssp. <i>perfoliata</i>	Deli sıra	Yol kenarı, çimenlik kenarı, gevşek kumullar	-	-	-	Literatür	--
CONVOLVULACEAE							
<i>Calystegia sepium</i> L.	Çit Sarmaşığı	Orman kenarları, koruluklar, çalılık, çitler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Convolvulus cantabrica</i>	Yer sarmaşığı	Orman kenarları, koruluklar, çalılık, çitler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	Tarla kenarları, koruluklar, çalılık, çitler	-	-	-	Gözlem	--
BORAGINACEAE							
<i>Alkanna tinctoria</i> (L.)Tausch subsp. <i>tinctoria</i>	Havaciva otu	Orman altları, ardıç ve meşe çalılığı	-	Akdeniz	-	Literatür	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
<i>Alkanna orientalis</i> (L.)Boiss. var. <i>orientalis</i>	Havaciva otu	Orman altları, ardıç ve meşe çalılığı	-	İran-Turan	-	Literatür	--
<i>Cynoglossum creticum</i> Miller	Köpek dili	Ardıç ve meşe çalılığı, kayalık yamaçlar, çayırliklar, kenarlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Echium plantagineum</i> L.	Engerek otu	Yol kenarları, çalılık ve ormanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Echium italicum</i> L.	Engerek otu	Yol kenarları, çalılık ve ormanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>hybrida</i> (Ten.)Coutinho	Sığirdili	Tarlalar, çakıllıklar, taşlık alanlar, yol kenarları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Anchusa azurea</i> var. <i>azurea</i>	Sığirdili	Tarlalar, çakıllıklar, taşlık alanlar, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Anchusa officinalis</i> L.	Sığirdili	Tarlalar, çakıllıklar, taşlık alanlar, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Heliotropium hirsutissimum</i> Grauer.	Akrepotu	Tarlalar, yol kenarları, Meyve bahçeleri	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Myosotis arvensis</i> (L.)Hill. subsp. <i>arvensis</i>	Kardeşboncuğu	Tarlalar, yol kenarları, Meyve bahçeleri	-	Avrupa-Sibirya	-	Literatür	--
<i>Onosma frutescens</i> Lam.	Emzik otu	Açık alanlar, yol kenarları	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
SCROPHULARIACEAE							
<i>Scrophularia lucida</i> L.	Sıraca otu	Ormanlar, nemli kayalık yamaçlar, dere kenarları, çalılık	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Scrophularia canina</i> L. subsp. <i>bicolor</i> Sm. Greuter	Sıraca otu	Ormanlar, nemli kayalık yamaçlar, dere kenarları, çalılık	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Scrophularia peregrina</i> L.	Sahil sıracası	Ormanlar, nemli kayalık	-	Akdeniz	-	Literatür	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		yamaçlar, dere kenarları, çalılıklar					
<i>Verbascum glomeratum</i> Boiss.	Sığırkuyruğu	Yol kenarı, ruderal, kireçtaşı yamaçlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Verbascum Iydium</i> Boiss. var <i>Iydium</i>	Akgömlek	Yol kenarı, ruderal, kireçtaşı yamaçlar	Endemik	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Verbascum Iydium</i> Boiss var <i>heferandrum</i> Murb.	Akgömlek	Yol kenarı, ruderal, kireçtaşı yamaçlar	Endemik	-	-	Literatür	--
<i>Verbascum sinuatum</i> L. var <i>sinuatum</i>	Bodanotu	Yol kenarı, ruderal, kireçtaşı yamaçlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
OROBANCHACEAE							
<i>Orobanche cernua</i> Loeft.	Canavar otu	Parazitik	-	-	-	Literatür	--
<i>Orobanche minor</i>	Göve otu	Baklagiller üzerinde parazitik	-	-	-	Gözlem	--
VERBENACEAE							
<i>Verbena officinalis</i> L. var. <i>officinalis</i>	Mineçiçeği	Kayalık yerler, kuru dere yatakları, kumullar, orman, çalılıklar	-	Kozmopolit	-	Gözlem	--
LAMIACEAE							
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber subsp. <i>palaestina</i> (Boiss.) Bornm.	Dallımayasıl	Ruderal, yol kenarları	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber subsp. <i>chia</i> (Schreber) Arcangeli	Acıgıcı	Ruderal, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Coridothymus capitatus</i> L.	Beyaz kekik	Frigana	-	-	-	Gözlem	--
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Ballıbaba	Ruderal, yol kenarları	-	Avrupa-Sibirya	-	Gözlem	--
<i>Lamium garganicum</i> L. subsp. <i>reniforme</i> (Montbret et Aucher) R.Mill.	Ballıbaba	Ruderal, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Lamium album</i> L.	Akşalba	Ruderal, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Lavandula stoechas</i> L. subsp. <i>cariensis</i>	Karabaş	Makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Karaderme	Makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.	Yabani nane	Su kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	Yabani nane	Su kenarları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Mentha spicata</i> L. subsp. <i>tomentosa</i>	Eşek nanesi	Su kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Micromeria myrtifolia</i> Boiss. et Hohen	Boğumluçay	Su kenarları	-	-	-	Gözlem	--
<i>Nepeta nuda</i> L. subsp. <i>albiflora</i>	Kedinanesi	Su kenarları, nemli-ıslak	-	-	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
(Boiss.) Gams		yerler					
<i>Origanum onites</i> L.	Yabani kekik	Frigana	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>hirtum</i> (Link)letsward	Karakınık	Dere kenarları, nemli-ıslak yerler	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Gelinciklemeotu	Korular, yol kenarları ve nemli kenarlar, dere kenarları	-	Avrupa- Sibiryaya	-	Gözlem	--
<i>Salvia argentea</i> L.	Adaçayı	Kayalık yamaçlar, kırlar, yol kenarları, ibreli ve karışık ormanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Salvia fruticosa</i> Miller	Adaçayı	Maki ya da kireçtaşı kayalıklar arası	Nadir	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Salvia tomentosa</i> Miller	Adaçayı	Kayalık yamaçlar, kırlar, yol kenarları, ibreli ve karışık ormanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Salvia viridis</i> L.	Yeşil Adaçayı	Kayalık yamaçlar, kırlar, yol kenarları, ibreli ve karışık ormanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Salvia verbenaca</i> L.	Yabani adaçayı	Kayalık yamaçlar, kırlar, yol kenarları, ibreli ve karışık ormanlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Satureja thymbra</i> L.	Dağçayı	Frigana	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Sideritis lanata</i> L.	Dağ çayı	Frigana	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Stachys annua</i> (L.) L., subsp. <i>annua</i> var. <i>lycaonica</i> Bhattacharjee	Hacıosmanotu	Frigana, çıplak alanlar	-	İran-Turan	-	Literatür	--
<i>Stachys cretica</i> L. subsp. <i>smyrnaea</i> Rech.	İzmir Deliçayı	Frigana	Endemik	Doğu akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>polium</i>	Acıyavşan	Kayalık yamaçlar, kızılçam orman kenarı, frigana	-	-	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
<i>Teucrium scordium</i> L. subsp. <i>scordioides</i> (Schreber) Maire et Petitmengin	Kurtluca	Frigana	-	Avrupa-Sibirya	-	Literatür	--
<i>Thymbra spicata</i> (L.) Reichb var. <i>spicata</i>	Zahter	Su kenarları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Hayıt	Su kenarları, ıslak-nemli topraklar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Ziziphora taurica</i> Bieb. subsp. <i>cleonioides</i> (Boiss.) Davis	Naneruhu	Frigana, kayalık alanlar	Endemik	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Ziziphora tenuior</i> L.	Fareotu	Frigana, kayalık alanlar	-	İran-Turan	-	Gözlem	--
LAURACEAE							
<i>Laurus nobilis</i> L.	Defne	Makilikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
PLANTAGINACEAE							
<i>Linaria pelisseriana</i> L. Miller	Nevruzotu	Kayalık yamaçlar	-	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Digitalis ferruginea</i> L. ssp. <i>ferruginea</i>	Yüksükotu	Ormanlar, açıkliklar, kayalık yamaçlar ve yol kenarları	-	Avrupa-Sibirya	-	Gözlem	--
<i>Veronica arvensis</i> L.	Yavşan otu	Nemli ormanlar, nemli çayırliklar, nehir kenarları	-	Avrupa-Sibirya	-	Gözlem	--
<i>Veronica anagallis aquatica</i> L.	Yavşanotu	Nemli ormanlar, nemli çayırliklar, nehir kenarları	-	-	-	Literatür	--
<i>Veronica donii</i> Römp.	Maki mavişi	Makiliklerin altı	Endemik	Doğu Akdeniz	NT (Bölgesel)	Gözlem	--
<i>Plantago coronopus</i> L. subsp. <i>commutata</i> (Guss.) Pilger	Su sinir otu	Göl, Dere ve nehir kenarları, makrofitik	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Plantago cretica</i> L.	Su sinir otu	Göl, Dere ve nehir kenarları, makrofitik	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.	Göl dilbersaçı	Su kenarları, ıslak alanlar, makrofitik	-	-	-	Gözlem	--
PLUMBAGINACEAE							
<i>Limonium bellidifolium</i> (Gouan) Dumort	Hoş kuduzotu	Kıyılar, tuzcul yerler	-	Avrupa-Sibirya	-	Literatür	--
<i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr.	Kuduzotu	Kıyılar, tuzcul yerler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Limonium sinuatum</i> (L.) Mill.	Deniz Lavantası	Kıyılar, tuzcul yerler, ruderal, yol	-	Akdeniz	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		kenarları					
THYMELAEACEAE							
<i>Daphnesericea</i> L.	Tavukbüzüğü	Geniş yapraklı ve karışık orman	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Thymelaea tartonraira.</i> , All.	Ezentere	Orman altı	-	-	-	Gözlem	--
PORTULACACEAE							
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semizotu	Yol kenarları, bahçeler, ekili yerler, ıslak zeminler	-	-	-	Gözlem	--
EUPHORBIACEAE							
<i>Euphorbia peplus</i> L. var. <i>peplus</i>	Sütlegén	Nehir kenarı, göl kenarı, kıyı bataklıkları	-	-	-	Gözlem	CITES Ek-II
<i>Euphorbia acanthotamnus</i> Heldr.	Sütlegén	Picea, Pinus, Fagus ve Quercus ormanları, kireçtaşı ve kumtaşı üzerinde kayalar	-	-	-	Gözlem	CITES Ek-II
<i>Euphorbia paralias</i> L.	Sütlegén	Kumul zeminler, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	CITES Ek-II
<i>Euphorbia falcata</i> L. subsp. <i>falcata</i> var. <i>falcata</i>	Sütlegén	Kumluk zeminler, yol kenarları	-	-	-	Gözlem	CITES Ek-II
<i>Mercurialis annua</i> L.	Parşen	Islak alanlar, çayırlar	-	-	-	Gözlem	CITES Ek-II
ORCHIDACEAE							
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Richard	Sivrisalep	Orman altları	-	-	-	Gözlem	CITES Ek-II
<i>Limodorum abortivum</i> (L.) Swartz	Saçuzatan	Orman altları	-	-	-	Literatür	CITES Ek-II
<i>Cephalanthera epipactoides</i> Fisch. & C.A. Mey.	Ana çamçiçeği	Orman altları	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	CITES Ek-II
<i>Limodorum abortivum</i> var. <i>abortivum</i>	Saçuzatan	Orman altları	-	-	-	Literatür	CITES Ek-II
<i>Ophrys episcopolis</i> Poir.	Papaz salebi	Orman altları	-	Akdeniz	-	Literatür	CITES Ek-II
<i>Ophrys lesbis</i> Golz & H.R.Reinhard	Beyaz Orkide	Nemli çayırlar, orman açıklıkları, maki, frigana, meşelik ve zeytinlikler	Endemik	Akdeniz	-	Literatür	CITES Ek-II
<i>Ophrys holoserica</i> (Burm. Fil.) Greuter subsp. <i>candica</i> (Nelson Ex Soo) Renz Et Taub.	Cilalı salep	Orman altları, maki açıklıkları	Nadir	Akdeniz	-	Gözlem	CITES Ek-II

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
<i>Ophrys iricolor</i> Desf.	Alkım salebi	Orman altları	-	Akdeniz	-	Literatür	CITES Ek-II
<i>Ophrys lutea</i> subsp. <i>minor</i>	Sarı salep	Orman altları	-	Akdeniz	-	Literatür	CITES Ek-II
<i>Ophrys speculum</i> subsp. <i>speculum</i>	Ayna salebi	Orman altları	-	Akdeniz	-	Literatür	CITES Ek-II
<i>Orchis anatolica</i> Boiss.	Dildama	Orman açıklıkları	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	CITES Ek-II
<i>Orchis italica</i> Poir.	Çıplakadam orkidesi	Orman altları, maki	-	Akdeniz	Lr/LC	Gözlem	CITES Ek-II
<i>Orchis sancta</i> L.	Püren salbei	Maki altları, orman kenarları	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	CITES Ek-II
<i>Serapias vomeracea</i> Burmfil. Brig.subsp. <i>laxiflora</i> (Soó) Gözl et Reinhard	Sağırkulağı	Orman açıklıkları	-	Akdeniz	-	Literatür	CITES Ek-II
<i>Serapias bergonii</i> E.G.Camus	İnce sağırkulağı	Maki altları, orman kenarları	-	Akdeniz	-	Gözlem	CITES Ek-II
MONOCOTYLEDONES							
JUNCACEAE							
<i>Juncus capitatus</i> L.	Kovalık, hasır otu	Su kenarları ve içleri, sazlık-bataklık	-	-	-	Gözlem	--
<i>Luzula nodulosa</i> (Bory&Chaub.) E.Mey.	Düğmeli Luzul	Su kenarları ve içleri, sazlık-bataklık	-	Akdeniz	-	Literatür	--
ARACEAE							
<i>Dracunculus vulgaris</i> Schott.	Yılınabıçağı	Islak alanlar, çayırar	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Arisarum vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i>	Yılanekmeği	Maki açıklıkları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Lemna minor</i> L.	Su mercimeği	Su kenarları ve içleri	-	-	-	Gözlem	--
CYPERACEAE							
<i>Blysmus compressus</i> L.	Saz	Su kenarları, sazlık-bataklık	-	-	-	Gözlem	--
<i>Cyperus fuscus</i> L.	Delisaz	Su kenarları, sazlık-bataklık	-	-	-	Literatür	--
<i>Cyperus longus</i> L.	Delisaz	Su kenarları, sazlık-bataklık	-	-	-	Gözlem	--
<i>Carex divisa</i> Hudson.	Kamış	Su kenarları, sazlık-bataklık	-	-	-	Gözlem	--
<i>Scirpoides holoschoenus</i> L., Sojak.	Vurla	Su kenarları, sazlık-bataklık	-	-	-	Gözlem	--
IRIDACEAE							
<i>Gynandrisis sisyrinchium</i> (L.)Parl.	Keklik çiğdemi	Su kenarları,	-	-	-	Gözlem	--

Familiya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		bataklıklar					
<i>Crocus biflorus</i> Miller subsp. <i>caricus</i> Kerndorff & Pasche	Pisik Çiğdemi	Orman altları	Endemik	-	-	Gözlem	--
<i>Crocus biflorus</i> Miller subsp. <i>ionopharynx</i> Kernd. & Pasche	Cadı Çiğdemi	Orman altları	Endemik	-	-	Literatür	--
<i>Iris suaveolens</i> L.	Süsen	Su kenarları, bataklıklar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Iris unguicularis</i> subsp. <i>carica</i> var. <i>carica</i>	Çalı süseni	Makilikler, orman altı	-	-	-	Gözlem	--
<i>Romulea tempskyana</i> L.	Mor yıldız	Meralar, su kenarları, bataklar	-	-	-	Gözlem	
AMARYLLIDACEAE							
<i>Narcissus tazetta</i> L. var. <i>tazetta</i>	Nergis	Su kenarları, bataklıklar, maki açıklıkları	-	-	-	Gözlem	--
ASPARAGACEAE							
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Kuşkonmaz	Kızılçam orman altı, maki	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Muscari neglectum</i> Guss.	Arap sümbülü	Çam ve karışık ormanlar, meşelikler	-	-	-	Gözlem	--
<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	Misk sümbülü	Çam ve karışık ormanlar, meşelikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	Tükrük otu	Çam ve karışık ormanlar, meşelikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Ornithogalum nutans</i> L.	Tükrük otu	Orman açıklığı	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Scilla bifolia</i> L.	Boncuk sümbül	Çam ve karışık ormanlar, meşelikler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Tavşanmemesi	Maki, orman	-	-	-	Gözlem	--
LILIACEAE							
<i>Allium ampeloprasum</i> L.	Yabani soğan	Orman altları	-	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Allium atrovioleaceum</i> Boiss.	Yabani soğan	Orman altları, açıklıklar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Allium flavum</i> L. subsp. <i>flavum</i> var. <i>flavum</i>	Yabani soğan	Orman altları	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	Çirişotu	Orman kenarı, maki	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Lilium candidum</i> L.	Akzambak	Nemli-bataklık yerler	Nadir	-	-	Gözlem	--
<i>Fritillaria pinardii</i> Boiss.	Terslale	Orman altı, maki	-	İran-Turan	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
<i>Fritillaria bithynica</i> Baker	Deli lale	Orman kenarı, maki	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Gagea graeca</i> (L.) Terrace	Altınyıldız	Çam ve karışık ormanlar, meşelikler	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Tulipa orphanidea</i> Boiss.	Doğandili	Orman açıklığı	-	Doğu Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Tulipa undulatifolia</i> Boiss.	Kıvrırcık Lale	Orman açıklığı	-	-	-	Literatür	--
COLCHICACEAE							
<i>Colchicum variegatum</i> L.	Damalı çiğdem	Kızılçam orman altları	-	Doğu Akdeniz	-	Literatür	--
SMILACACEAE							
<i>Smilax aspera</i> L.	Sılcan	Maki, orman, çitler	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
POACEAE							
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Tavusotu	Tarlalar, bozkır, çayırlar	-	Avrupa-Sibiry	-	Literatür	--
<i>Briza media</i> L.	Küpelı şıkırdak	Tarlalar, bozkır, çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Bromus tomentellus</i> Boiss.	Brom	Tarlalar, bozkır, çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Köpekdişı	Tarlalar, bozkır, çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Lagurus ovatus</i> L.	Tavşankuyruğu	Tarlalar, bozkır, çayırlar	-	Akdeniz	-	Gözlem	--
<i>Cynosorus echinatus</i> L.	Top Tarakotu	Tarlalar, bozkır, çayırlar	-	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Dactylis glomerata</i> L. ssp. <i>glomerata</i>	Domuz aynğı	Tarlalar, step, çayırlar	-	Avrupa-Sibiry	-	Literatür	--
<i>Festuca drymeja</i> Mertens & Köch	Fetük	Tarlalar, çayırlar	-	Avrupa-Sibiry	-	Gözlem	--
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	Arpa	Tarlalar, çayırlar	-	-	-	Gözlem	--
<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karsten	Bayır İtkuyruğu	Çayırlar	-	Avrupa-Sibiry	-	Literatür	--
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steudel	Kamış	Su kenarları, sazlık-bataklıklar	-	Avrupa-Sibiry	-	Gözlem	--
<i>Poa bulbosa</i> L.	Çim	Açık alanlar, park-	-	-	-	Gözlem	--

Familya ve Tür Adı	Türkçe Adı	Habitat	Endemizm ve Nadirlik Durumu	Fitocoğrafik Bölge	Tehlike Kategorisi (IUCN)	Kayıt Şekli	Koruma Statüsü (BERN, CITES)
		bahçeler					
<i>Stipa bromoides</i> (L.) Dörfler	Stip	Step	-	Akdeniz	-	Literatür	--
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv	Sorguç otu	Açık alanlar, tarla, step	-	-	-	Gözlem	--
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	Tekkılcan	Açık alanlar, tarla, step	-	Akdeniz	-	Gözlem	--

BÖCEK-BİTKİ İLİŞKİLERİNİN EKOSİSTEMDEKİ DURUMLARI**Mehmet KAPLAN**

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kezer Campus

ORCID ID: 0000-0002-2495-8075**ÖZET**

Ekosistemdeki bütün canlı organizmalar gibi böceklerde yaşamlarını sürdürmek ve neslini devamı için kendi aralarında ve bulunduğu çevresiyle daima karşılıklı olarak enerji ve madde alışverişi içindedir. Ekosistemde en çok böcekler ve bitkiler arasında basit ve karmaşık yönden farklı ilişkiler bulunmaktadır. Böcekler hayatları boyunca barınmak, beslenmek, yumurta koymak ve kışlamak gibi davranışlarla devamlı konukçu bitkilerle bağlantı halindedir. Dolayısıyla böceklerle bitkiler arasındaki ilişkiler karşılıklı faydalanma, tek yönlü faydalanma, birlikte faydalanma, uyuşmazlık, çekişme, tek yönlü zarar verme ve etkisizlik olmak üzere farklı şekillerde bulunmaktadır. Bununla birlikte bitkisel beslenen fitofag böcekler ve böceklerle beslenen entofag böcekler (doğal düşman) ilişkilerinde bitkilerin içerdiği bazı özel kimyasal bileşiklerin neden olduğu üçlü besin bağlantısı da içermektedir. Bu yüzden bazen bitkiler yapılarındaki allelokimyasalların tesiriyle doğal düşman böcek türlerinden parazitoid türlerini cezbetmekte ve bünyelerine bu bileşikler alan doğal düşman böceklerinde uygun davranış durumlarının değişmesine yol açmaktadır. Böylelikle parazitoid ve predatör böcekler bitkilerden kaynaklı bitki savunma sistemlerinin tepkisiyle konukçu böcek, doğal düşman ve bitki arasında kimyasal ve fiziksel davranış ilişkileri oluşmaktadır. Ayrıca doğada tozlayıcı böceklerden bal arıları başta olmak üzere bir çok böcek bitkilerin çiçek polen ve nektarı ile beslenirken bitkilerin dölleniş çoğalmasına diğer taraftan bitkilerin tohum ve meyve vermesini sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Böcek, Bitki, Fitofag, Ekosistem**STATUS OF INSECT-PLANT RELATIONS IN THE ECOSYSTEM****ABSTRACT**

Like all living organisms in the ecosystem, insects are always in mutual exchange of energy and matter with each other and with their environment in order to maintain their lives and continue their generation. In the ecosystem, there are mostly different relationships between insects and plants in terms of simple and complex. Insects are in constant contact with host plants throughout their lives, such as sheltering, feeding, laying eggs, and overwintering. Therefore, the relationships between insects and plants exist in different ways such as mutual benefit, one-way benefit, joint benefit, conflict, conflict, one-way harm and ineffectiveness. In addition, plant-feeding phytophagous insects and insect-feeding entophagous insects

(natural enemies) also contain a triple nutrient connection caused by some special chemical compounds contained in plants. For this reason, sometimes plants attract parasitoid species from natural enemy insect species under the influence of allelochemicals in their structures and cause a change in appropriate behaviour in natural enemy insects that take these compounds into their bodies. Thus, chemical and physical behavioural relations between the host insect, natural enemy and the plant are formed by the response of plant defence systems originating from plants of parasitoid and predator insects. In addition, many insects, especially honey bees, which are pollinator insects in nature, feed on the flower pollen and nectar of the plants, while fertilizing and multiplying the plants, on the other hand, they enable the plants to give seeds and fruits.

Keywords: Insect, Plant, Phytophage, Ecosystem

1. GİRİŞ

Arthropoda (eklembacaklılar) şubesi içinde dünyada yaşayan tüm türlerin yaklaşık % 70'ini Insecta sınıfına ait böcekler oluşturduğu için ekolojik açıdan büyük önem arz etmektedir (Kansu, 2000; Erwin, 2000; Grimaldi & Engel, 2005). Ekosistemde gibi böcekler kendi aralarında ve çevresindeki öteki canlı organizmalarla daima besin ve enerji alışverişi halindedirler. Dolayısıyla böcek türleri yaşamlarını devam ettikleri konukçusu bitkilerle birlikte ile devamlı ilişkidir. Böceklerle öteki canlı organizmalar arasındaki ilişkide basit ve kompleks olarak çok farklı besin ağı bulunmaktadır. Bu besin ilişkileri biyolojik çeşitlilikten dolayı giderek daha komoleks bir duruma dönüşmektedir (Kansu, 2005). Ekosistemde canlılar üreticiler ve tüketiciler olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır. Beslenme açısından besin ağının temelinde kendi besinini kendisi üreten üreticiler olarak bilinen bitkiler bulunmaktadır. Kendi besinini üretemeyen ve hazır olan besini tüketen böcekler yaşamları süresince çoğunlukla beslenme yönünden bitkilerle bağlantıdadır (Kansu, 2005).

Ekosistemdeki bitkiler, canlılara başta besin olmak üzere bazı canlılara da yaşam alanı imkânı sağlamaktadır. Bu canlı organizmalar arasında en başında böcek türleri yer almaktadır. Dolayısıyla böcekler barınmak, yumurta koymak, beslenmek ve kışlamak vb. sebeplerle daima karşılıklı olarak bitki türleri alış veriş halindedir (Kansu, 2005). Fitofag böcek türleri barınma, beslenme ve yumurta koymak için konukçuluk yapacak bitkilerin kendilerine özgü renkleri ve kokuları gibi çeşitli özelliklerine yönelerek bulmaktadır. Böcekler konuklayacağı bitkilerin farklı kısımlarına böcekler yumurtalarını bırakmaktadırlar. Örneğin, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera ve Lepidoptera,

takımlarındaki fitofag böceklerin çoğunluğu yumurtalarını yaprakların içine, üzerine veya altına koyarlar (Uygun et al., 2013). Cleopatra ve Orthoptera takımınlarına bağlı bazı fitofag böceklerin larvaları kök kısmında beslendiğinden söz konusu erginleri yumurtalarını köklere yakın toprağa bırakırlar (Yaşar, 2005).

Fitofag böcek türleri genel olarak yumurtalarını bitkilerin çeşitli organlarına koyduklarından dolayı daima bitkiler ile ilişkidir (Firidin et al., 2013). Fitofag böcekler üzerine yumurta bıraktığı konukçu bitkiler sayesinde neslini sürdürmektedir. Diğer taraftan bitkinin üzerine fitofag böcek tarafından yumurta bırakılmasıyla başka böcek türlerince istilasının neden olmaktadır. Böylece bitki ve böcekler arasında oluşan karşılıklı ilişkiler, henüz böcekler yumurta koyma sürecine gelmeden başlamaktadır.

Böcekle Konukçu bitkilerin üstüne ergin dişlerin bıraktığı yumurtalar ile konukçu bitkiler karşılıklı olarak birbirini etki etmektedir. Bundan dolayı bitkiler ile böcekler arasındaki ilişkiler sadece böceğin sadece biyolojik gelişme dönemlerinde değil bu ilişki ergin, larva/nimf ve yumurta dönemlerini kapsamaktadır. Söz konusu bu ilişkiler birlikte yaşam, karşılıklı uyumsuzluk, tek taraflı faydalanma, parazitlik, rekabet, beraber faydalanma ve birbirlerine karşı tarafsızlık şeklinde olmaktadır (Önder, 2004).

2. BÖCEK-BİTKİ İLİŞKİSİ

Fitofag böcekler barınma, beslenme, yumurta koymak, dinlenme gibi yaşamsal faaliyetleri ve neslin sürdürebilmek için yaşamlarını en bir döneminde bitkilerle karşılıklı ilişkide bulunmaktadır. Bu ilişki durumları aşağı yukarı 300 milyon yıllık bir geçmişin olduğu kömür yataklarındaki fosil örneklerin incelemesinde belirlenmiştir. Böcekler ilişki de olduğu bitki türlerinden örneğin beslenirken diğer bir tarafta polenleri ve uygun yerlere taşıyarak bitkilerin döllenmesi ve nesillerin sürdürmesini sağlamaktadır (Gullan & Cranston, 2005).

Bütün canlı organizmalar gibi fitofag böcek türleri de yaşamsal işlevlerini gerçekleştirmek amacıyla ihtiyaç duyduğu enerjiyi bitkisel besinlerden sağlamaktadır. Besinlerin yetersiz olduğu durumlarda böceklerin gelişme ve çoğalmalarını kısıtlayıcı durumlar ortaya çıkmaktadır. Örneklendirmek gerekirse yapılan bir çalışmada sineklere ihtiyacında daha az besin verildiğinde ergin bireyin 240 yumurta yerine 90 yumurta verdiğini bildirmiştir (Oğurlu, 2001). Yaşadığı çevrede ısının azalmasıyla birlikte böcekler hayatta kalmak ve kışlamak amacıyla bitkilerin gövdenin kabuk altlarını, yere düşen kurumuş yaprakların altına ve yabancı otlar gibi yerleri tercih etmektedir (Kansu, 2012). Bunun yanı sıra uzun zaman uçuş faaliyetine bulunan böcekler bulunduğu habitatta belli bir süre dinlenmek amacıyla konukçusu olmayan bitkilerde bulunabilmektedir. Örneğin sivrisinekler gün içinde

belli zamanlarda istirahat etmek ve güneşten sakınmak amacıyla okalıptüs bitkisinin yaprakları altında beklemektedir. Başka bir örnekte kral kelebekleri Amerika kıtasının bir ucundan diğer ucuna göç ettiği zamanlarda dinlenmek amacıyla bitkilerinden faydalanmaktadır (Ciesla, 2011).

Bitki böcek ilişkisinde, nesillerini sürdürebilmeleri için böcekler öncelikle düşmanlarında yumurtalarını korumak amacıyla güvenli ve yumurtadan çıkacak bireylerin ise kolayca besinine ulaşabileceği yerlere koyarlar (Pehlivan, 1981). Dolayısıyla böceklerin çoğu barınacağı, beslenip ve gelişeceği kendilerine uygun konukçularını bulmak içim duyumsal organlar geliştirmişlerdir. Bu duyumsal organlar ağız parçaları, ovpozitör, anten ve bacaklardır. Bunların vasıtasıyla koklama, görsel ve koklama veya mekaniksel uyarılarla böcekler bitkiyi benimser veya red eder. Benimsenen bitkinin durumu önemli bir davranış kararıdır. Çünkü uygun olmayan şartlarda böcek tarafında bırakılan yumurtaların açılmaması, yumurtadan çıkan bireylerin beslenmemesi ve ergin bireylerin gelişmesi neticesinde böceklerin neslini sürdürememesi açısından negatif sonuçlar doğuracaktır.

3. BÖCEK-BÖCEK ARASINDAKİ İLİŞKİLERDE BİTKİ KİMYASAL MADDELERİNİN DURUMU

Bitkilerin bünyelerindeki kimyasal maddeler fitofag böceklerin konukçuyu bulma ve konukçuyu kabul edip etmemelerinde rol oynarlar. Bu kimyasal bileşiklerin bazıları böceklerin fizyolojik gelişmelerinde olumlu veya olumsuz yönde etkide bulunabilmektedir. Böylece böceklerin bitkiye yönlendirmek teşvik etmek,, yönelmeyi yavaşlatma ya da engelleme, ve uzaklaştırma etkisine sahiptir. Bir kısım bitki kimyasalları böceklerin ergin döneminde çiftleşme ve yumurtlama ya da larva döneminde beslenme gibi davranışların uyarılması veya engellemesinde etkili olabilmektedir (Lodos, 1975). Bazı bitki kimyasallarda doğrudan böceklerin fizyolojik gelişmelerini etkileyen hormonlu bileşikler, besinler, zehirli bileşikler veya uyarıcı etkili bileşikler olarak sınıflandırılmaktadır (Öğün,1986).

Bitkilerde böceklerin besin gereksinimlerini içeren karbonhidratlar, nükleik asitler, tuzlar, aminoasitler tuzlar ve vitaminler vb. yaklaşık 25 tane madde bulunmaktadır. Bitki-Böcek ilişkisinde bu besin maddeleri önemli olup, böceklerin ihtiyacı olan besin madde çeşidi benzerdir. Ancak böcek açısından önemli olan besin maddesi bileşiminin böceğin ihtiyaçlarını karşılaması ve sindirebileceği uygun durumda bulunmasıdır (Hsiao, 1969). Örneğin Tohum böceği (*Caryedes brassilensis*) Kostarika ormanlarında geniş alanlarda yetişen tohumlarında güçlü bir zehir (L-canavanin) madde kapsayan bir baklagil sarnıcı bitki olan *Dioclea megacarpa*'nın tohumlardan beslenir. Yani bir kısım fitofag böcekler bitki

bünyelerinde bulunan zehirli bileşikler kendileri için besin olarak kullanabilmektedir. Dolayısıyla fitofag bu böcek türlerinin zamanla geliştirdiği özel enzimler sayesinde tohumların bünyesindeki doğal proteinler içinde bulunmayan ve bir aminoasit olan bu zehirli maddeyi önceye amonyağa çevirir ve sonrasında amonyak azotundan kendi gereksinimleri olan başka aminoasit türlerini sentezleyebilmektedir.(Öğün, 1986). Bitki kimyasallarının uzaklaştırıcı derecesi ve etkinliği yapısındaki konsantrasyonlarla sınırlandırılır. Örneğin bitki kimyasallardan ‘Cumarin’ gibi bazı bileşikler düşük konsantrasyonlar da cezbedici, yüksek konsantrasyonlarda uzaklaştırıcı etkide bulunmaktadır. Çam ağacında beslenen *Tomiscus piniperda* için çam ağacının zarar görmüş kısımlarından anaerobik solunum sonucunda açığa çıkan etanol bileşiğin düşük konsantrasyonu böcek için cezbedici, yüksek konsantrasyonu ise uzaklaştırıcı etkiye sahiptir (Harborne, 1982).

Bitkiler böceklerin bazı biyolojik evrelerini etkileyen Anti juvenil hormonlar salgılamaktadır. Bu hormonlar böceklerin larva süresini uzatma ve gömlek değiştirmeyi etkileme ya da larvaların gelişimini durdurarak larva dönemini tamamlamadan ergin hale gelmesine sebep olmaktadır. Örneğin Vapurdumanı (*Ageratum houstonianum*) bitkideki bu hormon böceğin larva periyodunu tamamlayamadan erginleşmekte, Büyük Amerikan hamamböceği (*Periplaneta americana* L.)’nde çiftleşme hissini ortadan kaldırarak artmasını engellemekte, birçok diğer başka böcek türlerinde ise döllememiş yumurtaların oluşmasına neden olmaktadır (Öğün, 1986). Diğer bir taraftan doğada bulunan bir kısım farklı bitkilerde böcekler tarafından zarar görmeye başladığında özel maddelerini salgılayarak alarm durumuna geçmektedirler. Örneğin domates bitkisinin yaprakları, fitofag böcekler tarafından zarar görünce özel maddelerce verilen uyarıyla tüm bitki hücreleri alarma geçerek yeni bileşikler sentezlemektedir. Bu yeni bileşikler, böceklerin sindirim sistemindeki proteinleri parçalayan enzimleri bağlamakta ve böceklerin yeterli beslenmelerine engel olmaktadır. (Öğün,1986).

4. BÖCEK YUMURTASININ KONUKÇU BİTKİSİNE ETKİSİ

Birçok böcek türleri yumurtalarını konukçu bitkilerin farklı bölgelerine bırakırlar. Çünkü dişi erginler yumurtadan çıkan bireylerin rahat beslenmesi ve gelişerek yeni nesil verebilmeleri için yumurta bırakacakları en güvenli gördükleri yeri özenle arar ve tercih ederler (Pehlivan, 1981).

Böcekler daha yumurta bırakma aşamasında iken yumurta bırakmak için ovipoztörleriyle bitkilerde açtıkları deliklerle konukçu bitkilere zarar vermeye başlamaktadırlar. Örneğin, *Curculio nucum* L. böcek türü yumurtalarını yeşil fındık meyvelerine bırakmadan önce hortumu ile meyveyi deler ve ovipozitörü ile de açmış olduğu deliğe yumurtalarını

koymaktadır (Akça & Tuncer, 2004; 2005). Aynı şekilde, *Thrips* spp. önce ağız parçaları ile bitki dokusunu törpüleyerek yumurtalarını bitki dokusu içine yumurtalarını koyarlar (Lodos, 1993; Uygun et al., 2013). *Empoasca* spp. pamuk bitkisi üzerine yumurta koymak amacıyla öncesinde bitki dokusunu parçalayarak ve yumurtalarını doku içine koymaktadır (Yaşar, 2005). Bu yüzden böcekler tarafından bırakılan yumurtalar bitkini iletim demetini tıkanmasına neden olurken, Ağustos böceği türlerinden *Ceresa bubalus* Fabr. (Hemiptera: Membracidae) ovipozitörleri ile elma ağaçlarının bir yıllık sürgünlerine yumurtalarını koyarken sürgünlerde açılan yarıklar nedeniyle sürgünler kurumaktadır. (Pehlivan, 1981). Ayrıca böcekler ve akarların bitki dokusu içine yumurta bırakılması sırasında bitkilerin vermiş olduğu tepki sonucu bitkilerin köki gövde, yaprak gibi kısımlarında gallerin oluşumlarına neden olmaktadır. Örneğin akar türlerinden *Colomerus vitis* (Pagenstecher) (Acarina: Eriophyidae) akarı da asma bitkisinde beslenirken ve yumurta bırakmasından dolayı asma yapraklarının üst kısmında galler oluştururken, *Viteus vitifollii* (Fitch) (Hemiptera: Phylloxeridae) akar türü ise asma yaprak ve köklerinde galler oluşturmaktadır (Uygun et al., 2013).

5. KONUKÇU BİTKİNİN BÖCEK YUMURTASI ÜZERİNE ETKİSİ

Böceklerin tarafından bırakılan yumurtalar nedeniyle bitkilerde doğrudan veya dolaylı bir şekilde yumurtalara karşı bir reaksiyon gösterebilmektedir (Hilker & Meiners, 2010). Bu reaksiyon öncelikle bitkinin tüylü yapraklı oluşu, bitkinin kuvvetli ve gür oluşu, yaprak kütükula yapısının kalın olması, sap ve gövde dokularının kalın olması ve yaprak yüzeyinin mumlu olması morfolojisinden kaynaklanmaktadır. (Pehlivan, 1978). Bununla birlikte böceklerin bırakmış olduğu yumurtalara karşı bitkiler bünyelerindeki kimyasal bileşikler vasıtasıyla da reaksiyon verirken, böceklerin yumurta bırakması sırasında salgılamış olduğu sıvı maddesi de bitkide savunma mekanizmalarını uyarılmasına yol açmaktadır (Fürstenberg-Hägg et al., 2013).

Bitkiler tarafından salgılanan (E)-b-Farnesene, (E)-b-Caryophyllene gibi kimyasal gazlar böcek yumurtalarının kalitesini ve embriyonun gelişmesini olumsuz etkileyebilmektedir (Hilker & Meiners, 2011). Bazı durumlarda konukçu bitkilere böceklerin bırakmış oldukları yumurtaların bırakıldığı bölgede bitki tarafından neoplazma denilen sıra dışı doku geliştirilerek yumurtaların aşağı düşmesine sebep olur (Doss, et al., 2000). Konukçu bitkilere yapraklarına bırakılan böcek yumurtaları yaprakları fotosentez aktivitesini yani gaz alışverişini olumsuz etkilemektedir. Örneğin sokucu-emici ve ısırıcı-çiğneyici ve emici ağız yapılı fitofag böcekler bitki hem yumurta bıraktıkları yapraklar hem de bitişikteki yumurta bırakılmayan yaprakları da sistemli bir şekilde fotosentez etkinliğinin düşmesine neden olabilmektedirler (Hilker &

Meiners, 2011). Fitofag böceklerden *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae) tarafından *Pinus silvestris* L. bitkisinin dallarına bırakılan yumurta bitişikteki dallardaki yaprakların fotosentezinde sistemli olarak düşüslere neden olduğunu bildirmişlerdir (Schröder et al. (2005).

6. BÖCEK-BİTKİ İLİŞKİSİNDE TOZLAŞMA

Bitki böcek ilişkisinde en önemli olgu tohum ve meyvenin oluşumunda bitki çiçeklerindeki erkek organlardaki polenlerin dişi organlara taşınarak döllenmesi (tozlaşma)'dır. Bu döllenme rüzgâr, su gibi abiyotik faktörler dışında ünyada 300'e yakın çiçekli bitki türlerinin 2/3'ü doğrudan ya da dolaylı şekilde başta böcekler olmak üzere bazı kuşlar, memeli hayvanlar ve diğer canlı organizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Yine bitki tohumlarının başka yerler taşınmasında da bu canlı grupları bulunmaktadır. Tozlayıcı böcekler olarak arılar, karıncalar, kelebekler, sinekler, kınkanatlılardır. Ekosistemde doğal dengesinin korunması, ancak bitkiler ve tozlaşmalarını sağlayan tozlayıcı böcekler arasındaki ilişkinin devam ettirilmesine bağlıdır. Bu yüzden küresel biyoçeşitliliğin anahtar bileşeni tozlayıcı böceklerdir (Potts et al., 2010). Bu canlı türlerinin olmadığı ekosistemlerde besin üretimi ve dağıtımı açısından sorunlar ortaya çıkması istenmeyen bir durumdur (Kıyak, 2019). Tarımı üretimi alanlarında bitkilerinin %75'i tozlaşmak için böceklere bağlı olup, ürün artışı ve kalitesinin yükseltilmesi tozlayıcı böceklerin önemliliğini ortaya koyduğunu bildirmişlerdir (Klein et al., 2007).

7. SONUÇ

Ekosistemde bitkiler başta böcekler olmak üzere diğer canlı gruplarına besin aynı zamanda bazı canlılara da barınma imkânı sağlamaktadır. Diğer taraftan böcekler hayatları boyunca barınmak, beslenmek, yumurta koymak ve kışlama gibi davranışlarla devamlı konukçu bitkilerle ilişki halindedir. Dolayısıyla böceklerle bitkiler arasındaki ilişkiler karşılıklı faydalanma, tek yönlü faydalanma, birlikte faydalanma, uyumsuzluk, çekişme, tek yönlü zarar verme ve etkisizlik olmak üzere farklı şekillerdedir. Örneğin, bitkiler ilişki içinde olduğu böceklere besin, barınma ve neslini sürdürme imkânı sağlarken, böceklerde bitkilerin polenlerini ve tohumlarını taşıyarak döllenmeyi ve çimlenmeyi sağlayarak bitkilerin üremesine yardımcı olurlar. Böceklerin uygun konukçu bitkilerini bulmak için bazı duyumsal sistemler geliştirmişlerdir. Böcekler, bitki ilişkilerinde anten, ağız parçacıkları, bacak, ovipozitör gibi duyumsal özelliğe organları kullanmaktadır. Bu duyu alıcıları böceklerin bitkiyi kabullenme ya da kabullenmeme davranışları sergilemede koklama, görsel ve mekanizmaları kapsamaktadır. Buna karşın bitkilerin morfolojik yapıları ile bünyesindeki bazı kimyasallar sayesinde ilişkide bulunduğu böceklerin bitkilere yönelme ve uzaklaşma

davranışlarına, biyolojik ve fizyolojik gelişmelerine olumlu ya da böceklerle karşı dayanıklılık sağlayarak olumsuz etkiye de bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akça, İ. & C. Tuncer, 2004. "Fındık kurdu (*Curculio nucum* L., Col.,Curculionidae)'nın morfoloji ve biyolojisi üzerinde araştırmalar". Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi (8-10 Eylül 2004, Samsun) Bildirileri, 255 s.
- Ciesla, W.M., 2011. Forest Entomology: A Global Perspective. Willey-Blackwell Publishing Ltd., UK, 400 pp.
- Erwin, T.L. 2000. Arboreal Beetles of Neotropical Forest: Agra Fabricius, a Taxonomic Supplement for the Platyscelis Group with New Species and Distribution Records (Coleoptera: Carabidae, Lebiini, Agrina). The Coleopterist Bulletin, 54(1): 90-119.
- Firidin, B., O. Yanar & H. Yılmaz, 2013. Herbivor böceklerin besin dengeleme mekanizmaları. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6 (2): 103-105.
- Fürstenberg-Hägg, J., M. Zagrobelny & S. Bak, 2013. Plant defense against insect herbivores. International Journal of Molecular Sciences, 14: 10242-10297.
- Grimaldi, D., Engel, M.S., 2005. Evolution of Insects. Cambridge University Press. 772 p.
- Gullan, P.J. & P.S. Cranston, 2005. The Insects: An Outline of Entomology. 3rd ed., Blackwell Publishing Ltd., UK, 511 pp.
- Harborne, J.B., 1982. Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press. Third Edition.
- Hilker, M. & T. Meiners, 2011. Plant and insect eggs: How do they affect each other? Phytochemistry, 72: 1612-1623.
- Hsiao, T.H., 1969. Chemical Basis of Host Selection and Plant Resistance in Oligophagous Insects. Proceeding of the 2nd International Symposium "Insect and Host Plant", Wageningen, 777-788.
- Kansu, İ. A., 2000. Genel Entomoloji (Dokuzuncu Baskı). Ankara, 430 s.
- Kansu, İ.A., 2005. Böcek Çevrebilimi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 302, Ankara, 338 s.
- Kansu, İ.A., 2012. Genel Entomoloji. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 358, Ankara, 494 s.
- Kıyak, S., 2019, Dünyadaki Biyoçeşitlilik ve Böceklerin Ekosistem Açısından Önemi Hakkında, J.Het.Turk., Special Issue:8-9
- Klein AM, Vaissiere BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C., & Tscharntke T, 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, Proc. R. Soc. B. Biol. Sci., 274: 303-313.
- Lodos, N., 1975. Türkiye Entomolojisi (Genel, Uygulamalı ve Faunistik) Cilt 1. E.Ü. Zir. Fak. Yay, No. 282, 75-79.
- Lodos, N., 1993. Türkiye Entomolojisi III (Genel, uygulamalı ve faunistik). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 456, İzmir, 167 s.
- Oğurlu, İ., 2001. Böcek Ekolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 9, Orman Fakültesi Yayın No: 2, Isparta, 187 s.
- Öğün, S., 1986. Doğadaki Anlamlı Denge. TÜBİTAK. No, 223, 4-7
- Pehlivan, E., 1981. Böceklerde çeşitli davranış şekilleri ve bunlardan yararlanma olanakları. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 5 (4): 243-252.
- Önder, F., 2004. Bitki Zararlılarının Ekolojisi ve Epidemiyolojisi. Meta Basım Matbaacılık, Bornova-İzmir, 81 s.
- Pehlivan, E., 1981. Böceklerde çeşitli davranış şekilleri ve bunlardan yararlanma olanakları. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 5 (4): 243-252
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE, 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers, Trends in Ecology and Evolution, 25(6): 345-353.
- Schröder, R., M. Forstreuter & M. Hilker, 2005. A plant notices insect egg deposition and changes its rate of photosynthesis. Plant Physiology, 138: 470-477
- Uygun, N., M.R. Ulusoy, İ. Karaca & S. Satar, 2013. Meyve ve Bağ Zararlıları. Akademisyen Kitabevi, Ankara, 347 s
- Yaşar, B., 2005. Endüstri Bitkileri Zararlıları. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 24, Ders Notu Yayın No: 9, Isparta, 57 s.

BİTKİ KORUMA AÇISINDAN ORGANİK VE KONVANSİYONEL TARIM ARASINDAKİ FARKLILIKLAR

Mehmet KAPLAN

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kezer Campus

ORCID ID: 0000-0002-2495-8075

ÖZET

Dünyada insan nüfusunun hızlı artması, beraberinde gıda ihtiyaçlarını da artırmaktadır. Artan gıda talebini karşılamak için azalan tarımsal alanlardan daha fazla verim almak için çeşitli uygulamalar ve teknolojik gelişmeler kullanılmaktadır. Tarımsal üretim alanlarında en yüksek verimin alınabileceği şekilde modern tarımsal uygulamalarında pestisitlerin ve kimyasal gübrelerin kullanımıyla dünyada insanların gıda ihtiyacına kesin olarak çözüm olmamaktadır. Tersine zamanla insan ve çevre sağlığını bozulduğunun bilincine varan gelişmiş çeşitli ülkeler başta ekolojik tarım olmak üzere sürdürülebilir tarım uygulamaları ve farklı tarımsal faaliyetlere yönelmişlerdir. Geleneksel yapılan tarımsal üretimde kullanılan kimyasalların oluşturduğu olumsuz sağlık ve çevre olaylardan insanlar ve beraberinde diğer canlı organizmaları olumsuz yönden etkilenmektedir. Oluşan bu olumsuz yaşam şartlarından korunmak ve geleneksel tarımsal üretime başka alternatif tarım uygulamaları bulmak amacıyla insanlar bir faaliyete girmiş ve sağlıklı bir şekilde beslenmek amacıyla organik (ekolojik) tarım girişimlerine başvurmuşlardır. Organik tarım uygulamalarında, insan ve çevre sağlığına zarar vermeyen, üretimden tüketim aşamasına kadar kimyasal ürünler kullanılmadan, tüm aşamaları kontrol altında ve sertifikalı tarımsal üretim şeklidir. Dolayısıyla canlılar arasındaki doğal dengenin korunarak, sağlıklı beslenmek için güvenli gıda sürdürülebilir tarım ve çevre sağlığını korumada olumlu etkilerinden dolayı organik doğal ürüne olan istek artmakta ve organik tarımsal üretim yayılmaktadır. Sonuç olarak sürdürülebilir tarımsal üretimlerle insanoğlu geleceğini güvence altına almak için doğal çevrede meydana gelen problemleri çözmek ve doğal kaynaklarını korumak zorundadır.

Anahtar Kelimeler: Organik ürün, Sürdürülebilir tarım, Ekolojik denge, Konvansiyel tarım

DIFFERENCES BETWEEN ORGANIC AND CONVENTIONAL AGRICULTURE IN TERMS OF PLANT PROTECTION

ABSTRACT

The rapid increase in the human population in the world increases the need for food. Various applications and technological developments are used to get more efficiency from the decreasing agricultural areas to meet the increasing food demand. With the use of pesticides and chemical fertilizers in modern agricultural practices so that the highest efficiency can be obtained in agricultural production areas, there is no definitive solution to the food needs of people in the world. On the contrary, various developed countries that have become aware of the deterioration of human and environmental health over time have turned to sustainable agricultural practices and different agricultural activities, especially ecological agriculture.

People and other living organisms are adversely affected by the negative health and environmental events caused by the chemicals used in traditional agricultural production. In order to be protected from these negative living conditions and to find other alternative agricultural practices to traditional agricultural production, people started an activity and applied to organic (ecological) agriculture initiatives in order to be fed in a healthy way. In organic farming practices, it is a certified agricultural production method that does not harm human and environmental health, all stages are under control and without the use of chemical products from production to consumption. Therefore, the demand for organic natural products is increasing and organic agricultural production is spreading due to its positive effects in protecting the natural balance between living things, safe food for healthy nutrition, sustainable agriculture and environmental health. As a result, human beings have to solve the problems that occur in the natural environment and protect their natural resources in order to secure their future with sustainable agricultural productions.

Keywords: Organic Product, Sustainable Agriculture, Ecological Balance, Conventional agriculture.

1. GİRİŞ

Dünyada giderek nüfus artışıyla, gıdaya olan ihtiyaç miktarının artmasıyla birlikte üreticilerin zamanla azalan tarımsal alanlardan dar zamanda çok ürün sağlamak için yoğunluklu bir şekilde kimyasal madde kullanmaya başlamıştır. Fakat bu girdilerin ekosistem üzerinde yaptığı tahribatların insan, hayvan ve çevre sağlığında sebep olduğu ölümcül hastalık türlerinin artmasıyla dünyada özellikle Avrupa'daki bazı ülkeleri bunun farkına varmıştır. Görülen bu olumsuz durumların doğadaki mevcut ekolojik dengenin bozulmadan doğal üretimi destekleyici yöntemlerin geliştirilmesiyle beraber Organik Tarım yöntemi önem kazanmıştır. Organik tarım uygulamaları, insan ve çevre sağlığına zarar vermeyen, üretim aşamasında tüketime kadar kimyasal bileşikleri kullanılmaksızın, her basamağı kontrol altında ve sertifikalandırılan üretim biçimidir. Bu üretim yönteminde doğal dengenin korunması yanı sıra su, hava ve toprak gibi yaşam için gerekli olan toprak, su ve hava gibi kaynaklarla birlikte doğal hayatın korunmasını amaçlanmaktadır (Anonymous, 2022). Ekolojik tarım sisteminde hem verim miktarı hem de kaliteyi yükseltmeyi hedefler ve zirai ilaçları, bitki gelişim düzenleyicileri ve mineralli gübre çeşitlerinin kullanımını yasaklayan, toprağın yapısını koruyan ve bitkini direncini arttırmada organik ve yeşil gübrelerin kullanıldığı farklı bir tarımsal üretim biçimidir. Dünyadaki birçok ülke gibi Türkiye'de önemli bir tarımsal potansiyele sahip olmasına rağmen organik tarımda önemli bir ilerleme sağlayamamıştır. Devletin tarım politikalarının bu gerçekler

ışığında hazırlanarak organik ürüne olan talebin ülkemiz yanı sıra ihracata yönelik diğer ülkelerin ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Bu zaman zarfında, kırsal alanlarda kalkınmanın istenen düzeyde sağlanabilmek için organik ürün üretim konusunda üreticilerin ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi önem arz etmektedir. Böylece Türkiye'nin sahip olduğu verimli toprak ve uygun iklimi sayesinde tarım ülkesi olarak dünyada organik tarımsal üretimde önemli bir duruma gelecektir.

2. DÜNYADA ORGANİK TARIMIN GELİŞİMİ

Dünyada ilk defa organik tarım uygulamaları Amerika ve Avrupa kıtasında birkaç üretici kişi ve gönüllü kurumlarca yürütülmüştür (Tate, 1994). Sonra ki zamanlarda organik ürünlere olan talebin artmasıyla bgiu uygulamalar başka ülkelere de yaygınlaşmıştır. Bunun nedeni dünyada konvansiyonel tarımda kimyasalların yoğun bir şekilde kullanılması sonucu insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin artması yanı sıra insanların ekonomik ve sosyal durumların olumlu yönden değişmesinden gelmektedir. Dolayısıyla insan ve çevre sağlığının önem kazanmasıyla organik ürünlere tüketici talebiyle beraber organik tarımsal üretimi kabul eden üretici ve kuruluş miktarı da zamanla yükselmiştir. Böylece uluslararası alanda organik ürün pazarı ve ticareti de önem kazanmış ve gelişmiştir. Organik ürünlerin konvansiyonel ürünlere oranla fiyatlarını yüksek olması nedeniyle bazı ülkelere iç pazarda organik ürünlere olan talebin az olduğu halde organik ürünleri üreterek diğer gelişmiş ülkelere ihracat ederek ekonomisini geliştirmektedir. Organik ürünlerin önem kazanmasıyla birlikte dünyada hemen hemen birçok ülkede organik tarım uygulamaları ve alanları artış göstermektedir.

Dünya organik tarım alanı 2009 yılında Organik Tarım Araştırma Enstitüsü (FİBL)'nün verilerine göre 160 ülkede toplam organik tarım alanı yaklaşık olarak 37.2 milyon hektardır. Bu alanların miktarı toplam tarımsal alanlarının sadece %0.9'una karşılık gelmektedir. En çok Organik alana sahip ülkeler sırasıyla ilk sırada 12 milyon hektarla Avustralya, sonrasında ise 4.40 milyon hektarla Arjantin, 1.95 milyon hektarla Amerika, 1.85 milyon hektarla Çin, 1.77 milyon hektarla Brezilya, 1.33 milyon hektarla İspanya ve 1.18 milyon hektarla Hindistan yer almaktadır. Dünyadaki organik tarım üretim alanlarının aşağı yukarı 2/3 oranını doğal otlak ve meralar oluşturmaktadır. Önemli Hayvansal üretime sahip Avustralya, Arjantin, Çin ve Şili gibi bazı ülkeler organik otlaklar organik tarım alanların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. (Willer ve Klicher, 2011). Sırasıyla Hindistan, Uganda, Meksika, Etiyopya, Tanzanya, Peru, İtalya ve Türkiye en çok organik tarım üreticisi olan ülkelerdir (Willer ve Klicher, 2011). Dünyada ABD yaklaşık 26.6 milyar dolarla en büyük organik ürün pazarına sahip iken Avrupa organik ürün pazarının ise 26 milyar dolardır.

Organik ürün pazarında Avrupa kıtasında önemli ülkeler sırasıyla 8.4 milyar dolarla Almanya, 4.4 milyar dolarla Fransa ve 3.0 milyar dolarla İngiltere yer almaktadır. Organik ürün pazarında diğer başlıca ülkeler ise 1.4 milyar dolarla Japonya ve 750 milyon dolarla Avustralya'dır (Willer ve Klicher, 2011).

3. TÜRKİYE'DE ORGANİK TARIMIN GELİŞİMİ

Organik tarımsal üretime ile ilgili Türkiye'deki ilk çalışmalar 1984-85 yıllarından itibaren Avrupa ülkesi şirketlerinin organik ürünleri talep etmesi ile başlamıştır. Bu şekilde, Avrupa ülkelerinde yetiştirilemeyen ve ülkemizde yetiştirilen geleneksel tarımsal ihraç ürünlerimize olan talebiyle ortaya çıkmıştır (Demiryürek, 2000; 2004). Ülkemizde ilk kez organik tarım çalışmaları Avrupalı organik tarım firmalarının temsilcilerince Ege Bölgesi'ndeki, belli sayıdaki üzüm üreticilerine tanıtılarak başlamıştır (Aksoy ve Altındışli, 1999; Aksoy, 2001). Organik tarım faaliyetlerinin sonucunda ilk organik ürünler kuru incir ve kuru üzüm iken sonraları kuru kayısı ve fındıkta bunlara eklenmiştir. Bu alanda zamanla gelişen ülkemiz doğru ve sağlıklı bir şekilde gelişerek dünyada söz sahibi olmak için bir organik tarım faaliyeti için 1992 yılında Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneğini (ETO) kurmuştur (Anonim, 2019a).

Avrupalı ülkelerin ülkemizden organik ürünlere olan talebin yükselmesiyle birlikte 1980'li yılların ortasından itibaren organik ürün çeşidi artmış ve bu alanda birçok organik üretim projeleri yürütülmüştür (Rehber ve Turan, 2002).

Hem iç piyasaya hem de ihracata yönünde üretim ve pazarlama çalışmaları ilk başlarda Avrupalı firmaların aracılığıyla, daha sonra ise yerel firmaların organik tarım ve organik ürün piyasasına girmesiyle yürütülmüştür. Dış ülkelere organik ürünlere olan taleplerin artması ve Tarım Bakanlığının organik üretime destek vermesi, üniversiteler, tarımsal araştırma kuruluşları, sivil toplum kurumları, yerli tüketicilerin ve kamuoyunun konuya ilgi göstermesiyle iç pazarın oluşmasında hızlı bir artış göstermiştir (Aksoy ve Altındışli, 1999; Kenanoğlu ve Karahan, 2002; Demiryürek ve ark., 2008). Türkiye'de organik tarım üretimi toplam 626.885 hektar alanda, 79.563 çiftçiyle 213 organik üründe toplamda 2.371.612 ton üretim yapmıştır (Anonim, 2019b). Organik ürün bazında en çok döviz getiriş incir, fındık, üzüm, kayısı, zeytin, çilek, meyve suları ve pamuktan almıştır.

Organik tarımın gelişmesindeki başlıca faktörler; zengin biyolojik çeşitlilik, bozulmamış ve kirletilmemiş ekolojik çevre, çeşitli zararlı ve hastalıklara dirençli bitki çeşitleri ve kimyasal ürün kullanımının düşük seviyede olmasıdır. Bundan dolayı Türkiye'nin kendisine ait coğrafi ve topografik yapısı, ekolojisi, farklı iklimsel koşullarından dolayı bazı tropikal meyveler hariç birçok ürün yetiştirme potansiyel ve imkânına sahiptir. Türkiye'de tarımsal

üretim alanları çok genişlemiş ve sanayide gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında tarımsal alanda birim alanda kullanılan kimyasal ürün oranı çok düşük seviyededir. Dolayısıyla tarımsal üretim alanlarında kimyasal kirlilik bulunmamakla birlikte insan ve çevre sağlığı üzerinde yoğun zirai ilaçları oluşturduğu çevre kirliliğinden kaçınmaktadır (Demiryürek, 2004). Elverişli iklim ve toprak koşulları yanı sıra, genetik ve biyolojik çeşitliliğe sahip Türkiye organik tarım üretimine oldukça uygun ve organik tarım potansiyeli olan avantajlı bir ülkedir (Gündüz ve Kaya, 2007; Merdan, 2014).

Organik tarımın gelişmesiyle birlikte Türkiye’de ilk kanuni çalışmalar Avrupa Birliğinde 24 Haziran 1991 yılında yürürlüğe konulan EEC 2092/91 sayılı yönetmeliğin Türkiye’deki uyarlaması olan 24 Aralık 1994 tarih ve 22145 sayılı “Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretilmesine İlişkin Yönetmelik” ile olmuştur. Daha sonra bu Yönetmeliğin bazı maddelerinde değişiklik yapan ek yönetmelik 29 Haziran 1995 tarih ve 22328 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (Baydır, 2004). Bu Yönetmelik ile organik ürünlerin üretimi, işlenmesi, ambalajlanma şekli, etiketlenme şekli, depolanması, pazara sunulması, kontrollü ve sertifikalandırılması, çalışma örgütleri ve danışmanlık hizmetleri ile cezai ve hukuki konularında düzenlenme kararları artırılmıştır (Aksoy, 2002). Organik tarım üretimine konulan diğer düzenlemeler de 22.04.2003 tarih ve 25087 sayılı Resmi Gazete ’de yayımlanan “Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral, Toprak Düzenleyicileri ve Mikrobiyal Gübrelerin Üretimi, İthalatı, İhracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelik”tir. Bununla ile organik tarımda kullanılan gübre konularındaki sorunların çözümüdür. Son olarak ta yapılan kanuni düzenlemelerle tüketicilerin kaliteli ve daha güvenilir organik ürünleri tüketmesi için 03 Aralık 2004 Tarihli ve 25659 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe giren “Organik Tarım Kanunu’dur. Bununla birlikte bu süreçte organik tarım üretim alanında çeşitli gelişmeler yaşanmış, üretici ve işletmeler teşkilatlanmışlardır. Türkiye’de organik tarımın ve organik ürün sanayinin gelişmesine katkı yapmak için “Organik Ürün Üreticileri ve Sanayicileri Derneği” 2004 yılında kurulmuştur. Bu gelişmelerle birlikte 2003 yılında bazı üniversitelerin Meslek Yüksekokulu bünyesinde “Organik Tarım Bölümü” kurularak organik tarım eğitiminin gelişmesine önem verilmiştir. Organik ürünlerin tanıtılması ve satışı konusundaki önemli bir gelişme de Türkiye’de ilk defa % 100 ekolojik halk pazarlarının İstanbul ve Antalya gibi büyük şehirlerde doğrudan halka sunulmuştur. Bu Pazar yerlerinin artmasıyla birlikte organik ürün üretim hacmi sayesinde süpermarketlerden sadece doğal ürünlerin satıldığı dükkânlara kadar birçok satış yerlerinde çeşitli ve çok miktarda organik ürün yer alabilecektir (Ataseven ve Güneş, 2008).

4. ORGANİK TARIM ve TEMEL ÖZELLİKLERİ

Organik tarım, üretiminde insan ve çevreye zararlı kimyasal ürünlerin ve zirai ilaçları kullanılmaksızın yönetmeliklerin izin verdiği tüm girdilerin doğal kaynaklardan olması zorunlu olan üretiminden tüketimine kadar ki süreçte her aşaması kontrol altına alınmış ve sertifikalandırılan tarımsal faaliyet şeklidir. Bundan dolayı organik ürünlerin üretiminde hormon, yapay gübre, böcek ilaçları ve diğer katkı maddelerinin kullanılması yasaklanmıştır. Bunların yerini benzer görevi yapan doğal ve yeşil gübreleme ile zararlı organizmalarla biyolojik mücadele esasına dayalı Ekolojik Tarım Sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde geleneksel tarımla yapılan hatalı faaliyetler neticesi kaybolan doğanın dengesini tekrar kurmak, ekim nöbeti, toprağın muhafazası ve üretkenliğinde süreklilik, sağlamak ve biyolojik savaş ile zararlı ve hastalık etmenleri baskılamaktır. Bununla birlikte organik ürünün üretimindeki her aşaması kontrol edilen ve nihayetinde ürünün sertifika ile belgelendirildiği bir üretimdir.

Organik Gıda Ürünlerinin tercih edilmesini başlıca nedenlerini;

1. Gelecekte sağlıklı nesiller yetiştirmek,
2. Toprak kirliliğini ve erozyonunu önlemek,
3. Suyun kalitesini korumak,
4. Enerji tasarrufunu sağlamak,
5. Ürünleri kimyasal ilaç kalıntılarından arındırmak,
6. Tarım çalışanlarını sağlığını korumak,
7. Çiftçilerin gelir düzeylerini arttırmak,
8. Biyolojik çeşitliliği korumak,
9. Ürünlerin daha zengin bir lezzet ve aromaya sahip olmasını sağlamak,

5. KONVANSİYONEL TARIM VE TEMEL ÖZELLİKLERİ

Konvansiyonel tarım, çeşitli kimyasallar, antibiyotikler, hormonlar, ağır makineler ve çok miktarda fosil yakıt kullanılarak yapılan bir tarım yöntemidir. Geleneksel tarımsal üretimde verim ve kaliteyi çoğaltmak amacıyla kullanılan yapay gübreler ve bitki gelişim düzenleyicileri, pestisitler, herbisitler gibi kimyasallar toprağın yapısını bozması, suyu kirlletmesi ve canlı biyoçeşitliliğini öldürmesiyle birlikte gıda güvenirliliğini, insan ve çevre sağlığını yok etmektedir.

Konvansiyonel (Kimyasal tarım) tarımda ürünün kalitesi ikinci planda kalmakta, böylece ekonomik üretim amacıyla tarımsal makineleşmenin artırılmasıyla birlikte özellikle kontrolsüz ve bilinçsiz uygulamalar sonucu toprağın canlı tabakası zamanla yok edilmiştir.

Konvansiyonel Tarımda Girdilerin Yoğun Olarak Kullanımının Beraberinde Getirdiği Başlıca Sorunlar Şunlardır;

- Biyolojik çeşitlilik zaman içinde azalması,
- Toprakların çoraklaşması ve erozyonun artması,
- Yer üstü ve altı su kaynakları kirletilmesi,
- Ekolojik ve iklim değişimlerinin meydana gelmesi,
- Ekolojik kirlilikle ilgili sağlık sorunları arasındaki bağlantının bilimsellikle belirlenmesi,
- Çeşitli yoğunluklu girdi kullanılmasına rağmen verim artışın giderek azalması,

6. ORGANİK (EKOLOJİK) TARIM İLE KONVANSİYONEL TARIM ARASINDAKİ FARKLAR

Ekolojik ve konvansiyonel tarım üretimi arasındaki farklılık yalnızca kimyasal girdi kullanımından oluşmamakta, aynı zamanda tarım üretimden alınan verimi, ürünün görünüşü, tadı, besin miktarı ve insan ve çevre sağlığı üstünde meydana getirdiği etkileri de farklılaştırmaktadır. Geleneksel tarımsal üretimdeki gibi organik tarım üretiminde yoğun kimyasal girdilerin kullanılmaması, bu üretimde birim alandan elde edilen verimliliğinde düşürmektedir. Fakat organik tarımın temel amaçları verimde artış değil, sağlıklı ve kaliteli güvenilir gıda üretmektir. Buna karşın konvansiyonel tarımın amacı ise birim alandan daha çok verimle birlikte üretimde kullanılan çeşitli girdilerle ilgili görünüş açısından daha hoş ürünler elde edilmesidir. Dahası organik tarımda ürünler, üreticiden tüketiciye her bir aşamada sistemli bir yöntem ve standardizasyonla üretilmekteyken, konvansiyonel tarımda ürünlerde belirli bir kanuni zorunluluk ve kontroller bulunmamaktadır. Ayrıca organik tarımda genetiği değiştirilmiş olan organizmalara kullanılmaz. Bunun gibi sınırlandırmalar konvansiyonel tarımda mümkün değildir. Organik tarım için ulusal ve uluslararası istenen belli norm ve standardizasyonlar bulunur, lakin geleneksel tarımda bu normlar ve standardizasyonlar bulunmamaktadır. Çiftçilerin, organik tarımsal ürünlerini pazarlama öncesinden, organik tarım üretim standartlarına göre tarımsal uygulamalarını yaptıklarını belgelendiren sertifikaya sahip olmaları zorunludur. Bu yüzden, geleneksel bir çiftliği organik tarım bir çiftliğe dönüşmesi birkaç yıl alır ve bu süreçte çiftçilik sistemi sürekli bir şekilde denetlenir. Bu tür sertifikalandırma sistemi veya denetim, geleneksel tarımda geçerli değildir. Fakat sertifikaya sahip organik ürünler piyasadaki diğer geleneksel üretilen ürünlere nazaran fiyatı daha yüksektir. Organik tarım yöntemi insan ve çevre sağlığını önemser. Söz konusu yöntemde çevre kilitlenmesi durumu sıfırlamak amacıyla toprak ve suyu koruma yöntemleri, biyolojik çeşitliliği koruma yaklaşımları vb. geniş bir şekilde

gerçekleşmektedir. Bu tür yaklaşımlar geleneksel tarımda mevcut değildir ve çevre kirliliğine katkısı nispeten çok daha yüksektir.

Organik tarım uygulamalarında, ekim nöbeti, biyolojik ve biyoteknik mücadele gibi dinamik tarım yöntemleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu ve benzeri yöntemler konvansiyonel tarımda pek az kullanılır. Organik tarım çok fazla çaba gerektirir ve geleneksel tarıma göre verimi azdır.

7. SONUÇ

Konvansiyonel (Geleneksel) tarım sistemi, hormon, antibiyotikler ve katkı maddeleri gibi sentetik kimyasal maddeler, kimyasal tarım ilaçları, yanlış sulama uygulamaları, çayır ve meraların iyi yönetilmeyişi ve hayvan yetiştiriciliğindeki hatalı uygulamalar tüm canlılar ve yaşadığımız yeryüzü ekosistemi üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur.

Tarımsal üretim alanlarında geleneksel tarımda kullanılan zirai ilaçların insan ve çevre sağlığı üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilerinden dolayı organik tarım ve ürünlerine olan ilgiyi giderek artırmıştır. Sadece o üretim döneminde yüksek verim ve kazancı hedefleyen Konvansiyonel tarım uygulamaları insan, hayvan ve bitki sağlığını olumsuz etkilemiş, canlı yaşamını tehdit edecek düzeyde tüm ekolojik dengenin bozulmasına neden olmuştur. Geleneksel tarımsal yöntemler ve hatalı yöntemler neticesinde bozulan doğal dengenin tekrardan tesis edilmesine yönelik insan ve çevreye zararı olmayan üretim yöntemlerini içeren, temelde her türlü kimyasal zirai ilaçları, bitki gelişim düzenlerini ve mineral gübrelerin kullanımını yasaklamaktadır. Bununla birlikte bu sistemde doğal ve yeşil gübreleme kullanımı, ekim nöbeti, toprağın yapısal içeriklerinin korunması, bitki gelişimini ve direncini artıran kültürel tedbirlere önem vermektedir. Ayrıca ürünlerde verim ve kaliteyi azaltan zararlı ve hastalık etmenleriyle mücadelede ekolojik çerçevede faydalı doğal düşmanlarda yararlanılması yanı sıra biyoteknik ve biyolojik mücadele yöntemlerinden yararlanarak organik ürün miktarını ve kaliteyi yükseltmeyi hedefleyen alternatif bir üretim biçimidir.

KAYNAKÇA

- Aksoy, U ve Altındışli, A., 1999. Dünya’da ve Türkiye’de ekolojik tarım ürünleri üretimi, ihracatı ve geliştirme olanakları. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 1999-70. İstanbul, 125 s.
- Aksoy U. 2001. Ekolojik Tarım: Genel Bir Bakış. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım 2001, Antalya, s.3-11.
- Aksoy, E. 2002. Türkiye’de Organik Tarıma Bakış, Mevzuatı ve Politikaları. Türkiye Cumhuriyeti TKB-APK Başkanlığı, Ankara.
- Anonim 2019a. Organik (Ekolojik, Biyolojik) Tarım Uygulamaları. <http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/> (Erişim tarihi: 22.5.2022)
- Anonim, 2019b. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Verileri. <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/Veriler/BUGEM> (Erişim tarihi: 22.5.2022).
- Anonim, 2022. (<https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Genel-Bilgiler>). (Erişim Tarihi:15.04.2022)
- Ataseven, Y., Güneş, E., 2008 Türkiye’de işlenmiş organik tarım ürünleri üretimi ve ticaretindeki gelişmeler. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt.:22 Sayı:2, 25-33.
- Baydır, F. 2004. Bakanlığımızda dünden bugüne organik tarım. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Köyışleri Bakanlığı Türktarım Dergisi. Sayı:156.
- Demiryürek, K., 2000. The Analysis of Information Systems for Organic and Conventional Hazelnut Producers in Three Villages of the Black Sea Region, Turkey. PhD Thesis. Reading: The University of Reading, UK.
- Demiryürek, K., 2004. Dünya ve Türkiye’de Organik Tarım. Harran Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (3- 4):63-71.
- Demiryürek, K., C. Stopes and A. Güzel, 2008. Organic Agriculture: The Case of Turkey. Outlook on Agriculture, 37 (4), 7-13.
- Gündüz Y, Kaya M. 2007. AB Tarım Politikası ve Türkiye’de Organik Tarımın Geliştirilmesi Üzerine Olası Etkisi. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi. 6 (21), 305-330.
- Kenanoğlu, Z. and O. Karahan, 2002. Policy Implementations for Organic Agriculture in Turkey, British Food Journal, Vol. 104, 3/4/5, pp.300-318 (19).
- Merdan K., 2014. Türkiye’de Organik Tarımın Ekonomik Analizi: Doğu Karadeniz Uygulaması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Erzurum, 202s
- Rehber, E. and S. Turhan, 2002. Prospects and Challenges for Developing Countries in Trade and Production of Organic Food and Fibers The Case of Turkey, British Food Journal, Vol. 104(3-5), 371-390.
- Sahota, A., 2009. The Global Market for Organic Food & Drink. In: Willer, H. and Klicher, L. (eds.), 2009. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2009. FIBL-IFOAM Report. IFOAM, Bonn; FiBL, Frick; ITC, Geneva. pp.59-64.
- Tate, W.B., 1994. The Development of the Organic Industry and Market: An International Perspective. Lampkin N.H. and S. Padel (eds).The Economics of Organic Farming: An International Perspective. Wallingford: CAB.
- Willer, H. and L. Klicher, (eds.), 2009. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2009. FIBL-IFOAM Report. IFOAM, Bonn; FiBL, Frick; ITC, Geneva
- Willer, H. and L. Klicher, (eds.), 2011. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011. FiBL-IFOAM Report. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick

BUĞDAYDA GÖRÜLEN YENİ BİR HASTALIK: *Magnaporthe oryzae* patotip *Triticum*'un SEBEB OLDUĞU BUĞDAY YANIKLIĞI

Ahmet ÇAT

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kezer Campus

ORCID ID: 0000-0002-5638-0319

ÖZET

Magnaporthe oryzae patotip *Triticum*'un (MoT) (syn: *Pyricularia oryzae* patotip *Triticum*) neden olduğu buğday yanıklığı hastalığı son yıllarda buğday üretimi tehdit eden yıkıcı bir fungal hastalıktır. Hastalık ilk olarak 1985 yılında Brezilya'da, ardından 2016 yılında Bangladeş ve 2018 yılında Zambia'da rapor edilmiştir. Uygun sıcaklık 25-30°C ve yüksek nem koşullarında %100'e varan verim kayıplarına neden olabilen bir başak hastalığıdır. Başak enfeksiyonu sonucunda tanelerde beyazlama ile birlikte içi boş ya da büzüşmüş tane oluşumuna neden olur. Hastalık, bulaşık taneler ve hava aracılığı ile uzun mesafelere yayılmaktadır. Hastalık ile mücadelede inokulum miktarını azaltmak için öncelikle tohum ilaçlaması yapılması gerekmektedir. Tarla koşullarında ise farklı etken maddeye sahip fungusitler kullanılarak yeşil aksam ilaçlaması yapılması önerilmektedir. Yine, ekim zamanının ayarlanması, yabancı ot kontrolü, ürün rotasyonu, fazla azotlu gübre kullanılmaması gibi çeşitli kültürel uygulamalar hastalık etmeninin kontrol edilmesinde önerilmektedir. Ancak, bu belirtilen uygulamalar genetik dayanıklılık ile kombine edildiği zaman daha iyi sonuç alınmaktadır. Konukçu dayanıklılığı ile ilişkili olarak, *Aegilops ventricosa*'ın 2NS/2AS translokasyon kısmında patojene karşı dayanıklılık sağlayan genler tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu bölgede Yr17, Lr37, Sr38 gibi pas dayanıklılık genleride bulunmaktadır. Bu çalışmada küresel gıda güvenliğini tehdit eden yeni bir hastalık olan buğday yanıklığının farklı kıtalara yayılmasıyla ilgili güncel durumu ve bu hastalık ile ilgili uygulanan mücadelede yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Yeni Hastalık, Yanıklık, Mücadele Yöntemleri, Dayanıklılık

A NEW DISEASE OBSERVED IN WHEAT: WHEAT BLAST CAUSED BY *Magnaporthe oryzae* PATHOTYPE *Triticum*

ABSTRACT

Wheat blast disease caused by *Magnaporthe oryzae* pathotype *Triticum* (MoT) (syn: *Pyricularia oryzae* pathotype *Triticum*) is a devastating fungal disease that threatens wheat production in recent years. The disease was first reported in Brazil in 1985, followed by Bangladesh in 2016 and Zambia in 2018. A spike disease can cause yield losses reaching up to 100% under favorable temperatures of 25-30°C and high humidity. The head infection

results in bleaching of the spike with no grain or shriveled grain. The pathogen spreads long distances through infected grain and air transmission. Grain treatment with fungicides is needed to reduce inoculum in the management of the disease. Foliar fungicide applications are suggested to be used in the field. In addition, various cultural practices such as adjusting planting dates, weed management, crop rotation and no usage of excessive nitrogen are reported to be effective in disease control. On the other hand, these applications combined with genetic resistance provide to obtain better results. Resistance genes against to pathogen were reported to 2NS/2AS translocation in *Aegilops ventricosa*. Likewise, it confers *Yr17*, *Lr37*, *Sr38* rust resistance genes. Information about the updated status of wheat blast disease which is a new disease that threatens global food security and spreads to different continents, and management strategies have been given in this study.

Keywords: Wheat, New Disease, Blast, Management Methods, Resistance

1. GİRİŞ

Buğday, 219 milyon hektar üretim alanı ve 760 milyon ton üretim miktarı ile dünyada en önemli bir tahıl ürünüdür (FAO, 2020) ve insan beslenmesinin temel besin ve kalori kaynağını oluşturmaktadır. Son yıllarda görülen iklim değişiklikleri sonucunda biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin etkisiyle ortaya çıkan ürün kayıplarında artış meydana gelmiştir. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından yapılan tahmine göre, 2050 yılına kadar mevcut buğday üretim miktarının iki katına çıkarılması gerekmektedir. Biyotik stres faktörleri arasında, fungal hastalık etmenleri ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda küresel buğday üretimini tehdit eden fungal hastalık etmenleri arasında ascomycetes fungus *Magnaporthe oryzae* patotip *Triticum*'un (MoT) (syn: *Pyricularia oryzae* patotip *Triticum*) neden olduğu buğday yanıklığı hastalığı etkili olmaktadır (Islam vd., 2016; Islam vd., 2019). Bu hastalık ilk olarak 1985 yılında Brezilya'da tespit edilmiş ve ardından Bolivya, Paraguay ve Arjantin gibi komşu ülkelerde rapor edilmiştir (Tablo 1). İklim koşulları uygun olduğu zaman hastalık etmeni %100'e varan verim kayıplarına sebep olmaktadır. Özellikle, hastalık etmeninin yoğun görüldüğü Brezilya'da buğday veriminin %95 azaldığı belirtilmiştir. 2016 yılında buğday yanıklığı hastalığı Bangladeş'te 15.000 hektar buğday üretim alanında etkili olmuş ve büyük verim kayıplarına yaşanmıştır (Callaway, 2016; Islam vd., 2016; Malaker vd., 2016). 2018 yılında, hastalık etmeni Zambiya'da tespit edilmiştir (Tembo vd., 2020). Bu rapor hastalığın Amerika kıtasından Afrika kıtasına yayıldığını göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Buğday yanıklığı hastalığının dünya genelinde dağılımı

Ülke	Dağılımı	Konukçu	Yıl	Kaynakça
Brezilya,	Yaygın	Yerel konukçudan	1985	Igarashi vd., 1986
Bolivya	Yaygın	İntrodüksiyon	1996	Barea ve Toledo, 1996
Paraguay	Yaygın	İntrodüksiyon	2002	Viedma ve Morel, 2002
Arjantin	Yaygın	İntrodüksiyon	2007	Cabrera ve Gutierrez, 2007
USA	Sınırlı	Farklı konukçu (Lolium)	2011	Farman vd., 2017
Bangladeş	Yaygın	İntrodüksiyon	2016	Islam vd., 2016
Zambiya	Sınırlı	<i>Triticum aestivum</i>	2018	Tembo vd., 2020

Hastalık Bangladeş'te 7 milyon hektar alanda ciddi verim kayıplarına neden olmuş bundan dolayı Hindistan ve Pakistan gibi komşu ülkeleri de tehdit etmektedir (Mottaleb vd., 2019). Buğday üretiminin yoğun şekilde yapıldığı Hindistan ve Güney Asya ülkelerinde kullanılan çeşitlerin hastalığa karşı hassas veya dayanıklılık reaksiyonu göstermemesi ve aynı zamanda dayanıklılık genlerinin ne derece etkili olduğunun henüz bilinmediği için bu hastalığın önemini daha da arttırmaktadır (Singh vd., 2021). Yukarıda bahsedilen veriler doğrultusunda hastalığın yayılma potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu sebeple gerçekleştirilen bu çalışmada, *Magnaporthe oryzae* patotip *Triticum*'un neden olduğu buğday yanıklığı hastalığının mevcut güncel durumu ve hastalığın önlenmesi ile ilgili önemli bilgilerden bahsedilmiştir.

2. HASTALIK İLE İLGİLİ BİLGİLER

2.1. Konukçu Aralığı, Hastalık Belirtisi ve Hayat Döngüsü

Hastalık etmeninin çok sayıda fizyolojik ırkı bulunmaktadır ve bu ırklar genellikle konukçuya özelleşmiştir (Kato vd., 2000; Gladieux vd., 2018). Örneğin; pirinçte etkili olan (*MoO*) iken buğday da (*MoT*) etkili olmaktadır (Gladieux vd., 2018; Valent vd., 2019). İlave olarak *MoT* ırkı tritikale, arpa, yulaf ve bazı yabancı ot türlerinde de enfeksiyon yapabilmektedir (Urashima vd., 1993; Urashima vd., 2004). Hastalık buğday bitkisinin tüm toprak üstü aksamında görülmektedir ancak belirgin olarak başaklarda renk ağarması şeklinde başlar ve daha sonra tüm başağa yayılır (Urashima vd., 2009). Kavuzlarda ortası açık kahverengi kenarları kırmızımsı kahverengiden koyu gri değişen lezyonlar ortaya çıkar. Şiddetli enfeksiyonlarda başaklar ölebilir ve bu da büyük verim kayıplarına neden olur (Bowden vd., 2010). Erken dönem enfeksiyonlarında ise boş başak oluşumu meydana gelmektedir (Urashima vd., 2009). Patojen kışı bulaşık bitki artıklarında ve tohumda geçirir

(Urashima vd., 1999). Armut şeklinde iki septalı konidiler patojenin karakteristik özelliğidir. Konidileri üç hücreli ve her bir hücre bir çekirdek içerir (Saharan vd., 2016). Hastalık genellikle bulaşık tohumlar ile yayılır ve üretim dönemi içinde ise ikincil enfeksiyonlara konidiler sebep olur.

2.2. *Magnaporthe oryzae* patotip *Triticum* (MoT) ile Mücadele

Buğday yanıklığı hastalığı ile mücadelede ilk olarak hastalığın yayılma olasılığı yüksek olan bölgelerde tohum girişini engelleyecek sıkı karantina önlemleri alınması gerekmektedir. Ürün rotasyonu uygulayarak hastalığın inokulum miktarı azaltılmalı, konukçuluk edebilecek bitkiler yok edilmeli ve azole grubu fungusit uygulamaları hastalığa karşı etkilidir. Ayrıca, buğday yanıklığı hastalığı görülen yerlerden tohumluk materyal alınmamalıdır. Hastalık ile mücadele etmenin en pratik ve sürdürülebilir yolu dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır. Ancak genetik dayanıklılık ile ilgili çalışmalar sınırlı düzeydedir ve bunlar daha çok fide dönemi dayanıklılığı ile ilgilidir. Şu ana kadar MoT karşı tespit edilen dayanıklılık genleri Tablo 2’de verilmiştir. Bu genlerden *Rmg2*, *Rmg3* fide dönemi dayanıklılığı (Zhan vd., 2008), *Rmg7* ise hem fide hem de ergin dönem dayanıklılığı sağlamaktadır (Tagle vd., 2015). Diğer *Rmg1*, *Rmg4*, *Rmg5* ve *Rmg6* genleri MoT olmayan diğer fizyolojik ırklara karşı etkili olduğu rapor edilmiştir (Nga vd., 2009; Vy vd. 2013). Özellikle hastalığın etkili olduğu Brezilya ve Bangladeş gibi ülkelerde *Rmg8* dayanıklılık geni ile birlikte *RmgGR119* geninin hastalığa karşı etkili olduğu rapor edilmiştir (Islam vd., 2020).

Tablo 2. Buğday yanıklık hastalığına karşı tespit edilen dayanıklılık genleri

Dayanıklılık geni	Dayanıklılık kaynağı	Kaynakça
<i>RmgTd(t)</i>	<i>Triticum dicoccum</i> KU109	Takabayashi vd., 2002
<i>Rmg1(Rwt4)</i>	Norin 4	Takabayashi vd., 2002
<i>Rmg2</i>	Thatcher	Zhan vd., 2008
<i>Rmg3</i>	Thatcher	Zhan vd., 2008
<i>Rmg4</i>	Norin 4	Nga vd., 2009
<i>Rmg1(Rwt4)</i>	Norin 4	Takabayashi vd., 2002
<i>Rmg3</i>	Thatcher	Zhan vd., 2008
<i>Rmg4</i>	Norin 4 i	Nga vd., 2009
<i>Rmg5</i>	Red Egyptian	Nga vd., 2009
<i>Rmg6(Rwt3)</i>	Norin 4	Vy vd., 2014
<i>Rmg7</i>	<i>Triticum dicoccum</i>	Tagle vd., 2015
<i>Rmg8</i>	S-615	Anh vd., 2015
<i>RmgGR119</i>	Buğday aksasyonu GR119	Wang vd., 2018
2NS translokasyon	<i>Aegilops ventricosa</i>	Cruz vd., 2016

3. SONUÇ

Fungal patojen *M. oryzae* patotip *Triticum*' un neden olduğu buğday yanıklığı hastalığı, buğday üretimini tehdit etmektedir. Bu çalışmada, buğday yanıklığı hastalığı ile ilgili güncel verilerden bahsedilmiştir. Bu veriler ışığında, dünyanın buğday üreticisi olan başlıca ülkelerde henüz bu hastalık etmeninin varlığı rapor edilmemiştir. Bu yüzden, bu hastalığı önlemek için küresel düzeyde önlemler alınması gerekmektedir. Bu önlemler; i) hastalık gelişimi ve yaygınlığının takip edilerek karantina önlemlerinin artırılması, ii) hastalık tohumla taşındığı için tohumdan hastalığı hızlı tanılama metotlarının geliştirilmesi, iii) yeni kimyasal ve biyokontrol yöntemlerinin geliştirilmesi iv) küresel düzeyde buğday genetik kaynaklarının taranması ve yeni dayanıklılık kaynaklarının ortaya çıkarılması, v) markır destekli seleksiyon ile yeni belirlenen dayanıklılık genlerinin yaygın ekilen çeşitlere aktarılması ve genom düzenleme tekniklerinin (TALENs, ZFNs ve CRISPR-Cas9) kullanılmasıdır.

KAYNAKÇA

- Anh, V. L., Anh, N. T., Tagle, A. G., Vy, T. T. P., Inoue, Y., Takumi, S., ... & Tosa, Y. (2015). Rmg8, a new gene for resistance to *Triticum* isolates of *Pyricularia oryzae* in hexaploid wheat. *Phytopathology*, 105(12), 1568-1572.
- Barea, G., & Toledo, J. (1996). Identificación y zonificación de *Pyricularia* o brusone (*Pyricularia oryzae*) en el cultivo de trigo en el departamento de Santa Cruz. Centro de Investigación Agrícola Tropical. Informe Tecnico. Proyecto de Investigación Trigo. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 76-86.
- Bowden, R. L., Hunger, R. M., Morrill, W. L., Murray, T. D., & Smiley, R. W. (2010). Compendium of wheat diseases and pests (vol. 3). W. W. Bockus (Ed.). Saint Paul MN: APS Press.
- Cabrera, M., & Gutiérrez, S. (2007). Primer registro de *Pyricularia grisea* en cultivos de trigo del NE de Argentina. Depto. Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Available online at: agr.unne.edu.ar/Extension/Res2007/SanVegetal/SanVegetal_06.pdf.
- Callaway, E. (2016). Devastating wheat fungus appears in Asia for first time. *Nature*, 532(7600), 421-422.
- Cruz, C. D., Peterson, G. L., Bockus, W. W., Kankanala, P., Dubcovsky, J., Jordan, K. W., ... & Valent, B. (2016). The 2NS translocation from *Aegilops ventricosa* confers resistance to the *Triticum* pathotype of *Magnaporthe oryzae*. *Crop Science*, 56(3), 990-1000.
- FAO, (2020). Crops and livestock products. Food and Agriculture data. (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>), (Accessed date: 11.11.2022)
- Farman, M., Peterson, G., Chen, L., Starnes, J., Valent, B., Bachi, P., ... & Bavaresco, J. (2017). The *Lolium* pathotype of *Magnaporthe oryzae* recovered from a single blasted wheat plant in the United States. *Plant Disease*, 101(5), 684-692.
- Gladieux, P., Condon, B., Ravel, S., Soanes, D., Maciel, J. L. N., Nhani Jr, A., ... & Fournier, E. (2018). Gene flow between divergent cereal-and grass-specific lineages of the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. *MBio*, 9(1), e01219-17.
- Igarashi, S. (1986). *Pyricularia* em trigo. 1. Ocorrência de *Pyricularia* sp no estado do Paraná. *Fitopatol. Bras*, 11, 351-352.

- Islam, M. T., Croll, D., Gladieux, P., Soanes, D. M., Persoons, A., Bhattacharjee, P., ... & Kamoun, S. (2016). Emergence of wheat blast in Bangladesh was caused by a South American lineage of *Magnaporthe oryzae*. *BMC Biology*, 14(1), 1-11.
- Islam, M. T., Gupta, D. R., Hossain, A., Roy, K. K., He, X., Kabir, M. R., ... & Wang, G. L. (2020). Wheat blast: a new threat to food security. *Phytopathology Research*, 2(1), 1-13.
- Islam, M. T., Kim, K. H., & Choi, J. (2019). Wheat blast in Bangladesh: the current situation and future impacts. *The Plant Pathology Journal*, 35(1), 1.
- Kato, H., Yamamoto, M., Yamaguchi-Ozaki, T., Kadouchi, H., Iwamoto, Y., Nakayashiki, H., ... & Mori, N. (2000). Pathogenicity, mating ability and DNA restriction fragment length polymorphisms of *Pyricularia* populations isolated from Gramineae, Bambusideae and Zingiberaceae plants. *Journal of General Plant Pathology*, 66(1), 30-47.
- Malaker, P. K., Barma, N. C., Tiwary, T. P., Collis, W. J., Duveiller, E. P., Singh, K., ... & Valent, B. (2016). First report of wheat blast caused by *Magnaporthe oryzae* pathotype *triticum* in Bangladesh. *Plant Disease* <http://doi.org/10.1094/PDIS-05-16-0666-PDN>
- Mottaleb, K. A., Singh, P. K., He, X., Hossain, A., Kruseman, G., & Erenstein, O. (2019). Alternative use of wheat land to implement a potential wheat holiday as wheat blast control: In search of feasible crops in Bangladesh. *Land Use Policy*, 82, 1-12.
- Nga, N. T. T., Hau, V. T. B., & Tosa, Y. (2009). Identification of genes for resistance to a *Digitaria* isolate of *Magnaporthe grisea* in common wheat cultivars. *Genome*, 52(9), 801-809.
- Saharan, M. S., Bhardwaj, S. C., Chatrath, R., Sharma, P., Choudhary, A. K., & Gupta, R. K. (2016). Wheat blast disease-An overview. *Journal of Wheat Research*, 8(1), 1-5.
- Singh, P. K., Gahtyari, N. C., Roy, C., Roy, K. K., He, X., Tembo, B., ... & Chawade, A. (2021). Wheat blast: a disease spreading by intercontinental jumps and its management strategies. *Frontiers in Plant Science*, 1467.
- Tagle, A. G., Chuma, I., & Tosa, Y. (2015). Rmg7, a new gene for resistance to *Triticum* isolates of *Pyricularia oryzae* identified in tetraploid wheat. *Phytopathology*, 105(4), 495-499.
- Takabayashi, N., Tosa, Y., Oh, H. S., & Mayama, S. (2002). A gene-for-gene relationship underlying the species-specific parasitism of *Avena/Triticum* isolates of *Magnaporthe grisea* on wheat cultivars. *Phytopathology*, 92(11), 1182-1188.
- Tembo, B., Mulenga, R. M., Sichilima, S., M'siska, K. K., Mwale, M., Chikoti, P. C., ... & Braun, H. J. (2020). Detection and characterization of fungus (*Magnaporthe oryzae* pathotype *Triticum*) causing wheat blast disease on rain-fed grown wheat (*Triticum aestivum* L.) in Zambia. *PloS One*, 15(9), e0238724.
- Urashima, A. S., Grosso, C. R. F., Stabili, A., Freitas, E. G., Silva, C. P., Netto, D. C. S., ... & Bottan, J. H. (2009). Effect of *Magnaporthe grisea* on seed germination, yield and quality of wheat. In *Advances in genetics, genomics and control of rice blast disease* (pp. 267-277). Springer, Dordrecht.
- Urashima, A. S., Hashimoto, Y., Don, L. D., Kusaba, M., Tosa, Y., Nakayashiki, H., & Mayama, S. (1999). Molecular analysis of the wheat blast population in Brazil with a homolog of retrotransposon MGR583. *Japanese Journal of Phytopathology*, 65(4), 429-436.
- Urashima, A. S., Igarashi, S., & Kato, H. (1993). Host range, mating type, and fertility of *Pyricularia grisea* from wheat in Brazil. *Plant Disease*, 77(12), 1211-1216.
- Valent, B., Farman, M., Tosa, Y., Begerow, D., Fournier, E., Gladieux, P., ... & Zhang, N. (2019). *Pyricularia graminis-tritici* is not the correct species name for the wheat blast fungus: response to Ceresini et al. (MPP 20: 2). *Molecular Plant Pathology*, 20(2), 173.
- Viedma, L. Q., & Morel, W. (2002). *Añublo o Piricularia del Trigo* (Wheat Blast). Dúptico. MAG/DIA/CRIA. Programa de Investigación de Trigo. Paraguay: CRIA.

Vy, T. T. P., Hyon, G. S., Nga, N. T. T., Inoue, Y., Chuma, I., & Tosa, Y. (2014). Genetic analysis of host–pathogen incompatibility between *Lolium* isolates of *Pyricularia oryzae* and wheat. *Journal of General Plant Pathology*, 80(1), 59-65.

Wang, S., Asuke, S., Vy, T. T. P., Inoue, Y., Chuma, I., Win, J., ... & Tosa, Y. (2018). A new resistance gene in combination with Rmg8 confers strong resistance against *Triticum* isolates of *Pyricularia oryzae* in a common wheat landrace. *Phytopathology*, 108(11), 1299-1306.

Zhan, S. W., Mayama, S., & Tosa, Y. (2008). Identification of two genes for resistance to *Triticum* isolates of *Magnaporthe oryzae* in wheat. *Genome*, 51(3), 216-221.

BUĞDAYDA KAHVERENGİ PAS (*Puccinia triticina*) HASTALIĞINA KARŞI MOLEKÜLER DAYANIKLILIK MEKANİZMALARI

Ahmet ÇAT

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kezer Campus

ORCID ID: 0000-0002-5638-0319

ÖZET

Dünya nüfusunun giderek artmasından dolayı, pek çok ülke açısından temel gıda ürünü olan buğdaya olan talepte artmaya devam etmektedir. Bir yandan buğday üretimini arttırmaya çalışırken diğer taraftan hastalık etmenlerinden dolayı üretimde istenilen seviyelere ulaşamamaktadır. Buğdayda görülen hastalıklar arasında, *Puccinia* cinsi içerisindeki fungal etmenlerin sebep olduğu pas hastalıkları, tüm dünyada buğdayda verim ve kaliteyi sınırlandıran ana biyotik faktördür. Kahverengi, sarı ve kara olmak üzere buğdayı enfekte eden üç pas hastalığı vardır. Bu pas hastalıkları içerisinde ise, *Puccinia triticina*'nın sebep olduğu kahverengi pas hastalığı buğdayda önemli verim ve kalite kayıplarına neden olmakta ve küresel gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Dayanıklılık geni içeren buğday çeşitlerinin kullanımı bu hastalığı kontrol etmenin en etkili ve sürdürülebilir yöntem olarak görülmektedir. Bu dayanıklılık hastalığın etkisinin azaltılmasında etkili olmasına rağmen, patojenlerin dayanıklılık genlerini kırma, ırk değişimi, yeni dayanıklılık genlerinin tespiti ve ortaya çıkan yeni virulent ırklara karşı etkili olan dayanıklılık genlerinin belirlenmesinin yavaş olmasından dolayı üretimde kayıplar halen devam etmektedir. Buğdayda bugüne kadar aktarılan yaprak pası dayanıklılık genleri, nükleotid bağlanma bölgesi, lōsin bakımından zengin tekrar reseptörleri ve taşıyıcıları dahil olmak üzere çeşitli protein kaynakları kullanılmıştır. Bu bağlamda, dayanıklılık genlerinin belirlenmesinde mevcut ve yeni geliştirilen teknikler ve bugüne kadar tanımlanan kahverengi pas dayanıklılık genlerinin sağladığı savunma mekanizmalarını ve bunların uyarıcı etkilerinden bahsedilmiştir. Bu bilgilerin gelecekte kahverengi pas dayanıklılığı ile ilgili çalışmalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Kahverengi Pas, Fide Dönemi, Ergin Dönem, Dayanıklılık Genleri, Dayanıklılık Mekanizmaları

MOLECULAR RESISTANCE MECHANISMS TO BROWN RUST (*Puccinia triticina*) DISEASE IN WHEAT

ABSTRACT

The demand for wheat, which is the main food product for many countries, continues to increase due to the increasing population of the world. While efforts to increase wheat

production, disease agents prevent the production to be reached at the expected level. Observed wheat diseases, rust diseases caused by fungal pathogens within *Puccinia* genus are the main biotic factors limiting the yield and quality of wheat production in the world. There are three rust diseases namely brown, yellow and black. Among them, brown rust disease caused by *Puccinia triticina* in wheat causes significant yield and quality losses and threatens global food security. The use of wheat varieties containing the resistance gene has been considered as the most effective and sustainable way to control this disease. While this resistance is effective in reducing the impact of the disease, losses still occur owing to breaking resistance genes from pathogens, race evolution, emerging new virulent races, and the identification of new resistance genes and effective resistance genes to new races slowly. To date, various protein sources such as nucleotide binding site, leucine-rich repeat receptors and their transporters have been used to transfer leaf rust resistance genes in wheat. In this context, existing and novel techniques to be used for identifying resistance genes and the defense mechanisms provided by resistance genes identified and their stimulating effects were mentioned. It is thought that provided information will shed light on brown rust resistance studies in the future

Keywords: Wheat, Brown Rust, Seedling Stage, Adult Plant Stage, Resistance Genes, Resistance Mechanisms

1. GİRİŞ

Buğday, farklı iklim koşullarına adaptasyonu ile dünyada en çok yetiştirilen temel gıda ürünüdür ve insan beslenmesindeki ana karbonhidrat ve protein kaynağıdır. *Puccinia triticina*'nın (*Pt*) neden olduğu kahverengi/yaprak pas, dünya genelinde buğday üretimini etkileyen en yaygın hastalıklardan birisidir (Bolton vd., 2008). Patojen heteroiktir ve ara konukçuları *Talictrum speciosissimum*, *Isopyrum fumaroides* ve *Anchusa azurea* bitkileridir (Anikster vd., 1997; Bolton vd., 2008). Patojen gelişimi 10 ila 30°C sıcaklıklar arasında olmakla birlikte optimum sıcaklık ise 20°C'dir (Roelfs vd., 1992). Erken dönem enfeksiyonlarda, %50'den fazla verim kaybının olabileceği bildirilmiştir (Huerta-Espino vd., 2011). Yine, hastalık nedeniyle geniş coğrafik alanlarda önemli verim kayıpları meydana geldiği rapor edilmiştir (Roelfs vd., 1992; Saari ve Prescott, 1985; Marasas vd., 2004; Kolmer, 2005). Erken dönemde hastalık enfeksiyon meydana gelirse, başak ağırlığı ve başakta ki tane sayında azalma meydana gelmekte ve bu da % 50'yi aşan verim kayıplarına neden olmaktadır (Bolton vd., 2008; Huerta-Espino vd., 2011). Küresel düzeyde pas hastalık etmenlerine karşı mücadelede bir ya da daha fazla dayanıklılık geni (*Lr*) içeren dayanıklı çeşitler kullanılmaktadır. Dayanıklılık sağlayan genlerdeki çeşitliliğin kaynağı

yerel çeşitler ve yabani buğday türlerinden sağlanmaktadır. Geleneksel olarak, yeni çeşitler dayanıklılık geni içeren ve verim ve kalitesi açısından iyi olan çeşitlerin melezlenmesi ile elde edilmektedir. Ancak bu sürecin zaman alması ve her generasyonda hastalık taraması yapılması iş yükünü arttırmaktadır. Ayrıca, aktarılmak istenen dayanıklılık geni birden fazla ise bu süreç daha da uzun sürmektedir. Dayanıklılık sağlayan genlerin klonlanmasında klasik harita temelli klonlama (Jander vd., 2002), mutant kromozom sekansı (Sanchez-Martin vd., 2016), dayanıklılık geni temelli sekans (Jupe vd., 2013) ve dayanıklılık temelli sekans ile mutagenesis (Steuernagel vd., 2016) ve dayanıklılık temelli sekans ile genom ilişkilendirme haritaları (Arora vd., 2019) yöntemleri kullanılmaktadır. Bu belirtilen yöntemlerin birbirine göre avantaj ya da dezavantajları bulunmaktadır ve dayanıklılık genlerinin belirlenmesinde kullanılan belirteçlerin geliştirilmesi için gereklidir. Ayrıca, kullanılan çeşitte var olan dayanıklılık genlerinin tespiti bitki savunma mekanizması ile ilgili daha detaylı bilgilere ulaşılmasını sağlayacaktır. Sonuç olarak, çok genli dayanıklılık için yeni stratejilerin gelişmesine katkıda bulunacaktır. Dahası, bu genlerin baz dizilimlerinin belirlenmesi ile gen düzenleme teknikleri kullanılarak yeni dayanıklı çeşitlerin elde edilmesine imkan sağlayacaktır. Bu çalışmada, kahverengi pas hastalığına karşı dayanıklılık sağlayan genler ve bu genlerin kullanılma stratejileri ile moleküler mekanizmaları hakkında bilgi verilmiştir.

2. MOLEKÜLER GENETİK MEKANİZMALARI

2.1. Kahverengi Pas Hastalığına Karşı Dayanıklılık Sağlayan Genler

Pas hastalıkları sadece canlı doku üzerinde gelişme gösterdikleri için obligat parazittir. Patojene karşı dayanıklılık bitkinin büyüme dönemine göre fide dönemi (ASR, ırk spesifik) ve ergin dönem (APR, ırk spesifik olmayan) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Fide dönemi dayanıklılığı bitkinin tüm gelişme dönemlerinde etkili iken ergin dönem sadece ergin dönemde etkili olmaktadır. Buğdayda yapılan çalışmalar neticesinde 81 (*Lr1- Lr81*) dayanıklılık geni tespit edilmiş ve geçici olarak adlandırılmış çok sayıda genin QTL (kantitatif özellik lokusu) tanımlanmıştır (McIntosh vd., 2013, McIntosh vd., 2017; Kumar vd., 2021; Xu vd., 2022). Bu genlerin çoğu, bitkide fide dönemi dayanıklılığı sağlarken; *Lr12*, *Lr13*, *Lr22* (a ve b allelleri), *Lr34*, *Lr35*, *Lr37*, *Lr46*, *Lr48*, *Lr49*, *Lr67*, *Lr68* *Lr75* ve *Lr77* gibi, ırk spesifik olmayan ve fide dönemi sonrasında etkili olan genler ergin dönem bitki dayanıklılığı sağlar (Singh, 1992; Singh vd., 1998; Herrera-Foessel vd., 2011; Herrera-Foessel vd., 2012; McIntosh vd., 2017; Kolmer vd., 2018). Bu dayanıklılık genlerini içeren çeşitler patojene karşı fide döneminde hassas reaksiyon gösterirler (Gupta vd., 2018). Diğer taraftan bazı ırk spesifik genler örneğin *Lr12*, *Lr13* ve *Lr22* ergin dönemde de ifade

olmaktadır. Yukarıda belirtilen APR genlerinden bazıları *Lr34/Yr18/Sr57* (Singh, 1992), *Lr46/Yr29/Pm39* (Kolmer vd., 2008), *Lr67/Yr46* (Herrera-Fossel vd., 2014) diğer pas hastalıkları ve başka patojenlere karşıda dayanıklılık sağlamaktadır. Genellikle bitkide fide ve ergin dönem dayanıklılık gösteren genlerin birlikte kullanılması tercih edilmektedir. Ayrıca, bitkide fenotipik olarak incelendiğinde herhangi bir hastalık belirtisi yoksa dayanıklı (R), hastalığın sporların sayısı ve yoğunluğuna göre orta dayanıklı (MR) ve orta hassas (MS), hastalık gelişimi ve sporulasyon fazla ise hassas (S) olarak gruplandırılmaktadır.

2.2. Dayanıklılık Mekanizmaları

Patojen, yaprak yüzeyi ile temas etmesi sonucunda çim tüpü oluştur ve stomalar aracılığı ile bitki dokusuna penetrasyon işlemi gerçekleşir. Daha sonra mezofil hücrelerini işgal eder ve haustoryum ile bitki hücresinden beslenmeye başlar (Gan vd., 2010). Bitki bu gerçekleşen enfeksiyona karşı iki çeşit savunma mekanizması gerçekleşir. Bunlar temel savunma ve R geni savunma mekanizmalarıdır. Temel savunma mekanizması birçok hastalık etmenine karşı etkili olurken R gen aracılığı savunmada ise patojenin belli bir ırkına karşı bitkide reaksiyon oluşur (Gururani vd., 2012). Dayanıklılık gelişimi patojenin tanınması, sinyal moleküllerinin algılanması ve bitkinin tepkisi şeklinde üç kısımdan oluşmaktadır. Spesifik proteinler aracılığı ile patojen algılanır. Daha sonra, bitkide dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirilmesi için sinyal molekülleri salgılanır (Zipfel, 2014). Patojen hücre duvarına aştıktan sonra hücre yüzeyinde bulunan reseptör benzeri kinazlar (RLKs) veya reseptör benzeri proteinlerden (RLPs) oluşan model tanıma reseptörleri (PRR) tarafından kitin, B glukan ve ksilanaz gibi patojen kökenli moleküler yapıların (PAMP) tanınır (Nuernberger ve Lipka, 2005). Bu patojenin tanınması demektir ve bitki savunma sistemleri (PTI ve ETI) uyarır (Kohorn vd., 2012; Zipfel, 2014). Dolayısıyla, en iyi bilinen PAMP moleküllerinden birisi kitindir ve buda fungusların hücre duvarının yapısında bulunmaktadır (Kendrich, 2017) ve bitki savunma mekanizmalarını aktif hale gelmesini sağlar. Hücrede zarar sonucunda oluşan hasar ilişkili moleküler yapılar (DAMPs) hücre yüzeyindeki PRR moleküllerini uyarır ve bitkinin hastalığa karşı tepki vermesi sağlanır (Dangl vd., 2013). Patojen, bitkide PTI oluşumunu engellemek için efektör proteinler salgılar. Bu salgılanan proteinlerde nükleotit bağlanma ve lösin zengin tekrar (NB-NLR) domainleri tarafından tespit edilmektedir (del Pozo vd., 2004). Bu proteinler algılanmazsa hassas hale gelir (ETS). Öte yandan bu proteinler bir efektör aracılığı ile tanınırsa ETI oluşur (*Lr1*, *Lr10* ve *Lr21*) ve aşırı duyarlılık reaksiyonu (HR) gelişir (Dinh vd., 2020). PTI yeniden oluşmasında oksijen indirgenmesi sonucunda oluşan reaktif ara bir ürün olan ROS, mitojen ile etkinleştirilen protein kinaz (MAPK) ve kalsiyum bağımlı protein kinazlar (CDPK) etkilidir

(Dinh vd., 2020). Patojen enfeksiyonuna karşıda bitkide patojenin sporulasyonunu engellemek için çeşitli reaksiyonlar meydana gelir. Bu mekanizma kahverengi pas hastalığında patojene ait sporların penetrasyonu gerçekleşir ve hücre yüzeyindeki (PAMPs/DAMPs) bazı değişimler oluşur (Decreux ve Messiaen, 2005; Zipfel, 2014). Bu değişimler sonucunda salgılanan MAPKs, ROS veya SA gibi çeşitli moleküllerde savunma sistemini uyarır. NLR proteinleri *Lr* dayanıklılık genlerini doğrudan veya dolaylı olarak uyarır bu da PTI ve ETI savunma sistemlerini tetikler.

3. SONUÇLAR

Kahverengi pas, dünya genelinde buğdayın en yıkıcı hastalıklarından birisidir. Patojende görülen mutasyon, somatik rekombinasyon ve eşeyli üreme sonucunda oluşan genetik varyasyon sonucunda her yıl ırk değişimi meydana gelmekte ve yeni ırkları ortaya çıkmaktadır. Bu meydana gelen ırk değişimlerinden dolayı, mevcut çeşitlerin dayanıklılığı azalmakta ve buğday üretiminde ciddi verim kayıpları yaşanmaktadır. Bu yüzden hastalık ile mücadelede yoğun şekilde triazole grubu fungusitler kullanılmaktadır. Ancak insan ve çevre sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri ile kullanılan kimyasalların maliyetinden dolayı dayanıklı çeşit kullanımı son yıllarda popüler hale gelmiştir. Hastalık ile mücadelede üretimde kullanılan mevcut çeşitlerin hangi dayanıklılık genlerini içerdiği ve bu kullanılan çeşitlerin mevcut hastalık ırklarına karşı hem fide hem de ergin dönemde test edilmesi önem arz etmektedir. Patojene karşı dayanıklılık sağlayan genlerin tanımlanması konukçu bitkide ortaya çıkan temel ve genetik dayanıklılık mekanizmalarının ve bunların ifade olmasında etkili olan moleküller mekanizmaların daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Anikster, Y., Bushnell, W. R., Eilam, T., Manisterski, J., & Roelfs, A. P. (1997). *Puccinia recondita* causing leaf rust on cultivated wheats, wild wheats, and rye. *Canadian Journal of Botany*, 75(12), 2082-2096.
- Arora, S., Steuernagel, B., Gaurav, K., Chandramohan, S., Long, Y., Matny, O., ... & Wulff, B. B. (2019). Resistance gene cloning from a wild crop relative by sequence capture and association genetics. *Nature Biotechnology*, 37(2), 139-143.
- Bolton, M. D., Kolmer, J. A., & Garvin, D. F. (2008). Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*. *Molecular Plant Pathology*, 9(5), 563-575.
- Dangl, J. L., Horvath, D. M., & Staskawicz, B. J. (2013). Pivoting the plant immune system from dissection to deployment. *Science*, 341(6147), 746-751.
- Decreux, A., & Messiaen, J. (2005). Wall-associated kinase WAK1 interacts with cell wall pectins in a calcium-induced conformation. *Plant and Cell Physiology*, 46(2), 268-278.
- del Pozo, O., Pedley, K. F., & Martin, G. B. (2004). MAPKKK α is a positive regulator of cell death associated with both plant immunity and disease. *The EMBO journal*, 23(15), 3072-3082.

- Dinh, H. X., Singh, D., Periyannan, S., Park, R. F., & Pourkheirandish, M. (2020). Molecular genetics of leaf rust resistance in wheat and barley. *Theoretical and Applied Genetics*, 133(7), 2035-2050.
- Gan, P. H., Rafiqi, M., Hardham, A. R., & Dodds, P. N. (2010). Effectors of biotrophic fungal plant pathogens. *Functional Plant Biology*, 37(10), 913-918.
- Gupta, S., Vassos, E., Sznajder, B., Fox, R., Khoo, K. H., Loughman, R., ... & Mather, D. E. (2018). A locus on barley chromosome 5H affects adult plant resistance to powdery mildew. *Molecular Breeding*, 38(8), 1-10.
- Gururani, M. A., Venkatesh, J., Upadhyaya, C. P., Nookaraju, A., Pandey, S. K., & Park, S. W. (2012). Plant disease resistance genes: current status and future directions. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 78, 51-65.
- Herrera-Foessel, S. A., Huerta-Espino, J., Calvo-Salazar, V., Lan, C. X., & Singh, R. P. (2014). Lr72 confers resistance to leaf rust in durum wheat cultivar Atil C2000. *Plant Disease*, 98(5), 631-635.
- Herrera-Foessel, S. A., Lagudah, E. S., Huerta-Espino, J., Hayden, M. J., Bariana, H. S., Singh, D., & Singh, R. P. (2011). New slow-rusting leaf rust and stripe rust resistance genes Lr67 and Yr46 in wheat are pleiotropic or closely linked. *Theoretical and Applied Genetics*, 122(1), 239-249.
- Herrera-Foessel, S. A., Singh, R. P., Huerta-Espino, J., Rosewarne, G. M., Periyannan, S. K., Viccars, L., ... & Lagudah, E. S. (2012). Lr68: a new gene conferring slow rusting resistance to leaf rust in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 124(8), 1475-1486.
- Huerta-Espino, J., Singh, R. P., German, S., McCallum, B. D., Park, R. F., Chen, W. Q., ... & Goyeau, H. (2011). Global status of wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*. *Euphytica*, 179(1), 143-160.
- Jander, G., Norris, S. R., Rounsley, S. D., Bush, D. F., Levin, I. M., & Last, R. L. (2002). Arabidopsis map-based cloning in the post-genome era. *Plant Physiology*, 129(2), 440-450.
- Jupe, F., Witek, K., Verweij, W., Śliwka, J., Pritchard, L., Etherington, G. J., ... & Jones, J. D. (2013). Resistance gene enrichment sequencing (R en S eq) enables reannotation of the NB-LRR gene family from sequenced plant genomes and rapid mapping of resistance loci in segregating populations. *The Plant Journal*, 76(3), 530-544.
- Kendrick, B. (2017). *The fifth kingdom*. Hackett Publishing, Indianapolis
- Kohorn, B. D., Kohorn, S. L., Todorova, T., Baptiste, G., Stansky, K., & McCullough, M. (2012). A dominant allele of Arabidopsis pectin-binding wall-associated kinase induces a stress response suppressed by MPK6 but not MPK3 mutations. *Molecular Plant*, 5(4), 841-851.
- Kolmer, J. (2013). Leaf rust of wheat: pathogen biology, variation and host resistance. *Forests*, 4(1), 70-84.
- Kolmer, J. A. (2005). Tracking wheat rust on a continental scale. *Current Opinion in Plant Biology*, 8(4), 441-449.
- Kolmer, J. A., Singh, R. P., Garvin, D. F., Viccars, L., William, H. M., Huerta-Espino, J., ... & Lagudah, E. S. (2008). Analysis of the Lr34/Yr18 rust resistance region in wheat germplasm. *Crop Science*, 48(5), 1841-1852.
- Kolmer, J. A., Su, Z., Bernardo, A., Bai, G., & Chao, S. (2018). Mapping and characterization of the new adult plant leaf rust resistance gene Lr77 derived from Santa Fe winter wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 131(7), 1553-1560.
- Kumar, S., Bhardwaj, S. C., Gangwar, O. P., Sharma, A., Qureshi, N., Kumaran, V. V., ... & Bansal, U. K. (2021). Lr80: A new and widely effective source of leaf rust resistance of wheat for enhancing diversity of resistance among modern cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 134(3), 849-858.
- Marasas, C. N., Smale, M., & Singh, R. P. (2004). The economic impact in developing countries of leaf rust resistance breeding in CIMMYT-related spring bread wheat. *CIMMYT*.

- McIntosh RA, Dubcovsky J, Rogers WJ, Morris C, Xia XC (2017). Catalogue of Gene Symbols for Wheat: 2017 Supplement (<https://wheat.pw.usda.gov/GG3/wgc>).
- McIntosh, R. A., Yamazaki, Y., Dubcovsky, J., Rogers, J., Morris, C., & Appels, R. (2013). Catalogue of gene symbols for wheat. In Proceedings of the 12th international wheat genetics symposium (pp. 8-13). Yokohama Japan.
- Nürnbergger, T., & Lipka, V. (2005). Non-host resistance in plants: new insights into an old phenomenon. *Molecular plant pathology*, 6(3), 335-345.
- Roelfs, A. P. (1992). Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. CIMMYT.
- Saari, E. E., & Prescott, J. M. (1985). World distribution in relation to economic losses. In *Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control* (pp. 259-298). Academic Press.
- Sanchez-Martín, J., Steuernagel, B., Ghosh, S., Herren, G., Hurni, S., Adamski, N., ... & Wulff, B. B. (2016). Rapid gene isolation in barley and wheat by mutant chromosome sequencing. *Genome Biology*, 17(1), 1-7.
- Singh, R. P. (1992). Genetic association of leaf rust resistance gene Lr34 with adult plant resistance to stripe rust in bread wheat. *Phytopathology* (USA).
- Singh, R. P., Mujeeb-Kazi, A., & Huerta-Espino, J. (1998). Lr46: A gene conferring slow-rusting resistance to leaf rust in wheat. *Phytopathology*, 88(9), 890-894.
- Steuernagel, B., Periyannan, S. K., Hernández-Pinzón, I., Witek, K., Rouse, M. N., Yu, G., ... & Wulff, B. B. (2016). Rapid cloning of disease-resistance genes in plants using mutagenesis and sequence capture. *Nature Biotechnology*, 34(6), 652-655.
- Xu, X., Kolmer, J., Li, G., Tan, C., Carver, B. F., Bian, R., ... & Bai, G. (2022). Identification and characterization of the novel leaf rust resistance gene Lr81 in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(8), 2725-2734.
- Zipfel, C. (2014). Plant pattern-recognition receptors. *Trends in Immunology*, 35(7), 345-351.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BUĞDAY FENOLOJİSİ

Ali YİĞİT

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın,
Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-3303-5122

ÖZET

İklim değışikliğı tüm dünyada yeterli gıdaya erişimi ve küresel gıda güvenliğini büyük ölçüde olumsuz yönde etkilemesinden dolayı son yıllarda araştırmacılar ve hükümetler tarafından etkileri dikkatli bir şekilde izlenmektedir. İklim koşullarında meydana gelen değışimler günlük beslenme için en çok yetiştirilen ve tüketilen buğdayın verimliliğı konusunda önemli düzeyde tehdit oluşturmaktadır. Fenolojik araştırmalar güvenilir bio-indikatör gözlemler olup iklim değışimine karşı bitkilerde meydana gelen reaksiyonların anlaşılmasında ve iklimsel varyasyonlara bağılı olarak verim-iklim ilişkisinin anlaşılmasında önemli düzeyde bilgi sağlamaktadır. Çevresel etmenler buğday bitkisinin ekiminden hasadına kadar olan tüm fenolojik gelişim dönemlerini kontrol etmekle birlikte büyük ölçüde etkilemektedir. Sıcaklık özellikle generatif gelişme dönemlerinde buğday fenolojisinin düzenlenmesinde baskın bir rol oynamaktadır. Yüksek sıcaklık koşulları daha hızlı yaşlanma ve yeşil kalma süresinin azalması ile ilişkili olarak tane dolum periyodunun kısalmasına ve sonuç olarak verim kayıplarına neden olmaktadır. Daha yüksek sıcaklık koşulları başakta tane sayısı ve hasat indeksi parametrelerinin oluşumunda etkili olduğu bilinen kritik fenolojik dönemler olan çiçeklenme ve olgunlaşma periyotlarının kısalmasına bağılı olarak verim kayıplarına yol açmaktadır. İklim değışikliğı kaynaklı düzensiz yağış rejimi ve dağılımının ortaya çıkması bu gelişme dönemlerinde su kıtlığı ve kuraklığın etkili olmasına neden olmakta ve buğday verimi için sıcaklıktan sonra en büyük olumsuz çevre faktörü olarak bilinmektedir. Gelecek iklim senaryolarına göre buğday verim potansiyelinin korunması amacıyla kuraklık ve sıcaklık stresinden kaçınma amacıyla; erken çiçeklenme dönemine gelen çeşitlerin kullanımı, tane dolum dönemi stres koşullarından kaçınmak için optimum ekim zamanının ayarlanması, kuraklığa toleranslı buğday çeşit ıslahı ve olumsuz çevre koşullarında verim kayıplarını telafi edebilen çeşitlerin seçimi stratejilerinin gelecekte yararlı olabileceğı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, iklim, fenoloji, kuraklık, sıcaklık stresi, adaptasyon

CLIMATE CHANGE AND WHEAT PHENOLOGY

ABSTRACT

Climate change threatens crop production resulting in disrupting food availability and global food security so it is carefully monitored by researchers and governments nowadays.

Increased variation and changes in climate conditions are expected to pose a threat to wheat productivity which is the most grown food crop for daily nourishment. Phenological observations are reliable bio-indicator that ensure knowledge of crop reaction to climatical changes and make a great contribution to understanding the yield-climate relationship and under climatic variations. The phenological development of wheat from emergence to maturity is largely controlled by environmental variations. Temperature plays a dominating role in regulating wheat phenology in generative growth periods. High-temperature conditions cause shortage of grain filling period associated with faster senescence and decrease stay green duration resulted with yield losses. Warmer temperature conditions lead to significant yield losses due to the shortening of flowering time and maturity period known as the crucial phenological stages that create the number of grains per spike and harvest index. Based on unfavorable rainfall distributions water scarcity conditions related to climate change occur in these stages also considered biggest challenge for wheat yield after temperature. As drought and heat stress avoidance strategies according to projected climate scenarios it is thought that adopting early flowering wheat cultivars, avoiding grain filling stress conditions by adjusting optimum sowing time, breeding drought tolerance wheat cultivars and cultivar selection compensates for yield losses applications can be useful to maintain yield potential of wheat in the future.

Keywords: Wheat, climate, phenology, drought, heat stress, adaptation

KIRMIZI SORGUM UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KRAKERLERİN FİZİKSEL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elif KURT

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, School of Applied Sciences, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Karaman, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-1342-4630

Hacer LEVENT

Karamanoğlu Mehmetbey University, Health Sciences Faculty, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-7321-5577

ÖZET

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dünyanın en önemli beşinci mahsulüdür ve Afrika'nın temel gıdasıdır. Yüksek enerji, protein, vitamin ve mineral içeriğine sahiptir ve fonksiyonel gıda üretiminde sağlıklı alternatif bileşen olarak kabul edilir. Kırmızı/mor sorgum, ten rengi sorgum tanelerine göre antioksidan ve antiradikal aktiviteye sahip fitokimyasallar açısından daha zengindir. Bu çalışmada, kraker formülasyonunda kırmızı sorgum unu (RSF) (%0, 10, 20 ve %30) buğday unu ile yer değiştirilerek krakerlerin besinsel ve fonksiyonel özellikleri iyileştirmek amaçlanmıştır. Kraker numunelerinin bazı fiziksel (renk, çap, kalınlık ve yayılma oranı) ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Örneklerin parlaklık değeri (L^*) 62.22-73.69 aralığında değişmiş ve RSF kullanımı örneklerin parlaklık değerini önemli ölçüde azaltmıştır ($p<0.05$). Kraker formülasyonunda RSF kullanımı kırmızılık (a^*), sarılık (b^*) ve SI değerlerini azaltmıştır. Kraker numunelerinin çap değerleri 51.15-54.34 mm arasında değişmekte olup, artan RSF miktarı, kraker numunelerinin kalınlığını azaltmış ve yayılma oranı değerlerini ise artırmıştır. Duyusal analizlerde, RSF içeren krakerler, tat açısından kontrol örneğinden daha yüksek puan almıştır. Duyusal analiz sonuçları, %20'den fazla RSF ile hazırlanan kraker formülasyonunun genel kabul edilebilirliğinde bir azalma olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kraker, kırmızı sorgum unu, duyuşal, fiziksel

PHYSICAL EVALUATION AND SENSORY ATTRIBUTES OF CRACKERS FORTIFIED WITH RED SORGHUM FLOUR

ABSTRACT

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is the fifth most important crop in the world and it is a staple food in Africa. It has high energy, protein, vitamin and mineral content and is considered a healthy alternative ingredient in functional food production. Red/violet sorghum is richer in phytochemicals which have antioxidant and antiradical activities than tan sorghum grains. In this study, it was aimed to improve the nutritional and functional properties of crackers by replacing red sorghum flour (RSF) (0, 10, 20 and 30%) with wheat flour in the cracker formulation. Some physical (colour, diameter, thickness and spread ratio) and sensory attributes of cracker samples were determined. The brightness value (L^*) of the samples

changed in the range of 62.22-73.69 and the use of RSF decreased the brightness value of the samples significantly ($p < 0.05$). The use of RSF in cracker formulation increased the redness (a^*), decreased yellowness (b^*) and SI values. Diameter values of cracker samples varied between 51.15-54.34 mm and increasing amount of RSF decreased the thickness and increased the spread ratio values of cracker samples. In sensory analyses, crackers containing RSF scored higher for taste than the control sample. Sensory analyses results demonstrated a decrease in the overall acceptability of cracker formulation prepared with over 20% of RSF.

Keywords: Cracker, red sorghum flour, sensory, physical

1. INTRODUCTION

Cracker is a cereal product prepared with wheat flour, shortening, salt, yeast and/or chemical leavening agents. It has an important place among snact products due to their ease of transportation, storage and long shelf life. Crackers are generally defined as thin, crisp wafers or biscuits made from unsweetened and unleavened dough (Han et al., 2010).

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is one of the most important cereal crops in the world. There is increasing interest in potential new food applications of sorghum, especially due to its resistance to high temperature and drought conditions that may arise due to climate change (Taylor et al., 2006; Yousif et al., 2012). Sorghum grain is mostly composed of starch entangled in a strong protein matrix in the corneous endosperm of the grain kernel. This structure of sorghum may impede the actions of carbohydrate-hydrolyzing enzymes, resulting in reduced in vitro starch digestibility (Duodu et al., 2003; Stefoska-Needham et al., 2017). Low starch digestibility is important for the development of rapidly digesting starch and therefore low glycemic index (GI) foods. Low GI foods cause only a small rise in blood sugar levels after a meal and they can decrease the long-term risk of type 2 diabetes mellitus (Englyst et al., 2003; Buyken et al., 2010; Yousif et al., 2012). Sorghum contains higher phenolic compounds compared to other commonly consumed cereals (wheat, rice, barley, millet, etc.) (Ragaei et al., 2006). Red sorghum is a variety rich in anthocyanin flavonoids (Stefoska-Needham et al., 2017). With its antioxidant-effective bioactive compounds, it has protective properties against chronic diseases such as oxidative stress, type 2 diabetes, heart disease and some types of cancer (Awika and Rooney, 2004; Pérez-Matute et al., 2009).

Sorghum flour can be used in the formulation of various cereal products such as cookies, bread, noodles, tortillas, biscuits, crackers. It is also a healthy alternative ingredient for celiac patients, as it is a gluten-free grain (Hagerman et al., 1998).

In this study, wheat flour used in cracker formulation was replaced with RSF (0, 10, 20 and 30%) and some physical and sensory properties of the cracker samples were evaluated and compared with the control samples. It is aimed to 1) enrich the nutritional value and functional properties of crackers with RSF and 2) develop alternative healthy products to prevent today's common diseases.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. Preparation of cracker samples

The formulation of cracker samples are given in Table 2.1. The cracker ingredients were mixed in a Kitchen-aid mixer (Artisan Series, Greenville, OH, USA) for 5 min. Then the dough was fermented at room conditions for 3 hr. Then fermented dough was thinned to 2.5 mm thickness and molded. Then it was baked at 175 °C for 12 min (Bosch HGD52D120T, Istanbul, Turkey). The amount of water used in making bread was determined by preliminary experiments according to the dough properties.

Table 2.1. Cracker ingredients (g)

	Control	Enriched samples		
		%10	%20	%30
Wheat flour	100	90	80	70
Red sorghum flour	0	10	20	30
Shortening	20	20	20	20
Sugar	6.5	6.5	6.5	6.5
Bakers's yeast	1	1	1	1
Salt	1.5	1.5	1.5	1.5
Baking powder	1.5	1.5	1.5	1.5

2.2. Colour evaluation of samples

L^* (light /dark), a^* (red/green) and b^* (yellow/blue) values of crust and crumb of cake samples for color analysis were quantified by using the chroma meter CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japan). Saturation index (SI, $[a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$) and hue ($\arctan [b^*/a^*]$ (If $a > 0$ and $b > 0$), $\arctan [b^*/a^*] + 180^\circ$ (If $a < 0$ and $b > 0$)) values were calculated (Francis, 1998).

2.3. Diameter, thickness and spread ratio of samples

The diameter (D) and thickness (T) of the cracker samples after baking were measured using a calliper. Spread ratio (S) was estimated by calculating D/T values.

2.4. Sensory properties of samples

Cracker samples were evaluated for appearance, colour, odour, taste, texture, mouthfeel and overall acceptability using a 9 point scaling system (Like extremely [9]; Like very much [8]; Like moderately [7]; Like slightly [6]; Neither like or dislike [5]; Dislike slightly [4]; Dislike moderately [3]; Dislike very much [2]; Dislike extremely [1]).

2.5. Statistical analysis

The data presented in the tables subjected to statistical analysis by using statistical software JMP 5.0.1 (SAS Institute, Cary, North Carolina, USA). The means which were statistically different from each other were compared using Tukey's HSD comparison test at a 5% confidence interval. The P values below 0.05 was considered statistically significant.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Colour values of cracker samples are given in Table 3.1. L^* , a^* , b^* , SI and Hue values of cracker samples were ranged between 62.22-73.69, 2.28-6.15, 21.67-29.09, 22.53-29.18 and 74.16-85.52, respectively. The use of RSF in cracker production decreased the L^* values and increased the a^* values of control samples significantly ($p < 0.05$). Increasing RSF ratio decreased b^* , SI and Hue values and the lowest values were found at maximum enrichment ratio (30%). Yousif et al. (2012), reported that the use of red sorghum flour at 30, 40 and 50% in flat bread production had similar chroma (SI) values than the control but caused darker flat bread color. It has been reported that the result may be due to the higher levels of colored polyphenols such as anthocyanins in red sorghum flour. Celia et al. (2022), sorghum flour (25, 50, 75 and 100%) was used in gluten-free biscuits production and as the sorghum flour ratio increased, it was reported that L^* , a^* and b^* values of biscuit samples decreased. Awobusuyi et al. (2020), reported that the color of cookie samples became darker with the increase of sorghum flours in the formulation, a^* (redness) values increased, while b^* (yellowness) values were similar across all cookie samples.

Table 3.1. Colour values of cracker samples

	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
Control	73.69±0.20a	2.28±0.11b	29.09±0.27a	29.18±0.23a	85.52±0.31a
10% RSF	66.25±0.33b	5.38±0.18a	27.37±0.35b	27.89±0.36b	78.88±0.40b
20% RSF	63.08±0.14c	5.52±0.31a	22.92±0.17c	23.58±0.11c	76.46±0.25c
30% RSF	62.22±0.25c	6.15±0.14a	21.67±0.24d	22.53±0.18d	74.16±0.19d

Values followed by different letters in the same colon are significantly different ($p < 0.05$), RSF: Red sorghum flour.

Diameter, thickness and spread ratio values of cracker samples were found in the range of 51.15-54.34 mm, 4.82-6.89 mm and 7.42-11.04 mm, respectively (Table 3.2.). The use of RSF increased the diameter and decreased the thickness values of control samples. Spread rate values of crackers containing 20-30% RSF were found to be higher than crackers containing 10% RSF and control samples. In the study, it was reported that as sorghum and termite flour levels increased in the cookie formulation, there was a gradual increase in thickness diameter compared to control, but a decrease in diameter values (Awobusuyi et al., 2020). Morad et al. (1984), reported that the spread factor of sugar cookies increased with increasing levels of sorghum. In a study by Celia et al. (2022), reported that there was an increase in diameter and thickness values of gluten-free biscuits samples containing sorghum flour, but this difference was not significant ($p>0.05$). Rai et al. (2014) was used in gluten-free cookies formulation rice, maize, sorghum and pearl millet flours. Cookie samples containing rice and maize flour and were reported to had the highest spread ratio and the samples containing rice and sorghum flour the lowest spread ratio.

Table 3.2. Diameter (D), thickness (T) and spread ratio (D/T) values of cracker samples prepared with sorghum flour

	Diameter (D, mm)	Thickness (T, mm)	Spread value (D/T)
Control	51.15±0.21c	6.89±0.12a	7.42±0.10c
10% RSF	52.33±0.32b	5.62±0.17b	9.31±0.16b
20% RSF	54.34±0.19a	5.10±0.15bc	10.66±0.21a
30% RSF	53.25±0.30b	4.82±0.07c	11.04±0.15a

Values followed by different letters in the same colon are significantly different ($p<0.05$), RSF:Red sorghum flour.

Sensory properties of cracker samples containing red sorghum flour are given in Fig. 3.1. Cracker samples containing red sorghum flour were more favored in terms of taste than the control. Cracker samples containing 30% red sorghum flour scored the lowest in terms of color, texture, mouthfeel and overall acceptability. In an study by Tapsoba et al. (2022) it was reported that substitution of wheat flour with red sorghum flour (30%) had a higher score than according to other examples in terms of odor, texture, and overall acceptability. Winger et al. (2014), was used in gluten-free tortilla production different sorghum flour and reported that overall samples appreciation was not significantly affected by the addition of sorghum flour in sensory evaluation ($p<0.05$). Yousif et al. (2012), was used in flat breads production red sorghum flour (30, 40 and 50%) and reported that and for overall acceptability scored significantly higher than the control in sensory evaluation ($p<0.05$).

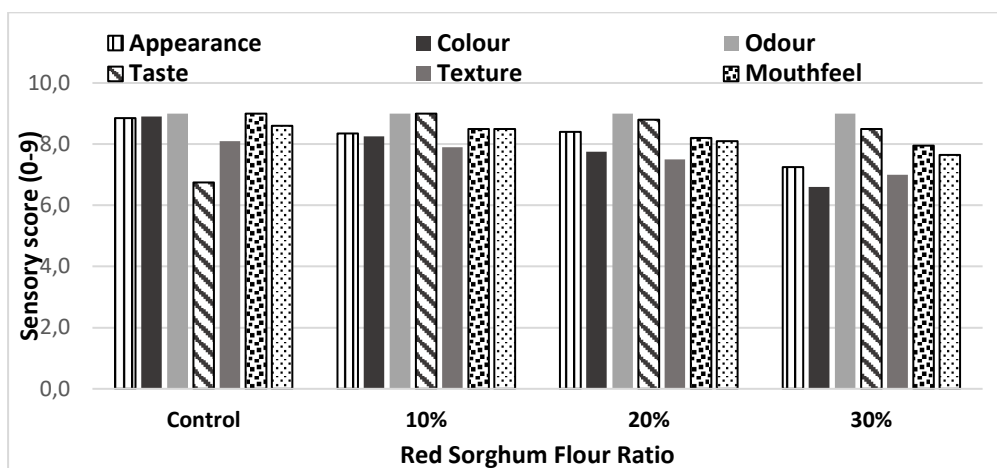


Fig. 3.1. Sensory scores of cracker samples containing red sorghum flour

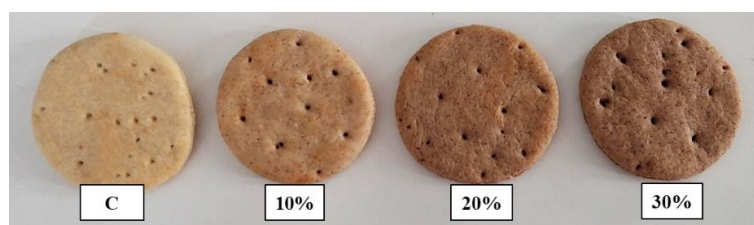


Fig. 3.2. The cracker samples prepared with red sorghum flour

4. CONCLUSION

The use of RSF increased darkness and redness in cracker samples. Higher diameter and lower thickness values were determined in the cracker samples containing RSF compared to the control. RSF usage in the formulation improved the taste of cracker samples. Increasing ratio of RSF in formulation of cracker decreased the colour, texture, mouthfeel and overall acceptability scores of control samples. From the results of this study, it was concluded that RSF would be used up to 20% in cracker production.

5. REFERENCES

- Awika, J. M. & Rooney, L. W. (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, 65(9), 1199-1221.
- Awobusuyi, T. D., Siwela, M., & Pillay, K. (2020). Sorghum–insect composites for healthier cookies: nutritional, functional, and technological evaluation. *Foods*, 9(10), 1427.
- Buyken, A. E., Mitchell, P., Ceriello, A. & Brand-Miller, J. (2010). Optimal dietary approaches for prevention of type 2 diabetes: A life-course perspective.
- Celia, J. A., Resende, O., LIMA, M. S. D., Correia, J. S., OLIVEIRA, K. B. D., & Takeuchi, K. P. (2022). Technological properties of gluten-free biscuits from sorghum flour granifero (Sorghum bicolor (L.) Moench). *Food Science and Technology*, 42.
- Duodu, K. G., Taylor, J. R. N., Belton, P. S., & Hamaker, B. R. (2003). Factors affecting sorghum protein digestibility. *Journal of cereal science*, 38(2), 117-131.

- Englyst, H. & Hudson, G. (1996). The classification and measurement of dietary carbohydrates. *Food Chemistry*, 57(1), 15–21
- Francis, F. J. (1998). Colour analysis, In: Food analysis, Nielsen, S. S. (Ed.), An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersburg, USA, 599-612.
- Hagerman, A. E., Riedl, K. M., Jones, G. A., Sovik, K. N., Ritchard, N. T., Hartzfeld, P. W., & Riechel, T. L. (1998). High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(5), 1887-1892.
- Han, J. J., Janz, J. A. & Gerlat, M. (2010). Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International*, 43(2), 627-633.
- Pérez-Matute, P., Zulet, M. A. & Martínez, J. A. (2009). Reactive species and diabetes: counteracting oxidative stress to improve health. *Current opinion in pharmacology*, 9(6), 771-779.
- Ragaei, S., Abdel-Aal, E. S. M. & Noaman, M. (2006). Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food chemistry*, 98(1), 32-38.
- Rai, S., Kaur, A., & Singh, B. (2014). Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. *Journal of food science and technology*, 51(4), 785-789.
- Stefoska-Needham, A., Beck, E. J., Johnson, S. K., Batterham, M. J., Grant, R., Ashton, J., & Tapsell, L. C. (2017). A diet enriched with red sorghum flaked biscuits, compared to a diet containing white wheat flaked biscuits, does not enhance the effectiveness of an energy-restricted meal plan in overweight and mildly obese adults. *Journal of the American College of Nutrition*, 36(3), 184-192.
- Tapsoba, F. W. B., Douamba, Z., Batono, F., Compaore-Sereme, D., Ndig-Yenouba, T. J., Yaogho, W. A. C., ... & Sawadogo-Lingani, H. (2022). Effects of Cereal Malts Used as Improver on Physico-chemical, Nutritional and Sensory Characteristics of Wheat and Red Sorghum Composites Breads. *American Journal of Food Science and Technology*, 10(3), 119-129.
- Taylor, J. R. N., Schober, T. J. & Bean, S. R. (2006). Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science*, 44(3), 252–271
- Winger, M., Khouryieh, H., Aramouni, F., & Herald, T. (2014). Sorghum Flour characterization and evaluation in gluten-free flour tortilla. *Journal of Food Quality*, 37(2), 95-106.
- Yousif, A., Nhepera, D. & Johnson, S. (2012). Influence of sorghum flour addition on flat Bread in vitro starch digestibility, antioxidant capacity and consumer acceptability. *Food chemistry*, 134(2), 880-887.

ISPANAK, MOR VE HAVUÇ TOZLARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ERİŞTELERİN BAZI KALİTE PARAMETRELERİ

Elif KURT

Karamanoğlu Mehmetbey University, School of Applied Sciences, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Karaman, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-1342-4630

Hacer LEVENT

Karamanoğlu Mehmetbey University, Health Sciences Faculty, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-7321-5577

ÖZET

Bu araştırmada ıspanak tozu (SP), mor havuç tozu (PCP) ve havuç tozu (CP) erişte üretiminde %3 oranında ayrı ayrı kullanılmıştır. Erişte örneklerinin renk değerleri (L^* , a^* , b^* , SI ve Hue), pişme özellikleri (ağırlık artışı, hacim artışı ve pişme kaybı) ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Eriştelerde parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri sırası ile 54.53-88.69, -6.88-9.85 ve -4.49-24.08 aralığında değişmiştir. Beklenildiği gibi en düşük L^* değeri PCP içeren erişte örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek a^* ve Hue değerlerini PCP içeren örnekler, en yüksek b^* değerini ise CP içeren örnekler vermiştir. Erişte üretiminde bütün katkılar ağırlık artışı ve hacim artışı değerlerinde azalmaya neden olmuştur. En yüksek ağırlık artışı ve hacim artışı değerleri kontrolden sonra PCP içeren örneklerde belirlenmiştir. Pişme kaybı değerleri %5.2 ile 5.9% arasında değişmiş, erişte örneklerinin pişme kaybı değerleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$). SP ve PCP içeren pişmemiş erişte örneklerinde çatlak hariç bütün duyuşal parametrelerde puanda azalma görülmüştür. Pişmiş erişte örneklerinde ise SP kullanımı tat, koku ve genel kabul edilebilirlik puanlarında diğerlerine kıyasla daha çok azalmaya neden olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde CP'nin erişte üretiminde duyuşal özelliklerde herhangi bir olumsuzluğa neden olmadan kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Erişte, ıspanak, mor havuç, fiziksel, duyuşal

QUALITY CHARACTERISTICS OF NOODLES ENRICHED WITH SPINACH, PURPLE CARROT AND CARROT POWDERS

ABSTRACT

In this study, 3% of spinach powder (SP), purple carrot powder (PCP) and carrot powder CP) were used separately in noodle production. Color values (L^* , a^* , b^* , SI and Hue) cooking properties (weight increase, volume increase and cooking loss), and sensory attributes of noodle samples were determined. Brightness (L^*), redness (a^*) and yellowness (b^*) values in noodles varied between 54.53-88.69, -6.88-9.85 and -4.49-24.08 respectively. As expected, the lowest L^* value was determined in the noodle samples containing PCP. Samples containing PCP had the highest a^* and Hue values and samples containing CP had the highest b^* value. All additives

in noodle production caused a decrease in weight increase and volume increase values. The highest weight increase and volume increase values was determined in the samples containing PCP after the control. Cooking loss values varied between 5.2% and 5.9%, and no significant difference was determined between the cooking loss values of noodle samples ($p>0.05$). In the uncooked noodle samples containing SP and PCP, scores were decreased in all sensory parameters except crack. In the cooked noodle samples, the use of SP caused a greater decrease in taste, odour and overall acceptability scores compared to the others. When evaluated in general, it was concluded that CP can be used in noodle production without causing any negative effects on sensory properties.

Keywords: Noodles, spinach, black carrot, physical, sensory

1. INTRODUCTION

Traditional noodles are mainly prepared with wheat flour, salt and water. In some regions of Turkey, egg, milk and other additives may be added to the noodle formulation (Özkaya et al., 2001; Akıllıoğlu and Yalçın, 2010). While noodle is a cereal product that is frequently consumed in rural areas and villages, it has started to be produced commercially and took its place in the markets today.

Yellow carrot is one of the most grown vegetables worldwide (Boadi et al., 2021). Carrot attracts great attention due to its polyphenols as well as containing carotene, dietary fiber, aliphatic C17 mixture etc. (Dong et al., 2021a). Carrot contains abundant phenolic acids, including p-coumaric acids, caffeic acid, p-hydroxybenzoic acid and their derivatives. Polyphenols have many health benefits, including preventing cardiovascular and cancer risk, preventing oxidative stress and inflammation (Pereira et al., 2006; Dong et al., 2021b). Among different colored carrot cultivars, the most well-known are orange. Purple (black) carrot varieties are not very popular, but are still traditionally grown and consumed in some countries. Purple carrot roots are a rich source of nutrients, especially phenolic compounds, anthocyanins, and carotenoids. Purple carrot roots are a rich source of nutrients, especially phenolic compounds, anthocyanins, and carotenoids. These bioactive compounds can play a powerful role in reducing the risk of chronic disease (Rasheed et al., 2022). Spinach is one of the most desirable vegetables as it is high in beta carotene (provitamin A) and folate and is also a good source of vitamin C, calcium, iron, phosphorus, sodium and potassium. It is high in the carotenoid lutein, which has been shown to prevent age-related macular degeneration (Morelock and Correll, 2008).

In this study, wheat flour used in noodle formulation was replaced with SP, PCP and CP (3%) to improve the nutritional status of the product, and some physical and sensory properties of the noodle samples were evaluated and compared with the control samples.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. Preparation of noodle samples

The formulation of noodle samples are given in Table 2.1. The noodle ingredients were mixed in a Kitchen-aid mixer (Artisan Series, Greenville, OH, USA) for 5 min. The dough obtained after kneading was divided into 3 equal parts and put in polyethylene bags and rested for 15 min to prevent the dough from drying out. The rested dough were pre-thinned with the help of a rolling pin. Then, these doughs were passed through thinning sections 6 and 7 in the noodle cutting machine (Shule Pasta Machine, China) once, and the thinning process was completed. The thinned dough will be left to dry for 10 minutes at room conditions. The dried dough was cut into long strips of 5 mm width and 2 mm thickness in a noodle cutting machine. The resulting strips were cut with a knife to a length of 4 cm and the noodle was given its final shape. Noodles were placed on trays so that they would not stick together and left to dry under room conditions. The amount of water used in making noodle was determined by preliminary experiments according to the dough properties.

Table 2.1. Noodle ingredients (g)

	Control	Enriched samples		
		Spinach flour	Purple carrot flour	Yellow carrot flour
Wheat flour	100	97	97	97
Egg	20	20	20	20
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5
SP	0	3	0	0
PCP	0	0	3	0
CP	0	0	0	3

SP: Spinach powder, PCP: Purple carrot powder, CP: Carrot powder

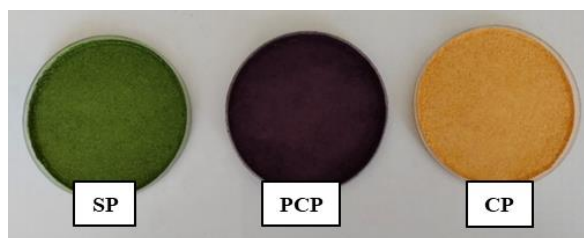


Fig.2.1. SP, PCP and CP used in noodle formulation

2.2. Colour evaluation of samples

Colour was determined by using a Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) chromometer in terms of L^* (light/dark), a^* (green/red), b^* (blue/yellow) values (Francis, 1998).

2.3. Determination of weight and volume increase in noodle samples

Noodles were evaluated in terms of volume increase (VI), weight increase (WI) and cooking loss (CL) values. For determination of the changes in volume, weight and cooking losses, 10g of noodle was cooked for 18 min in 300 mL of distilled water. After draining and waiting for 2 min for the remaining water was removed, uncooked and cooked samples were put into a graduated cylinder with specific amount of water, the increase in volume was determined. VI was calculated as the percentage difference in uncooked and cooked noodles volume divided by the volume of uncooked noodles. The WI was determined as the percentage difference in weight of uncooked and cooked noodle divided by the weight of uncooked noodle. To determine the CL, cooking water was evaporated and dried to dryness in an oven at 105 °C for 12 h in pre-weighted erlenmeyer flask. (Özkaya and Kahveci, 1990).

2.4. Sensory properties of samples

Sensory analyses were performed in uncooked and cooked noodles. For cooked noodle preparation, 100 g noodle samples were simmered in 500 ml unsalted water for 18 min and drained for removing excess water. Noodle samples were served to 12 panelists to evaluate the surface smoothness, speck, crack and appearance of uncooked noodle and stickiness, taste, odour and chewiness of cooked noodle on a 1-9 scale where 1- dislike extremely, 2- dislike very much, 3- dislike moderately, 4- dislike slightly, 5- neither like nor dislike, 6- like slightly, 7- like moderately, 8- like very much, 9- like extremely.

2.5. Statistical analysis

The data were reported as mean $\pm$ standard deviation and analysed by using statistical software JMP 8.0 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Tukey's Honestly Significant Difference was used to differentiate between the mean values. Significant differences were based on a $P < 0.05$.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Noodle color is the most important feature affecting consumer perception. The color values of the noodle samples are given in Table 3.1. Brightness (L^*), redness (a^*) and yellowness (b^*) values in noodles varied between 54.53-88.69, -6.88-9.85 and -4.49-24.08 respectively. As expected, the lowest L^* value was determined in the noodle samples containing PCP. Samples containing PCP had the highest a^* and Hue values and samples containing CP had the highest b^* value. Shere et al., (2018) reported brightness with increase decreased in spinach level in the noodle. Galla et al., (2017) reported that the L^* , a^* and b^* values of biscuits decreased depending on the increasing amount of hot air-dried spinach powder. In the study by Olcay et al. (2021), used microwave, vacuum and hot air dried purple carrot powder (PCP) in cake formulation. The addition of PCP decreased the brightness of cake compared to control. The reported that a^* value of wheat flour was found to be significantly lower than those of PCP, while the b^* value was higher.

Table 3.1. Colour values of noodle samples prepared with spinach, purple and yellow carrot

	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
Cont	88.69 $\pm$ 0.	1.03 $\pm$ 0.	13.50 $\pm$ 0.	13.54 $\pm$ 0.	85.64 $\pm$ 0.5
rol	48a	16b	14c	34b	5c
SP	81.51 $\pm$ 0.	6.88 $\pm$ 0.	22.93 $\pm$ 0.	23.94 $\pm$ 0.	106.70 $\pm$ 0.
	16c	11c	11b	20a	82b
PCP	54.53 $\pm$ 0.	9.85 $\pm$ 0.	-	10.83 $\pm$ 0.	155.49 $\pm$ 0.
	52d	14a	4.49 $\pm$ 0.2	46c	63a
			7d		
CP	86.69 $\pm$ 0.	0.88 $\pm$ 0.	24.08 $\pm$ 0.	24.10 $\pm$ 0.	87.91 $\pm$ 0.4
	27b	21b	18a	35a	7c

Values followed by different letters in the same column are significantly different ($p < 0.05$). SP: Spinach powder, PCP: Purple carrot powder, CP: Carrot powder

Cooking properties of noodles as VI, WI and CL are given in Table 3.2. The VI (%), WI (%) and CL(%) values of noodle samples were found in the range of 131.1-173.0, 175.0-300.0 and 5.2-5.9, respectively. The highest VI and WI values were found noodle samples containing PCP after the control. The CL values of the noodle samples were not significantly different from each other. In a study, carrot powder was incorporated at 10, 20, 30, 40, and 50 g per 100

g of refined wheat flour. WI was reported to increase and CL decreased with the increase in carrot powder content (Prerana and Anupama, 2019). Arslan Bayrakçı (2020), it was reported that 5% or more of black and orange carrot flours increase the volume and weight increase values of gluten free pasta samples compared to control. On the other hand, it was reported that a higher increase in the with black carrot flour gluten free pasta samples. In a study in which the wheat flour used in the noodle formulation was replaced with blanching and drying spinach flour, reported that the quality parameters of the cooking of the noodle did not differ statistically for the evaluated treatments (Vimercati et al., 2021).

Table 3.2. Cooking properties of noodle samples prepared with spinach, purple and yellow carrot

	VI (%)	WI (%)	CL (%)
Control	173.0±1.27a	300.0±2.83a	5.2±0.42a
SP	143.6±1.13c	237.5±2.12c	5.6±0.33a
PCP	156.0±1.41b	250.0±1.98b	5.9±0.25a
CP	131.1±1.56d	175.0±1.41d	5.2±0.30a

Values followed by different letters in the same colon are significantly different ($p < 0.05$), WI: Weight increase, VI: Volume increase, CL: Cooking loss.

Sensory properties of raw and cooked noodle samples containing SP, PCP and CP are given in Fig. 3.1. Raw noodles containing SP scored lower on all evaluation parameters except crack. Cooked samples containing PCP and CP resulted in higher taste and odor scores than the control sample. Hussein et al. (2013) reported that 5% carrot powder supplementation did not reduce sensory acceptability of breads. Suleet al. (2019) used carrot flours in pasta formulation (5, 10, 15, 20, 25 and 30%) and reported that pasta incorporated with 10% carrot was most accepted in terms of overall acceptability. Trivedi (2018), used different contents of rice flour and spinach powder in pasta production and the reported that pasta formulations containing 10% rice flour and 05% spinach flour exhibited good sensory acceptance.

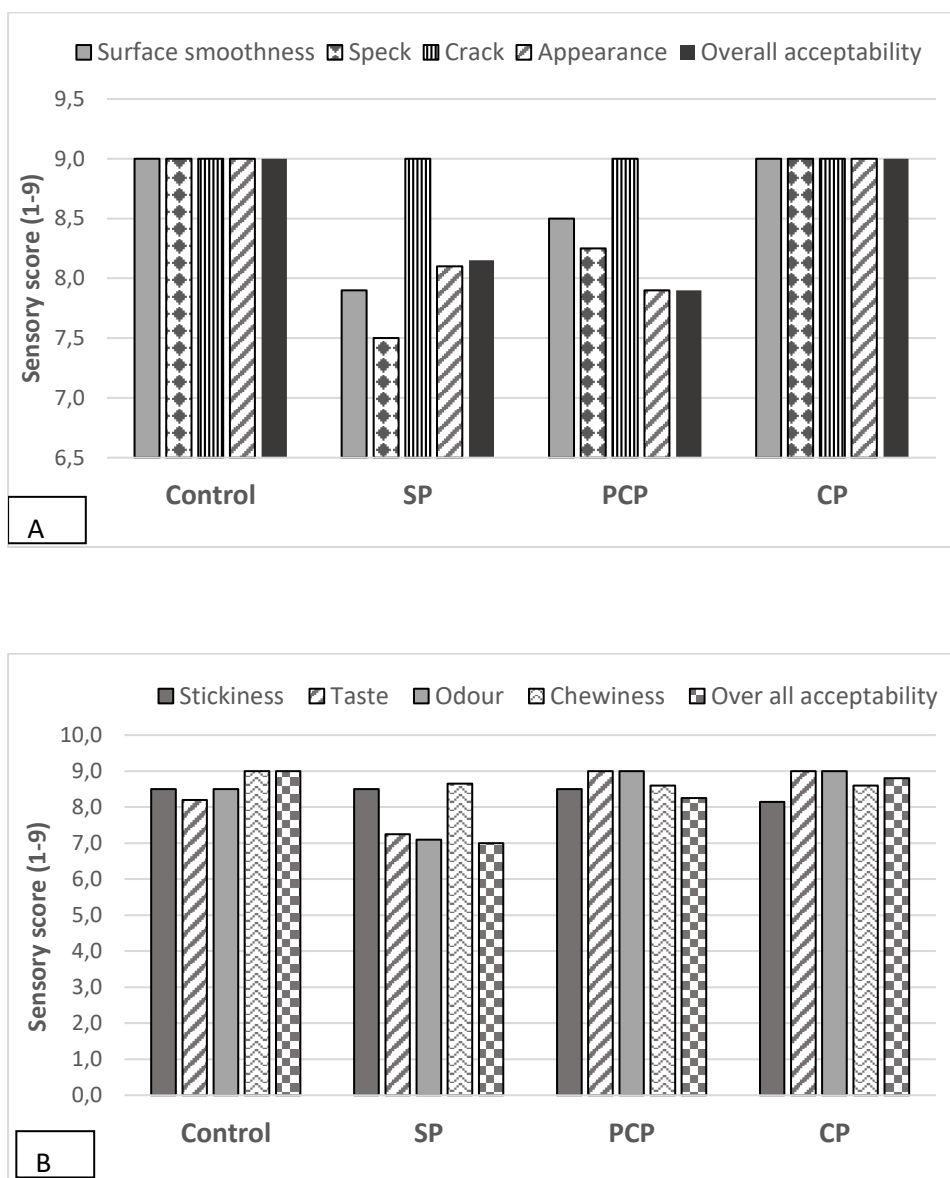


Fig.3.1. Sensory scores of raw (A) and cooked (B) noodle samples containing spinach, purple and yellow carrot flour

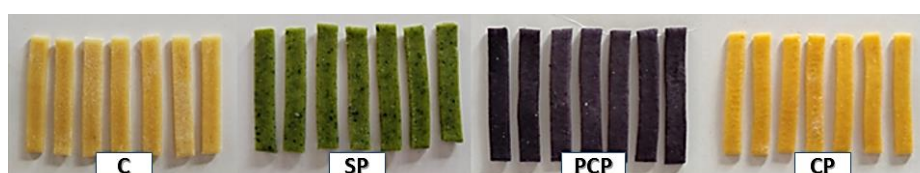


Fig.3.2. Noodle samples prepared with spinach, purple and yellow carrot flour

4. CONCLUSION

The use of SP, PCP and CP in noodle formulation decreased VI and WI values of control noodles significantly ($p < 0.05$). The lowest VI and WI values were determined in samples containing CP. SP and PCP usage decreased the surface smoothness, speck, appearance and overall acceptability scores in raw noodle samples. SP caused a greater decrease in taste and

odor scores in cooked noodle samples. When the uncooked and cooked samples were evaluated in general, it was concluded that the use of CP at the level of 3% in noodle production was successful without causing any negative effects on sensory properties.

5. REFERENCES

- Akıllıoğlu, H. G. and Yalçın, E. (2010). Some Quality Characteristics and Nutritional Properties of Traditional Egg Pasta (Noodle). *Food Sci. Biotechnol.*, 19(2):417-424.
- Arslan Bayrakcı, H. (2020). Besleyici Değeri Yüksek Glutensiz Makarna Üretiminde Havuç ve Nohut Ununun Kullanım İmkanlarının Araştırılması. *Doktora Tezi*, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dong, R., Liu, S., Xie, J., Chen, Y., Zheng, Y., Zhang, X., ... & Yu, Q. (2021a). The recovery, catabolism and potential bioactivity of polyphenols from carrot subjected to in vitro simulated digestion and colonic fermentation. *Food Research International*, 143, 110263.
- Dong, R., Yu, Q., Liao, W., Liu, S., He, Z., Hu, X., ... & Xie, M. (2021b). Composition of bound polyphenols from carrot dietary fiber and its in vivo and in vitro antioxidant activity. *Food Chemistry*, 339, 127879.
- Francis, F. J. (1998). Colour analysis, In: Food analysis, Nielsen SS (ed), An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersburg, USA, 599-612.
- Galla, N. R., Pamidighantam, P. R., Karakala, B., Gurusiddaiah, M. R., & Akula, S. (2017). Nutritional, textural and sensory quality of biscuits supplemented with spinach (*Spinacia oleracea* L.). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 7, 20-26.
- Hussein, M. A., Yonis, A. A. M., & El-Mageed, A. (2013). Effect of adding carrot powder on the rheological and sensory properties of pan bread. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 4(6), 281-289.
- Morelock, T. E., & Correll, J. C. (2008). Spinach. In *Vegetables I* (pp. 189-218). Springer, New York, NY.
- Olçay, N., Aslan, M., Demir, M. K., & Ertaş, N. (2021). Development of a functional cake formulation with purple carrot powder dried by different methods. *Food and Health*, 7(4), 242-250.
- Özkaya, B., Özkaya, H. and Büyükkiz, E. (2001). The cooking properties of, Eriste (Turkish noodle) produced by traditional methods. *Getreide Mehl und Brot.*, 55(2):120-125
- Özkaya, H., & Kahveci, B. (1990). Analyses methods of cereals and cereal products. *Association of Food Technology*, Ankara, Turkey.
- Pereira, J. A., Pereira, A. P., Ferreira, I. C., Valentão, P., Andrade, P. B., Seabra, R., ... & Bento, A. (2006). Table olives from Portugal: phenolic compounds, antioxidant potential, and antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(22), 8425-8431.
- Prerana, S., & Anupama, D. (2019). Influence of carrot puree incorporation on quality characteristics of instant noodles. *Journal of Food Process Engineering*, 43(3), e13270.
- Rasheed, H., Shehzad, M., Rabail, R., Kowalczewski, P. Ł., Kidoń, M., Jeżowski, P., ... & Aadil, R. M. (2022). Delving into the nutraceutical benefits of purple carrot against metabolic syndrome and cancer: A review. *Applied Sciences*, 12(6), 3170.
- Shere, P. D., Devkatte, A. N., & Pawar, V. N. (2018). Studies on production of functional noodles with incorporation of spinach puree. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(6), 1618-1628.

Sule, S., Oneh, A. J., & Agba, I. M. (2019). Effect of carrot powder incorporation on the quality of pasta. *MOJ Food Process Technol*, 7(3), 99-103.

Trivedi, P. (2018). Development of fortified rice based pasta incorporated with spinach powder. *Food Science*, 9(1), 85-87.

Vimercati, W. C., Macedo, L. L., da Silva Araújo, C., Maradini Filho, A. M., Saraiva, S. H., Teixeira, L. J. Q., ... & Minozzo, M. G. (2022). Effect of blanching and drying methods of spinach on the physicochemical properties and cooking quality of enriched pasta. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(1), 137-144.

Co-DELIVERY OF RIFAMPICIN AND VANCOMYCIN VIA TRANSFERSOMAL GEL FOR THE TREATMENT OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS

Kanwal SHABBIR

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

Fakhar UD DİN

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

Gul Majid KHAN

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

ABSTRACT

Targeted and localized drug delivery via dermal route is an effective approach to improve drug delivery and reduce drugs associated toxicities, most particularly treating cutaneous leishmaniasis (CL), which otherwise are difficult to achieve via oral and parenteral routes. Aim of this study was to develop rifampicin (RIF) and vancomycin (VAN) co-loaded transfersomes (RVCT) and further incorporate them into chitosan gel to allow the retention of RVCT to the infected skin and reduce the drugs toxicity. The RVCT was optimized for lipid to surfactant ratio, stirring speed and injection rate. Further, RVCT were assessed for their particle size (PS), zeta potential (ZP), polydispersity index (PDI) and entrapment efficiency. Moreover, the RVCT gel was optimized for its deformability index, *in-vitro* drug release and *ex-vivo* drug permeation. The *in-vitro* and *in-vivo* anti-leishmanial activities were also performed. The optimized formulation was nano-sized (167.9 ± 1.6), with better %EE of both RIF ($58.51\% \pm 0.11$) and VAN ($86.18\% \pm 0.13$). RVCT get demonstrated sustained release of the incorporated drugs. *Ex-vivo* permeation study showed better skin permeation of RVCT and RVCT gel without using permeation enhancers. The anti-leishmanial activity on *in-vitro* leishmania cultures of promastigotes and axenic amastigotes of *L. tropica* exhibited a 2.4 folds and 2.3 folds increased activity against promastigotes and axenic amastigotes, respectively. The *in-vivo* antileishmanial study demonstrated significantly reduced lesion size when treated with RVCT gel. These results clearly indicated the potential of RVCT gel in achieving targeted co-delivery of RIF and VAN for the treatment of CL, after topical application.

Keywords: Leishmaniasis; Rifampicin; Vancomycin; Nanotechnology; Transfersomal gel; Drug delivery system

IN SILICO EVALUATION OF THE ANTIMALARIAL POTENTIAL OF THE PHYTOCONSTITUENTS OF THE AZADIRACHTA INDICA PLANT

Ekundayo T. AREH*

Department of Chemistry, Confluence University of Science and Technology, P.M.B. 1040, Osara, Kogi State, Nigeria

Olubunmi ATOLANI

Department of Chemistry, University of Ilorin, P.M.B. 1515, Ilorin, Nigeria

Learnmore KAMBIZI

Department of Horticulture, Cape Peninsula University of Technology, South Africa

ABSTRACT

Background and objectives: Malaria, a parasitic protozoan disease caused primarily by *Plasmodium falciparum*, has killed millions of people in Africa, particularly those with meager or no access to orthodox medical facilities and therapies. Extracts from the *Azadirachta indica* (neem) plant is believed to possess antimalaria properties among the locals that rely on herbs. Numerous in - vivo studies have suggested the antimalarial properties of neem extract and phytochemicals. This study employs an in - silico method through molecular docking techniques to provide insight while adding credence to the antimalarial potential of phytochemicals of neem plants as claimed in folkloric medicine.

Methods: The crystal structure of *P. falciparum*, a causative parasite of malaria, was retrieved from the Protein Data Bank, and *Azadirachta indica* phytochemicals were obtained from the PubChem database. Molecular docking through virtual screening was carried out on the characterized phytochemicals. The bioactive compounds from the *Azadirachta indica* plant were investigated by docking with the crystal structure of the *P. falciparum* receptor and compared with standard antimalarial drugs (lumefantrine and artemisinin).

Results: Three *Azadirachta indica* phytochemicals (gedunnin, nimbinene and salanin) shows a competing binding energy and affinity when compared to the approved antimalarial drugs (lumefantrine and artemisinin). While the binding affinities for azadirachtin, nimbandiol and quercetin is lower than the affinity in artemisinin but comparable with lumefantrine.

Conclusion: This virtual screening verified and identified a potential phytochemical component of antimalarial properties against a protein target: 1m7o, *P. falciparum* triosephosphate isomerase (PfTIM).

Keywords: In silico, *Azadirachta indica*, *Plasmodium falciparum*, Phytochemical, 3-Phosphoglycerate (3 PG).

TBDY-2018' E GÖRE TASARLANMIŞ PLANDA A1 VE A3 DÜZENSİZLİĞİ BULUNAN BETONARME BİR BİNANIN PERFORMANS ANALİZİ

Melih Muhlis TEMİZ

Bursa Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Mimar
Sinan Campus

ORCID ID: 0000-0002-2407-0340

Melih SÜRMELİ

Bursa Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Mimar
Sinan Campus

ORCID ID: 0000-0002-1657-1305

ÖZET

Türk Bina Deprem Yönetmeliği'ne (TBDY-2018) göre bina tasarımında, yüksek binalar vb. gibi önemli binalar dışında, belirli yaklaşıklıklar içeren doğrusal-elastik hesaba dayalı dayanıma göre tasarım prensipleri kullanılmaktadır. Buna karşın, binaların gerçek davranışını yansıtan ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin kullanıldığı şekildeğiştirmeye göre tasarım, binaların deprem yükleri altında performans seviyelerini belirlemek adına önem arz etmektedir.

Genellikle mimari kısıtlamalar ya da arazi şeklinin elverişsizliği nedeniyle ortaya çıkan planda düzensizlik durumları bina davranışı üzerinde olumsuzluk yaratmaktadır. İleri titreşim modlarının hâkim olduğu bu tür binaların deprem etkisindeki davranışının daha gerçekçi olarak ortaya konması önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, dayanıma göre tasarımı yapılan, bünyesinde A1-burulma düzensizliği ve A3-planda çıkıntı düzensizliği bulunduran, taşıyıcı sistemi boşluksuz perde ve çerçevelerden oluşan 10 katlı betonarme bir binanın şekildeğiştirmeye göre tasarım kapsamında performans değerlendirilmesi yapılmıştır. TBDY-2018'e göre seçilen 11 adet kuvvetli yer hareketi kullanılarak toplamda 22 adet zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri, kat kesme kuvvetleri, istatistiki olarak değerlendirilmiştir. İlgili istem büyüklüklerinin ortalamaları dayanıma göre tasarım sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Hesap sonuçlarına bütün olarak bakıldığında, şekildeğiştirme esaslı tasarıma göre hesaplanan istem büyüklüklerinin, dayanıma göre tasarım için yapılan hesaplamalardan daha büyük değerler verdiği anlaşılmaktadır. Bu durum A1 ve A3 türü düzensizliklerin davranışa olan olumsuz etkilerinin doğrusal olmayan analiz ile ortaya konduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal Olmayan Analiz, Performans Analizi, TBDY-2018, Planda Düzensizlikler, Burulma Düzensizliği

PERFORMANCE EVALUATION OF A RC BUILDING WITH A1 AND A3 PLAN IRREGULARITIES DESIGNED ACCORDING TO TBEC-2018

ABSTRACT

According to Turkish Building Earthquake Code (TBEC-2018), it is used strength-based design principles including linear elastic calculations based on certain approximations in building design, except for important buildings such as high-rise buildings, etc. On the other hand, deformation-based design, which reflects the real behavior of the buildings and where nonlinear analysis methods are used, is important in order to determine the performance levels of the buildings under seismic loads.

Generally, irregularities in the plan, which arise due to architectural constraints or the unsuitability of the land shape, generate negative effects on the building behavior. It is important to reveal more realistically the behavior of such buildings in earthquake effect, where higher vibration modes are dominant.

In this study, performance evaluation was made within the scope of deformation-based design of a 10-storey reinforced concrete building with A1-torsional irregularity and A3-projections in plan irregularity consisting of shear walls and frames designed in accordance with strength-based design. By using 11 strong motion records selected according to TBEC-2018, total of 22 nonlinear time history analyses were performed. Obtained demands from analysis results such as story displacements, story drifts and story shear forces were evaluated statistically. The averages of some of the demand values were compared with those obtained from strength-based design. Evaluated as a whole, it is concluded that the results obtained according to deformation-based design gets greater values those obtained by strength-based design. This shows that the negative effects of A1 and A3 irregularities on the building behavior revealed by nonlinear analysis.

Keywords: Nonlinear Analysis, Performance Analysis, TBEC-2018, Projections in Plan Irregularity, Torsional Irregularity

1. GİRİŞ

Deprem etkisi altındaki binalarda planda düzensizlik, olması istenmeyen bir durumdur. Gerek binanın inşa edileceği arazinin şekli ve mimari proje gereksinimleri, gerekse yapı tasarımcısının yetkin olmaması gibi sebeplerden dolayı binalarda söz konusu zayıflıklar bulunabilmektedir. Kütle ve rijitlik merkezinin çakışmaması durumunda ortaya çıkan burulma düzensizliği sonucu taşıyıcı sistem elemanlarında ilave iç kuvvet ve ötelemeler oluşurken, planda çıkıntı düzensizliği bulunması durumunda ise bina geometrilerinin

değiştirdiği ara yüzeylerde gerilme yığılmaları ve dolayısıyla büyük zorlamalar oluşmakta, hatta kısmen ya da tamamen göçmeler olabilmektedir.

Planda düzensizlik durumları çok sayıda araştırmacı tarafından incelenmiştir. Balta (2020) burulma düzensizliğinin bulunana bir binanın doğrusal olmayan analizlerini gerçekleştirmiş ve düzensizliğin binanın deprem performansını olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Çalışmada, binada oluşan kat kesme kuvvetlerinin ve yerdeğiştirme değerlerinin düzenli binalara göre daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Kefeli (2019) planda düzensizlik bulunan binaların TBDY-2018 esaslarına göre tek modlu itme analizi ve zaman tanım alanında hesap yöntemi ile performans değerlendirmesini yapmıştır. Her iki hesap yöntem için tepe yer değiştirmesi ve kesit hasar bölgesi değerlerinin paralellik gösterdiği bulunmuştur. Burulma düzensizliği, kiriş süreksizliği gibi düzensizliklerin varlığında bina performans düzeylerinin olumsuz yönde etkilendiği belirtilmiştir. Erdem (2016), kolon boyutlarını değiştirerek oluşturmuş olduğu A1 düzensizliği bulunan 4 farklı bina modelinin analizini gerçekleştirmiştir. Tasarımda, kiriş donatı miktarlarının burulma düzensizliğinden pek etkilenmediği; kolonlarda ise donatı miktarında artış olduğu gözlenmiştir. Burulma düzensizliğinin nedeniyle kuvvet dağılımlarında farklılıkların meydana geldiği bu yüzden düzensizlik oluşturacak durumlardan kaçınılması gerektiği belirtilmiştir. Gökdemir ve diğ. (2013) burulma düzensizliği katsayısının büyük olduğu binalarda moment taşıma kapasitesi ve yanal öteleme sınırlarının aşılabileceği, bunun da yapısal sistemin kötü performans sergilemesine neden olabileceği sonucuna varmıştır. Momen ve diğ.(2016) planda düzensizliği bulunan, planı L şeklinde olan çok katlı bina ile taşıyıcı sistemi düzenli olarak tasarlanan binayı referans almak suretiyle deprem analiz sonuçlarını karşılaştırmıştır. Düzensiz binada oluşan tepe yer değiştirmelerinin, düzenliye göre %135 kadar arttığı hesap edilmiştir. Yapıdaki burulma düzensizliğinin deprem etkisi altında daha fazla kesme kuvveti ve devrilme momenti oluşmasına yol açtığı belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında, TBDY-2018 kuralları gereğince Dayanıma Göre Tasarımı (DGT) yapılmış, A1 ve A3 düzensizliklerinin bir arada bulunduğu 10 katlı taşıyıcı sistemi boşluksuz perde ve çerçevelerden oluşan betonarme bir binanın Şekil Değiştirmeye Göre Tasarımı (ŞDGT) gerçekleştirilmiştir. Her iki tasarım yönteminden elde edilen görelî kat ötelemeleri, kat kesme kuvvetleri ve kat yerdeğiştirme talepleri kıyaslanmıştır.

2. NÜMERİK MODEL

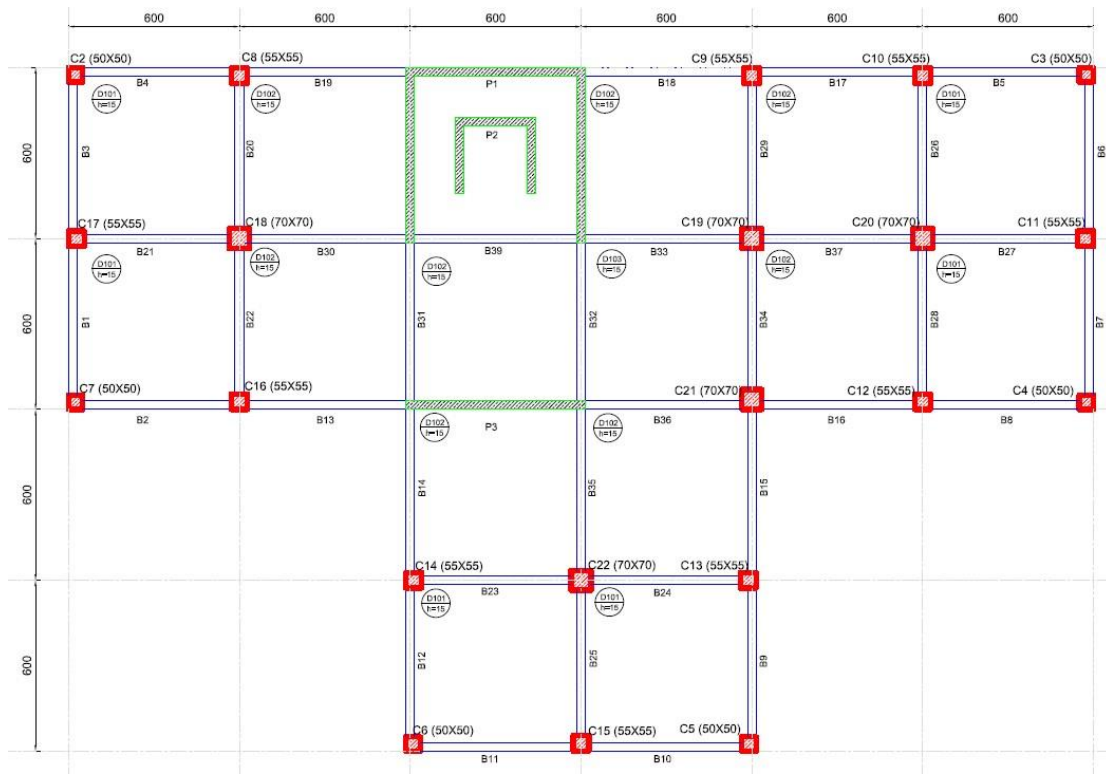
2.1. Dayanıma Göre Tasarım

Çalışmaya konu olan bina, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz perde ve çerçevelerin bir arada bulunduğu taşıyıcı sistem esas alınarak tasarlanmıştır. Bina 1 bodrum, zemin ve 8 normal kat

olmak üzere 10 kattan oluşmaktadır. Kat yükseklikleri 3.5 m olup toplam yapı yüksekliği 35 m'dir. Bodrum kat her iki yönde de perdelerle çevrelenmiştir.

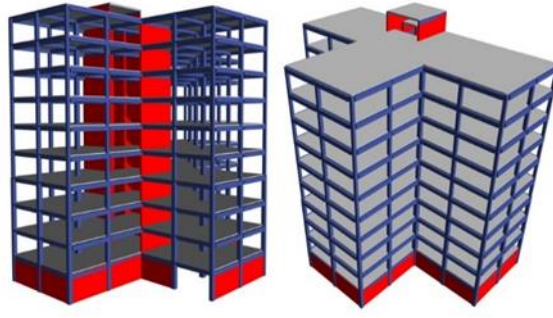
Kullanım amacı konut olarak tasarlanacak binanın bulunduğu yerel zemin sınıfı ZC' dir. 40.185793° enlem ve 29.103432° boylam koordinatları üzerinde inşa edilmesi planlanan bina DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için kontrollü hasar performansını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Binada C30/37 beton sınıfı, B420C mekanik özelliklerine sahip donatı çeliği sınıfı malzemeleri kullanılmıştır. Binanın plan boyutları X yönünde 6 m uzunluğunda 6 açıklıktan, Y yönünde ise aynı ölçülerde dört açıklıktan oluşturulmuştur. Maliyet açısından ekonomi sağlamak adına 3. normal kattan itibaren kolon boyutlarında küçültmeye gidilmiştir. Binanın zemin, 1., ve 2. kat kalıp planı Şekil 2.1' de verilmiştir. Diğer kat planları Temiz'in (2022) yapmış olduğu tez çalışmasından elde edilebilir.



Şekil 2.1. Zemin, 1. ve 2. kat kalıp planı

Şekil 2.2'de binanın perspektif görüntüsü, Tablo 2.1'de ise binanın konumuna bağlı olarak TBDY-2018' de belirtilen deprem hesabı parametreleri verilmiştir.

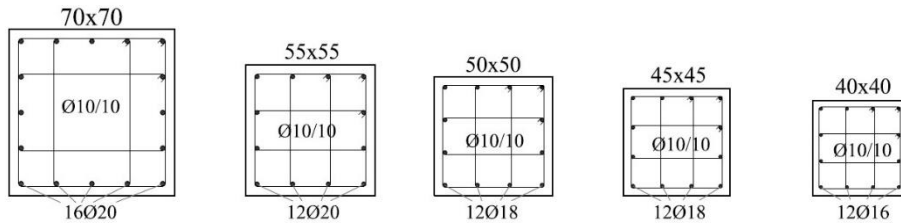


Şekil 2.2. Binanın perspektif görüntüsü

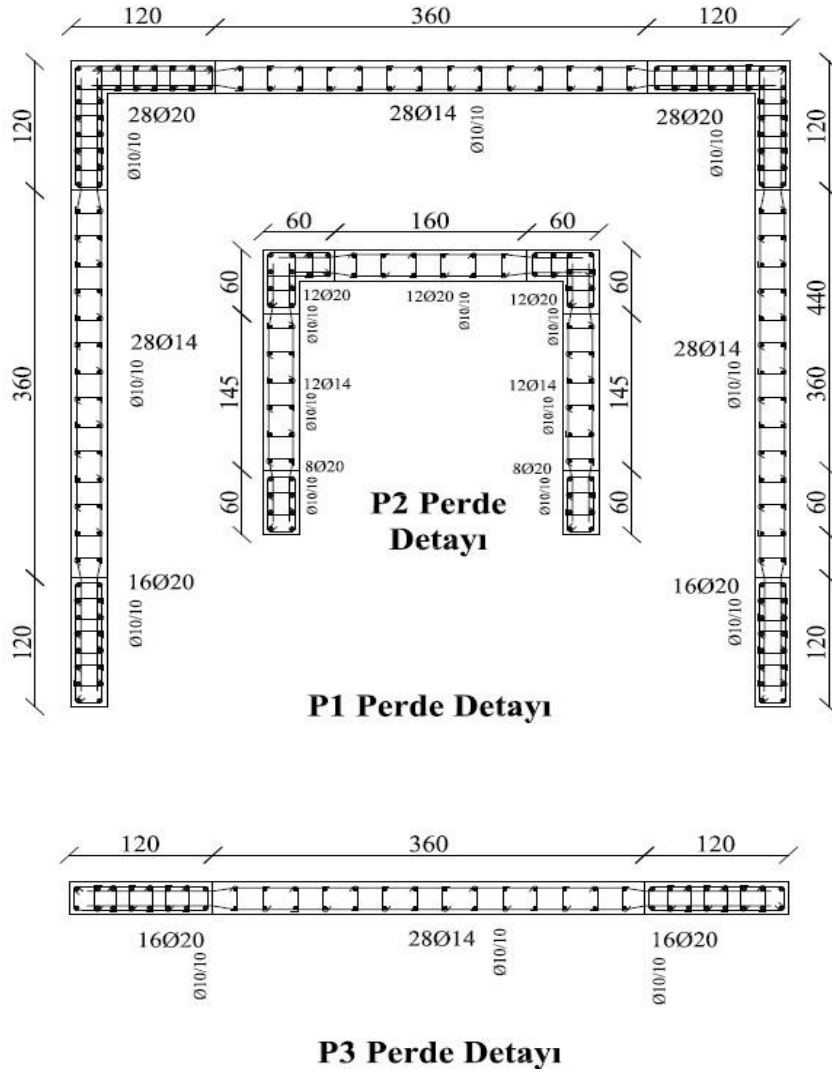
Tablo 2.1.Tasarıma esas yapı için deprem yükü hesap parametreleri

Parametre	Simge	Değer
Yerel Zemin Sınıfı		ZC
Deprem Yer Hareketi Düzeyi		DD-2
Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı	S_s	0.845
1.0 sn Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı	S_1	0.226
En Büyük Yer İvmesi (g)	PGA	0.352
En Büyük Yer Hızı (cm/sn)	PGV	21.572
Kısa Periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı	F_s	1.2
1.0 sn Periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı	F_1	1.5
Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{DS}	1.014
1.0sn Periyot için Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{D1}	0.339
Bina Önem Katsayısı	I	1.0
Bina Kullanım Sınıfı	BKS	3
Deprem Tasarım Sınıfı	DTS	1
Bina Yükseklik Sınıfı	BYS	4
Taşıyıcı sistem Davranış Katsayısı	R	7
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	D	2.5
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu (sn)	T_A	0.067
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu (sn)	T_B	0.334

TBDY-2018 esaslarına göre betonarme hesabı yapılan kolonlar tipleştirilmiştir. Paspayı 50 mm alınan kolonların enine ve boyuna donatı detayları Şekil 2.3’ te verilmiştir.

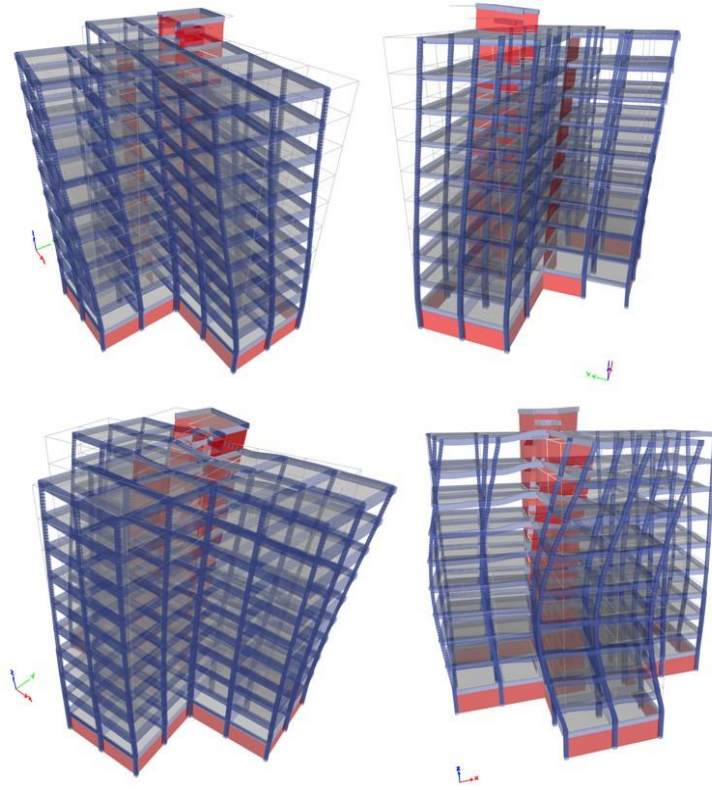


Şekil 2.3.Kolon enkesitleri



Şekil 2.4. P1, P2 ve P3 Perde detayları

Kirişler tablalı kesit olarak modellenmiş olup, kirişin konumuna göre belirlenmiş T ve L kesitler kullanılmıştır. Tüm kiriş kesitleri için, kesit gövde kalınlığı 300 mm, kesit yüksekliği 600 mm, net beton örtüsü 30 mm, enine donatı çapı 10 mm, enine donatı aralığı 100 mm olarak alınmıştır. Tabla genişlikleri, T kesitler için 1020mm, 1260mm; L kesitler için ise 780mm, 660mm olarak belirlenmiştir. Binada perde olarak tasarlanan 3 adet kesitin detayları ise Şekil 2.4’te verilmiştir. Binada eşdeğer deprem yükü yönteminin yanı sıra, ileri modların katkısını göz önüne almak adına Mod Birleştirme Yöntemi’ ne göre hesap da yapılmıştır. 30 adet titreşim modu dikkate alınarak modal analiz gerçekleştirilmiş ve modların toplam kütle katılım oranının %95 olması sağlanmıştır. Bina ilk 4 titreşim modu için kütle katılım oranları Tablo 2.2’de ve mod şekilleri ise Şekil 2.5’ te verilmiştir.



Şekil 2.5. Bina'nın 1.2.3. ve 4. Mod şekilleri

Tablo 2.2. Bina kütle katılım oranları

Mod Sayısı	Periyot (sn)	Kütle Katılım Oranları		
		X Yönü	Y Yönü	qz Yönü
1	1.336	0.2547	0.0867	0.3248
2	1.138	0.0575	0.5591	0.0313
3	0.789	0.3262	0.0028	0.3186
4	0.387	0.0575	0.0115	0.0592

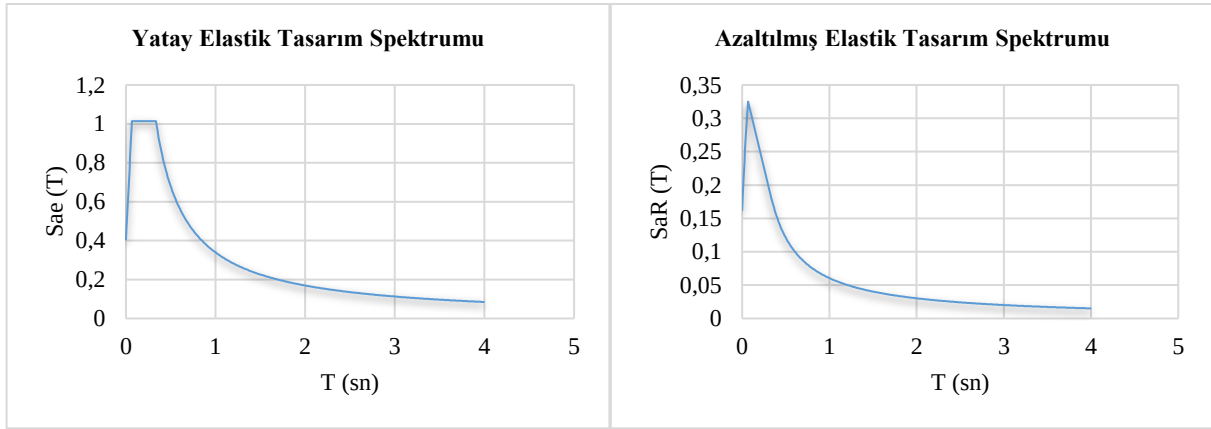
TBDY-2018'e göre X ve Y doğrultuları için ampirik bağıntılarla hesaplanan periyot değerleri Tablo 2.3' te verilmiştir.

Tablo 2.3. Yapıya ait X ve Y yönlerindeki periyot değerleri

Yön	Periyot Değeri (sn)
$T_p^{(X)}$	1.0377
$T_p^{(Y)}$	1.1599

Binada perde elemanların karşıladığı devrilme momentlerinin TBDY-2018' de verilen sınırları karşılayamaması nedeniyle Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=(4/5)*7$ olarak belirlenmiştir. Bu katsayı dikkate alınarak ilgili parametrelerle yönetmelik esaslarına göre belirlenen yatay

elastik tasarım spektral ivmenin periyota bağlı grafiği ve periyota bağlı azaltılmış tasarım spektral ivme grafiği Şekil 2.6’ da verilmiştir.



Şekil 2.6. Elastik tasarım spektrumları

Mod birleştirme yönteminde Tam Karesel Birleştirme Kuralı (TKB) uygulanmıştır. Eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemleri ile elde edilen taban kesme kuvvetleri Tablo 2.4’ te verilmiştir.

Tablo 2.4. Eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemleri deprem yükleri

Hesap Yönü ve Yöntemi	F_x (kN)	F_y (kN)
Eşdeğer Deprem Yükü X Yükleme	4817.078	-
Eşdeğer Deprem Yükü Y Yükleme	-	3339.784
Mod Birleştirme X Yükleme	3430.738	1185.373
Mod Birleştirme Y Yükleme	1185.376	3782.455

Çalışmaya konu olan bina için X ve Y yönlerinde hesaplanan burulma düzensizliği kontrolleri yapılmış, X yönünde en büyük değer birinci katta 1.529, Y yönünde ise yine 1. katta 1.455 olarak bulunmuştur.

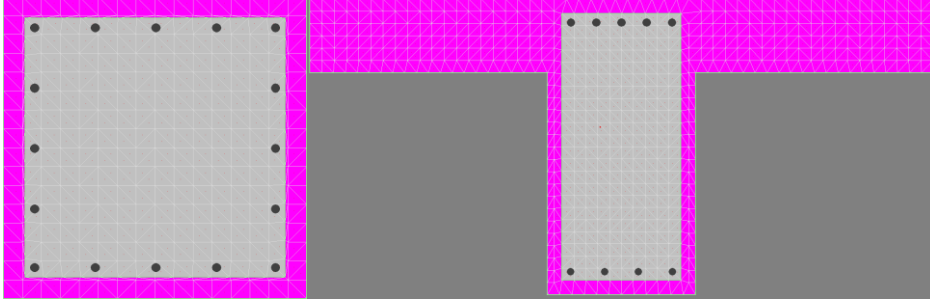
Binanın planda çıkıntı yapan kısımlarının, birbirine dik her iki doğrultu için de göz önüne alınan doğrultudaki bina toplam uzunluğuna oranının %20’ den büyük olması durumu A3 türü düzensizlik olarak tanımlanmaktadır. Çalışmamıza esas bina için A3 türü düzensizlik kontrolü Tablo 2.5’ de verilmiştir.

Tablo 2.5. X ve Y yönleri için A3 türü düzensizlik kontrolü

Yön	Çıkıntı Uzunluk(a) (m)	Toplam Uzunluk(L)(m)	$a > 0.2 \cdot L$ (m)	Düzensizlik
X	12	36	$12 > 7.2$	A3 Düzensizliği Var
Y	12	24	$12 > 4.8$	A3 Düzensizliği Var

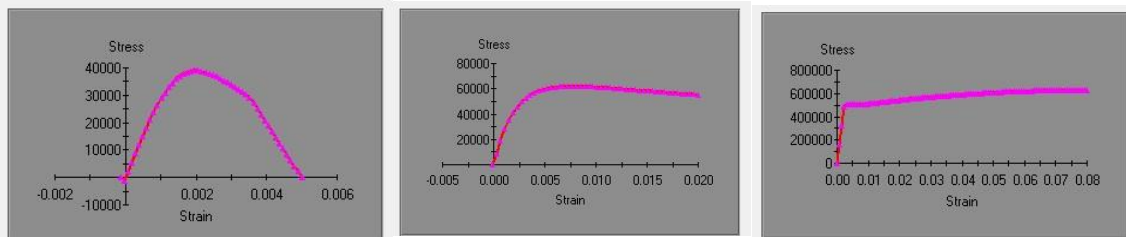
2.1. Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım

TBDY-2018 Ek 5A.1 maddesinde önerildiği üzere şekil değiştirmeye göre hesaplamalarda beton için Mander sargılı ve sargısız beton modelleri, donatı çeliği için ise parabolik pekleşen çelik modelinin kullanılmıştır.



Şekil 2.7. XTRACT Kolon enkesiti (70x70)cm ve Tkenar_Tip1 kiriş enkesiti

Kolon ve kiriş kesitlerinin moment-eğrilik ilişkileri XTRACT programı ile oluşturulmuştur. Tipik bir kolon ve kiriş kesiti için oluşturulan XTRACT modelleri Şekil 2.7' de verilmiştir. Bina tasarım aşamasında olduğundan, sargısız beton basınç dayanımı olarak karakteristik dayanım ($f_{ck}=30$ MPa) yerine beklenen dayanım (f_{ce}) olan 39 MPa kullanılmıştır. Elastisite modülü $E_c \cong 5000\sqrt{f_{co}}[MPa]$ formülüne göre hesaplanmıştır. B420C kalitesinde donatı çeliği için akma dayanımı yerine yine beklenen akma dayanım ($f_{ye}=420 \times 1.2=504$ MPa) kullanılmıştır. Donatı çeliğinin beklenen kopma dayanımı ise $f_{ue}=504 \times 1.25=630$ MPa olarak hesaplanmıştır. Gerilme değerlerinin kPa birimi olarak verildiği malzeme gerilme-birim şekil değiştirme grafikleri Şekil 2.8' de ki gibi programa tanımlanmıştır.



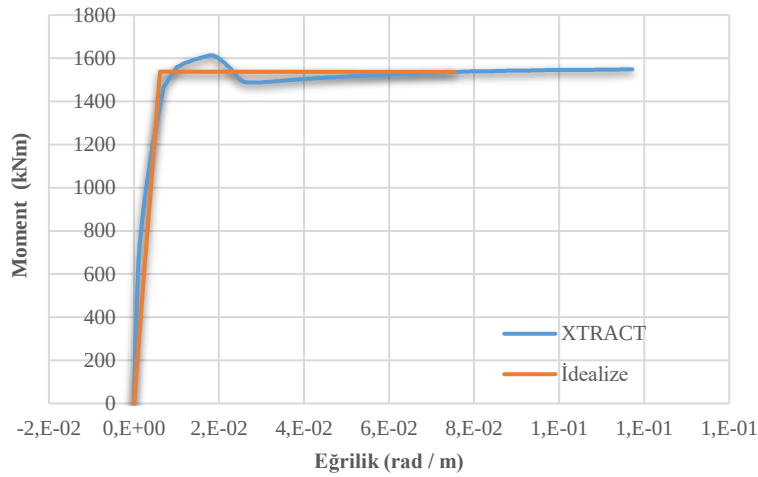
Şekil 2.8. XTRACT Kolon sargısız ve sargılı beton modelleri (70x70)cm ve donatı çeliği modeli

Yığılıl plastisite davranışına göre modellenen kolon ve kiriş elemanlarının etkin kesit rijitlikleri

TBDY-2018 Madde 5.4.5.2' de verilen $(EI)_e = \frac{M_y}{\theta_y} \frac{L_s}{3}$ denkleminde hesaplanmıştır. Burada

belirtilen θ_y plastik mafsals akma dönmesi ise; $\theta_y = \frac{\phi_y L_s}{3} + 0.0015\eta \left(1 + 1.5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{\phi_y d_b f_{ye}}{8\sqrt{f_{ce}}}$ ile hesaplanmıştır.

Moment-eğrilik ilişkilerinin iki doğrulu olarak idealleştirilmiştir. Zemin kat 70x70 cm boyutundaki örnek bir kolon için iki doğrulu idealleştirilmiş moment-eğrilik ilişkisi Şekil 2.9’da verilmiştir

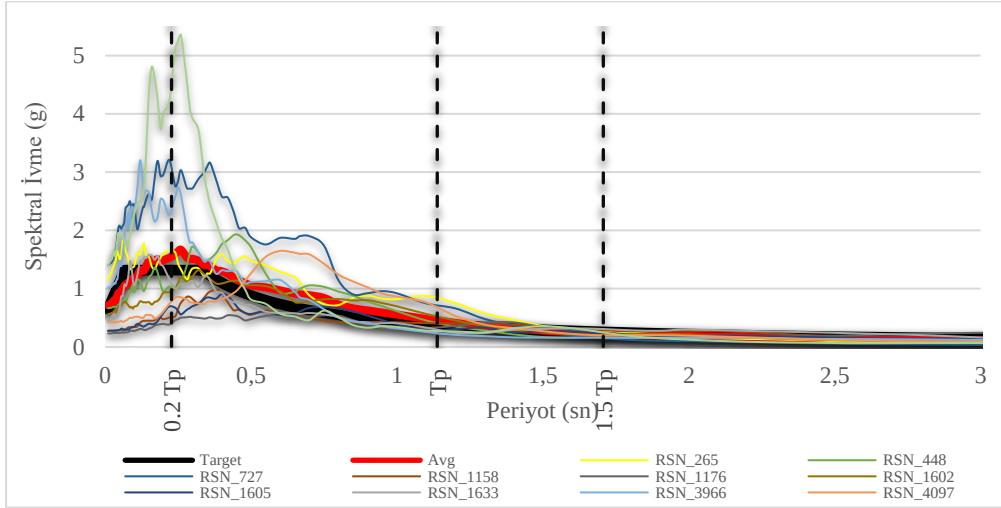


Şekil 2.9. Zemin kat 70x70 kolon moment eğrilik ilişkisi

Kolonlar için iki eksenli eğilme ve normal kuvvet etkileşimini dikkate alan PMM mafsalları tanımlanmıştır. Kirişler için ise M3 mafsalları tanımlanmıştır.

Perdelerde yayılı plastik davranışı gözetmek adına, perdeler doğrusal olmayan malzeme özelliklerinin atanabildiği kabuk elemanlarla (kesit hücresi modeli) modellenmiştir. Perde başlık bölgelerine sargılı beton; gövdeye ise sargısız beton malzemesi atanmıştır.

Deprem verilerinin seçilmesi için Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) veri tabanı kullanılmıştır. On bir adet deprem ivme kaydı takımının seçilmesi esnasında; tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleri, yapı konumunun faya olan uzaklığı, depremin kaynak mekanizması ve yerel zemin koşulları gibi parametreler dikkate alınmıştır. Uygun olarak seçilen deprem kayıtları kayıt isimleri sırasıyla; Vitoria Mexico, Morgan Hill, Superstation Hills-02, Kocaeli-Duzce, Kocaeli-Yarımca, Duzce-Bolu, Duzce-Duzce, Manjil-Abbar, Tottori, Parkfield-02, Düzce-IRIGM şeklindedir (Şekil 2.10).



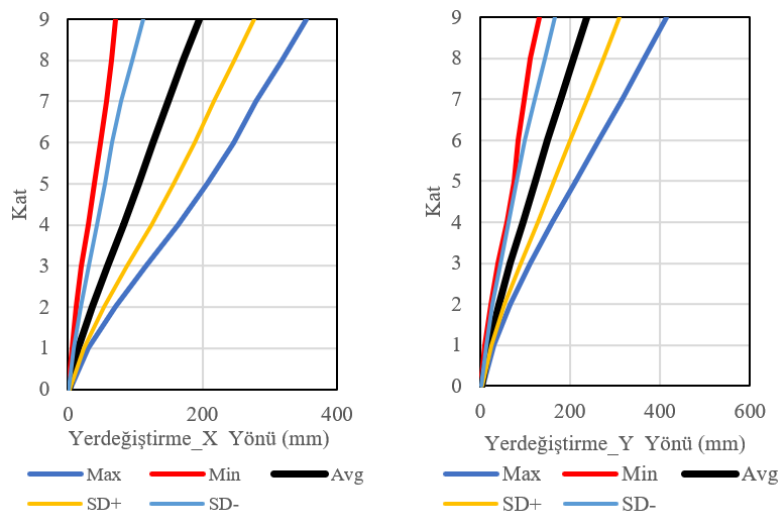
Şekil 2.10. Deprem kayıtları spektrumları ve hedef spektrum

3. DEĞERLENDİRME

On bir deprem yer ivmesi kayıt takımı ile gerçekleştirilen 22 adet zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz (ZTA) sonucu elde edilen bazı deprem istemi büyüklüklerinin zaman serileri süresince oluşan mutlak değerce en büyük değerleri hesaplanmıştır. Her bir deprem kaydından elde edilen tepe değerleri kullanılarak, 22 adet analizinin en büyük, en küçük, ortalama ve ortalama $\pm$ standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Dikkate alınan istem parametreleri kat ötelemeleri, görelî kat ötelemeleri ve kat kesme kuvvetleridir. Ayrıca ZTA sonucu elde edilen ortalamalar ile mod birleştirme sonuçları (MBY) karşılaştırılmıştır.

3.1. Kat Yerdeğiştirme Değerleri

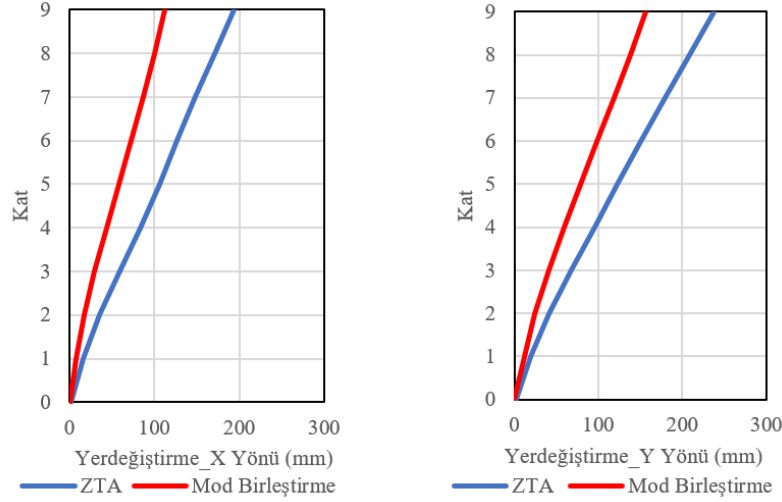
X ve Y yönleri için kat yüksekliği boyunca yerdeğiştirme değişimleri Şekil 3.1' de verilmiştir.



Şekil 3.1 ZTA sonucu elde edilen X ve Y yönü kat yerdeğiştirmeleri

X yönü tepe yerdeğiştirme değeri en küçük 71 mm, en büyük değeri 355 mm iken ortalama değer ise 195 mm bulunmuştur. Y yönü tepe yerdeğiştirmesi en küçük değeri 132mm, en büyük değeri 414mm ve ortalama değeri 238mm olarak hesap edilmiştir.

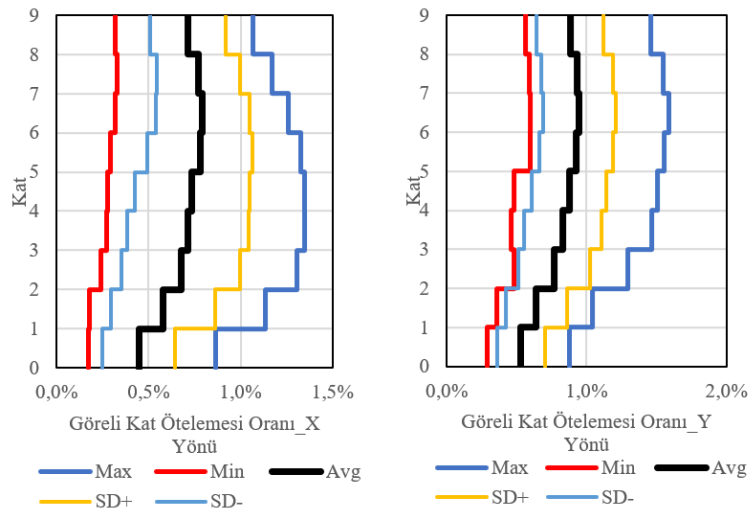
Ayrıca MBY ve ZTA yöntemleriyle elde edilen yerdeğiştirme sonuçları karşılaştırılmış ve Şekil 3.2’ de gösterilmiştir. Zaman tanım alanında hesap sonucu elde edilen yerdeğiştirmeler için rölatif hata oranı X yönü için %42.2, Y yönü için ise yaklaşık %34.5’tur.



Şekil 3.2. ZTA ile MBY’nin yerdeğiştirmeler açısından kıyaslanması

3.2. Görelî Kat Ötelemeleri Oranı

X ve Y yönleri için kat yüksekliği boyunca değışen görelî öteleme oranı değeri Şekil 3.3’ te verilmiştir.

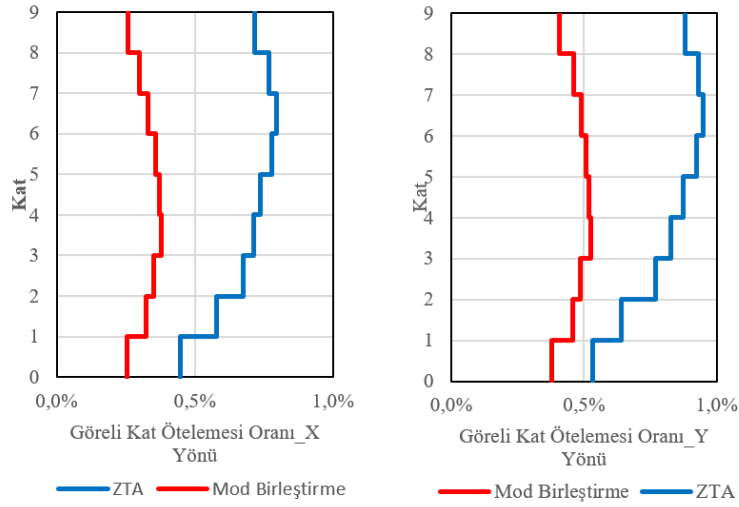


Şekil 3.3. ZTA ile elde edilen X ve Y yönü görelî kat öteleme oranları

X yönü görelî kat ötelemesi oranının en küçük değeri zemin katta 0.001719, en büyük değeri 4.katta 0.013486 olarak bulunmuş ve yönetmelikte verilen denklem ile hesaplanan sınır değeri

olan 0.01965 değerinden küçük çıkmıştır. Y yönü görel kat ötelemesi oranı en küçük değeri ise zemin katta 0.002863, en büyük değeri 7.katta 0.015859 olarak bulunmuş ve bu değer in de yönetmelik sınır değeri olan 0.01965 değerinden küçük olduğu görülmüştür.

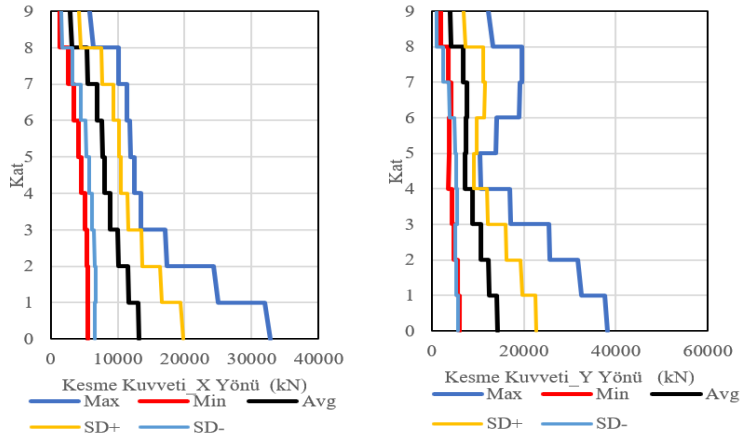
Ayrıca MBY ve ZTA yöntemleriyle elde edilen görel kat ötelemeleri sonuçları karşılaştırılmış ve Şekil 3.4’ de gösterilmiştir. Kat ötelemelerinde oluşan farklılığın tepe yerdeğiştirmelerine de yansıdığı belirlenmiştir. Doğrusal olmayan analizde X yönü için % 64'lere varan, Y yönü değerleri için ise % 54'lere varan oranlarda fark oranı oluşmuştur. Binanın doğrusal olmayan analizde daha fazla görel kat ötelemeleri yaptığı, bu yöntemin daha olumsuz sonuçlar verdiği söylenebilir.



Şekil 3.4. ZTA ile MBY'nin görel kat ötelemeleri açısından kıyaslanması

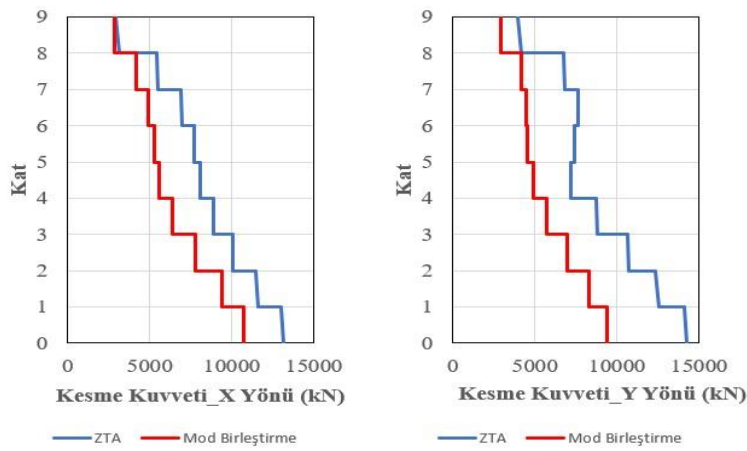
3.3. Kat Kesme Kuvvetleri

X ve Y yönleri için kat yüksekliği boyunca değışen kesme kuvveti dağılımları Şekil 3.5’ de sunulmuştur.



Şekil 3.5. ZTA sonucunda elde edilen X ve Y yönü kat kesme kuvvetleri

Ayrıca MBY ve ZTA yöntemleriyle elde edilen kat kesme kuvveti değerleri karşılaştırılmış ve Şekil 3.6' da gösterilmiştir. Burada, MBY ile elde edilen kesme kuvvetleri (V_d) tasarım kesme kuvvetleri olduğundan bu kuvvetlerini gerçek dayanımlara (V_y) dönüştürmek için MBY yöntemiyle hesaplanan değerler dayanım fazlalığı katsayısı ile ($V_y=D \cdot V_d$) çarpılmıştır. MBY sonuçlarına göre X yönünde 10738 kN olarak hesaplanan taban kesme kuvveti ZTA' da 13170 kN olarak bulunmuştur. Benzer farklılık Y yönünde geçerli olmakla birlikte, Mod Birleştirme ve ZTA hesaplamaları sonucunda oluşan taban kesme kuvvetleri sırasıyla 9400 kN ve 14225 kN olarak hesap edilmiştir. X yönü için zemin katta taban kesme kuvvetleri arasında % 22.6' lık fark oranı, son katta ise bu oran 0' a yakındır. Y yönünde taban kesme kuvvetleri arasında zemin katta %51.3' lık fark oranı, son katta ise %32,4 fark oranı mevcuttur.



Şekil 3.6. ZTA ile MBY'nin kat kesme kuvvetleri açısından kıyaslanması

4. SONUÇ

Bu çalışmada dayanıma göre tasarımı yapılan A1 ve A3 türü düzensizlikleri barındıran bir betonarme binanın şekildeğiştirmeye göre tasarım kapsamında 22 adet ZTA analizi gerçekleştirilmiştir. Dayanıma göre tasarım kapsamında MBY sonuçları ile birlikte şekildeğiştirmeye göre tasarım sonuçları değerlendirildiğinde, ZTA analizlerinin daha büyük deprem istemi verdikleri açıkça görülmüştür. Bu durum A1 ve A3 türü düzensizliklerin davranışa olan olumsuz etkilerinin doğrusal olmayan analiz ile daha büyük ölçekte ortaya konduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Temiz, M.M. 2022. TBDY-2018' e göre tasarlanmış planda A1 ve A3 düzensizliği bulunan betonarme bir binanın performans analizi. Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kefeli, E. 2019. Planda düzensizliği bulunan betonarme binaların Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre performanslarının değerlendirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Balta, H. 2020. Betonarme binaların burulma düzensizliği dikkate alınarak doğrusal olmayan davranışlarının incelenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Momen, M. A., Abdel Raheem, S. E., Ahmed, M. M., & Abdel Shafy, A. G. (2016). Irregularity effects on the seismic performance of L-shaped multi-story buildings. *Journal of Engineering Sciences*, 44(5), 513-536.
<https://doi.org/10.21608/JESAUN.2016.111440>
- Gökdemir, H., Özbasaran, H., Doğan, M., Unluoğlu, E., & Albayrak, U. (2013). Effects of torsional irregularity to structures during earthquakes. *Engineering Failure Analysis*, 35(2013), 713-717.
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.06.028>
- Erdem, H. (2016). Burulma düzensizliğinin betonarme kirişler ve kolonlar üzerine etkileri. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2), 148-156.
<https://doi.org/10.28948/ngumuh.295204>
- Mander, J. B., Priestley, M. J., & Park, R. (1988). Theoretical stress-strain model for confined concrete. *Journal of structural engineering*, 114(8), 1804-1826.
- Url-1<<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>> erişim tarihi 15.06.2022
- Url-2<<https://ngawest2.berkeley.edu/>> erişim tarihi 20.10.2021
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY). (2018). T.C. Resmi Gazete, 30364, 12 Mart 2018.
- ETABS Ultimate (Version 19.0.0) [Computer Software] Extended Three Dimensional Analysis of Building System, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- XTRACT (Version 3.0.9) [Computer Software] Cross-Sectional X Structural Analysis of Components, Imbsen Software Systems, Sacramento, CA 85827, USA.

ATIK UÇUCU KÜL VE SİLİS DUMANI MALZEMELERİNİN BETON YOLLARDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN GENEL BİR DEĞERLENDİRMESİ

Ms. Doğan BORİZAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-5022-8471

Dr. Öğr. Üyesi Zehra Funda AKBULUT

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-7621-7607

Prof. Dr. Soner GÜLER

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-9470-8557

ÖZET

Karayollarında yol üstyapı kaplamalarında esnek ve rijit (beton) kaplamalar kullanılmaktadır. Asfalt yollar beton yollara kıyasla yapımı ve bakımı daha kolay ve hızlıdır. Asfalt kaplamalarda beton yollar gibi inşa aşamasında kür edilmesi gerekmediğinden, tyol tabakaların inşası hızlı bir şekilde tamamlanarak kısa bir zamanda trafiğe açılabilmektedir. Bundan dolayı, ülkemizde karayolu ağlarında beton yolların asfalt kaplamalı yollara kıyasla kullanımı oldukça düşüktür. Beton yollar, çimento bağlayıcılı betondan teşkil edilen üzerinden geçen yükü tabana ileten rijit bir üstyapı kaplama türüdür. Yol kaplama betonunun bünyesinde; çimento, agrega, su, kimyasal, mineral katkı malzemeleri ve çeşitli lifler yer alabilmektedir. Beton yolların diğer kaplama türlerine göre avantajları beton yolların yapısal ömrü fazla olup dayanımları daha yüksek olması, ana ham maddesinin yüzde yüz yerli olması bakımından daha ekonomik olması, trafik emniyeti açısından gece görüşünü kolaylaştırıp ve de daha kısa mesafede durmayı sağlaması vb. özellikleridir. Beton yol her mevsim şartlarında uygulanabilir olup çevreci bir kaplama türüdür. Son yıllarda, beton kaplamalı yollarda bağlayıcı malzeme olarak kullanılan çimentonun uçucu kül (UK) ve silis dumanı (SD) gibi endüstriyel atık malzemelerle yer değiştirerek kullanılması ile betonun fiziksel ve mekanik özelliklerinde olumlu değişiklikler yapılabilmektedir. Ayrıca, çimento üretiminden kaynaklı karbon dioksit (CO₂) gazı salınımının atmosfere salınımının azaltılmasıyla daha çevre dostu ve sürdürülebilir yollar inşa edilebilmektedir. Bu çalışmada literatür bilgilerinden faydalanılarak UK ve SD kullanılmış beton yol kaplamaların kullanılabilirliği üzerinde genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beton yol, uçucu kül, silis dumanı, sürdürülebilirlik, fiziksel ve mekanik özellikler

ABSTRACT

Flexible and rigid (concrete) pavements are used in highway pavements. Asphalt roads are easier and faster to construct and maintain than concrete roads. Since asphalt pavements do not need to be cured during construction like concrete roads, the construction of road layers can be completed quickly and opened to traffic in a short time. Therefore, our country's use of concrete roads in highway networks is very low compared to asphalt paved roads. Concrete pavements are rigid pavements made of cement-bonded concrete that transmits the load passing over it to the base, within the road pavement concrete; cement, aggregate, water, chemical, mineral additives, and various fibers. The advantages of concrete roads compared to other pavement types are that the structural life of concrete roads is more extended, their strength is higher, the primary raw material is more economical in terms of being one hundred percent domestic, it facilitates night vision in terms of traffic safety and provides stopping at a shorter distance. The concrete road can be applied in all seasons and is an environmentally friendly coating. In recent years, positive changes can be made in the physical and mechanical properties of concrete by replacing cement, which is used as a binding material on concrete paved roads, with industrial waste materials such as fly ash (FA) and silica fume (SF). In addition, by reducing the emission of carbon dioxide (CO₂) gas from cement production to the atmosphere, more environmentally friendly and sustainable roads can be built. In this study, a general evaluation was made of the usability of UK and SD-used concrete pavements by using the literature.

Keywords: Concrete pavement, fly ash, silica fume, sustainability, physical and mechanical properties

GİRİŞ

Çimento, ince ve kaba grega, su ve farklı kimyasal katkıları kullanılarak üretilen üstyapı kaplamaları “beton yollar” olarak adlandırılmaktadır. Beton yollar şehir içi yollarda, orta ve ağır trafik yoğunluğu olan yollarda tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Beton yollar kaliteli ve ekonomik bir kaplama tipidir. Betonun yüksek rijitliğe sahip olması nedeni ile büyük yüklerin yolun tabanına zarar vermesi büyük ölçüde önlenmektedir [1-3]. Beton kaplamanın bilinen en önemli avantajı yüksek dayanıma ve esnek kaplamalara kıyasla daha uzun servis ömürlerine sahip olmalarıdır. Beton yolun esnek üst yapıya göre ilk yapım maliyeti zemini sağlam olmayan trafiği yüksek yoğunluklu yollarda daha düşüktür. Ayrıca, zemini sağlam olmayan trafiği yüksek yoğunluklu yollarda beton yolların bakım onarım maliyetleri esnek kaplamalara kıyasla oldukça düşüktür. Bundan dolayı, bakım ve onarım maliyetleri de gözönüne alındığında esnek kaplamalara kıyasla beton yol kaplamalarının

maliyet açısından daha çok tercih edilmesi gerektiği aşîkardır. Ülkemizde karayolu ağının büyük bir bölümünü ağır taşıt trafiğinin olduğı gözönüne alınırsa beton yolların hem ekonomik olması hem de daha uzun servis ömürlerine sahip olmasından dolayı asfalt ile yapılan esnek kaplamalara kıyasla yakın zamanda daha çok tercih edileceğı bir gerçektir. Ancak, şu an itibariyle ülkemizde beton yolların karayollarında asfalt kaplamalara kıyasla kullanımı oldukça düşüktür. Beton kaplamaların rijit olması adeta elastik bir zemine oturan kiriş gibi çalışmasını sağlar ve üzerine gelen ağır taşıt yüklerini yayarak üniform bir şekilde taban zeminine iletirler. Beton kaplamaların yüksek dayanıma sahip olması, rijit olması, daha az deformasyon yapması ve üsünde oluşan gerilmeleri daha geniş alanlara yayarak alt tabakalara iletmesi asfalt kaplamalara kıyasla daha zayıf temel tabanına sahip zeminlerde daha iyi sonuçlar vermesini sağlamıştır [4-6]. Ayrıca, beton yol kaplamalarında bağlayıcı malzeme olarak kullanılan çimentonun hammaddesi tamamen yerlidir. Buna bağılı olarak ülkemizde bulunan çimento fabrikaları üretimlerini tamamen yerli kaynaklarla dayanarak gerçekleştirebilmektedirler. Bundan dolayı, petrol üretmeyen ve petrolün damıtılmasıyla elde edilen bitüm malzemesine sahip olmayan ülkemizde asfalt kaplamalı yolların ekonomik olmayacağı oldukça aşîkardır. Buna karşın, çok sayıda çimento fabrikasına sahip çimento üretimi açısından zengin bir kapasiteye sahip ülkemizde beton yol yapımının asfalt kaplamaları yollara kıyasla daha rantabl olduğı görölmektedir. Türkiye gibi petrolü ithal eden ölkelerde esnek kaplamalarda kullanılan asfaltın yol yapım alanlarına rafinerilerden taşınmasının ilave maliyetler doğuracağı da unutulmamalıdır [7-10].

1. BETON YOLLARDA PUZOLANİK MLAZEMELERİN KULLANIMI

İnşaat sektörü, önemli miktarda enerji ve kaynak tüketiminden sorumludur ve karayolu ağının inşası, işletilmesi ve bakımı önemli bir çevresel etkiye sahiptir. Halihazırda, ülkemizde mevcut karayolu ağının neredeyse tamamı asfalt kaplamalardan oluşmaktadır. Bunun en önemli nedeni, öncelikle, beton kaplama alternatiflerine kıyasla ilk inşaat maliyetinin düşük olması ve ikinci olarak, asfalt kaplamaların kullanımı daha eskiye dayandığı için uygulayıcılar tarafından daha çok bilinmesi ve daha çok benimsenmesidir. Buna karşın, son yıllarda, daha yüksek aşınma direnci ve daha düşük onarım ve bakım maliyetleri dahil olmak üzere yüksek dayanım ve durabilite özellikleri nedeniyle beton kaplama inşaatına artan bir ilgi vardır. Asfalt kaplamanın kullanılmadığı durumlarda, daha yüksek güneş ışınlarını yansıtması, yoğun nüfuslu alanlarda ısı adasından kaçınma ve daha düşük aydınlatma maliyetinin yanı sıra ağır kamyon yakıtında ekonomi gibi avantajlar da vardır. Öte yandan, beton kaplama yüzeyleri artan trafik gürültüsü seviyeleri gösterir ve buz çözücü tuzlar kullanıldığında özel dikkat gerektirir [11-13]. İnşaat sektörü tarafından enerji

tüketiminde önemli bir azalmaya ihtiyaç duyulduğundan, yol yapımındaki karar verme süreci, nihai yolun tüm yaşam döngüsü için teknik faydaların yanı sıra maliyet ve çevresel performansı da dikkate alarak alternatif çözümleri göz önünde bulundurulmalıdır. Beton yol kapamalarında bağlayıcı malzeme olarak çimento kullanılmaktadır. Çimento, yıllık 4 milyar tonu aşkın üretimiyle dünyada inşaat sektöründe en yaygın olarak kullanılan yapı malzemesidir. Bu miktarlar göz önüne alındığında çimento imalatı CO₂ gazı emisyonlarının önemli bir bölümünden sorumludur. Bu, öncelikli olarak klinker üretimi sırasında kalsiyum karbonatın kalsinasyonu, kömür gibi fosil yakıtların yakılması ve üretim esnasında öğütme için ortaya çıkan elektrik tüketiminden dolayı ortaya çıkmaktadır. Portland çimento klinkerinin her bir tonu yaklaşık olarak 1,25 ton kalker gerektirir ki bu da kalsinasyon sırasında 0.8-1 ton CO₂ gazı salınımına denk gelmektedir [14-16]. Üreticiler, çimento üretiminden kaynaklı CO₂ emisyonlarını önemli ölçüde düşürmek için beton yollarda kullanılan beton karışımlarda UK ve SD gibi puzolanik malzemeleri çimento ile yer değiştirerek beton karışımlarında kullanmayı önermişlerdir. UK betonda mineral katkı olarak kullanılan yapay bir puzolandır ve çoğunlukla kendi başlarına bağlayıcı olmadıkları halde, sönmüş kireçle hidratasyon reaksiyonuna girerek suda sertleşirler. UK'ler elektrik üreten termik santrallerden elde edilir. Genellikle endüstride kullanılmayan düşük kalorili kömürlerin çok ince öğütülerek termik santral fırınında yakılması sırasında yukarıya yükselen UK'ler, bacanın üst kısmında elektrofiltreler veya siklon adı verilen toz tutucularda, elektrostatik veya mekanik yöntemlerle tutularak depolanırlar. Küllerin tanecikleri küresel bir şekilde olup çapları 1-300 µm kadardır [17]. UK'ler beton karışında ya çimento ile ya da ince agrega ile yer değiştirerek karışıma eklenebilirler. Çimento üretimi sırasında klinkere katılıp öğütülerek UK katkılı çimento olarak da değerlendirilebilirler. UK'lerin puzolanik özellikleri de olduğundan bağlayıcı malzeme olarak çimento yerine kullanmak daha avantajlıdır. UK'ler daha büyük özgül yüzey ve inceliğe sahip olduklarından bağlayıcı hacminin artmasını ve çimentodan tasarruf etmeyi sağlar. Yapılan çalışmada %20 oranında UK kullanılmasının betonun basınç dayanımını artırdığını göstermiştir [18]. UK'lü betonlarda kütleme sıcaklığının yükseltilmesi ile basınç dayanımı artırılmış, birim ağırlıkları düşürülmüştür [19]. Yüksek dayanımlı betonlarda çimento yerine % 25 oranında UK kullanılması ile çekme ve eğilme dayanımları artmaktadır. Bununla beraber yüzeysel aşınma artmakta ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılığı iyileşmektedir [20]. UK endüstriyel atık bir malzeme olup uygun şartlarda depolanması önemlidir [21-22].

Diğer bir puzolanik malzeme olan silis dumanı (SD) yüksek saflıkta kuvarsitin silisyum veya ferrosilisyum alaşımı üretiminde kullanılan elektrik ark fırınlarında kok

kömürü ile ayrışması sonucunda meydana gelen çoğunlukla gri renkli bir tozdur [23-24]. SD tanecikleri çimento tanelerine göre daha küçük olduğundan karışımda yer alarak granülometriyi iyileştirirler. Ancak buna rağmen, sahip oldukları çok büyük yüzey alanından dolayı karışımın su ihtiyacını artırır. Çimentonun %5'i civarında beton karışımına SD katılması halinde su ilavesine gerek olmayabilirken daha fazla oranlarda kullanılması ile akınlaştırıcı katkıların kullanımını gerektirmektedir. Ayrıca, SD'nin betonda kullanımı kimyasal etkilere karşı beton karışımın dayanımını artırır. (Massazza, 1999). SD katkısının beton dayanımına etkisi belirli bir orana kadar kullanıldığında artırmaktadır. SD de diğer puzolanlar gibi yeni kalsiyum-silikat-hidrat (C-S-H) jelleri oluşmasını sağlamaları ile birlikte ince SD tanecikleri zayıf agrega-hamur arayüzey (ITZ) bölgesini sıkılaştırarak beton dayanımını iyileştirirler. Buna karşın belirli bir işlenebilirlik için su ihtiyacını artırmaları gibi olumsuz etkileri de vardır. SD ve çimento ile betonda kullanımı optimum SD miktarı bu etkilerin göreceli değerlerine bağlı olacak ve çimento, agrega, akışkanlaştırıcı katkı tip ve miktarları ile bakım koşulları gibi etmenlerden de etkilenecektir [25]. Betonun 28 günlük dayanımını arttırmayı amaçlayan çalışmalarda SD'nin genellikle çimentonun %5-%20'si oranlarında beton karışımına ilave edildiği ve gerekli olan işlenebilmeyi oluşturmak için %10'dan yukarı miktarların süperakışkanlaştırıcı katkılarla birlikte kullanılmasının daha uygun olduğu belirtilmiştir. Yüksek dayanımlı beton karışımlarında SD çimentonun ağırlıkça yaklaşık %15'i yerine katılmasının dayanım ve durabilite açısından daha olumlu sonuçlar verdiği gözlenmiştir [26-27]

2. SONUÇLAR

Beton yollar çimento bağlayıcısı kullanılarak imal edilen dayanımı ve rijitliği oldukça yüksek yollardır. Beton yollar asfalt kullanılarak imal edilen esnek kaplama yollara önemli bir alternatif oluşturmaktadırlar. Ancak, ülkemizde halen beton yolların kullanımı asfalt kaplamalara kıyasla oldukça düşüktür. Özellikle ağır trafik yüklerinin yoğun olduğu yollarda asfalt kaplamalara önemli bir alternatif olabilecek yollardır. Bileşimlerinde kullanılan malzemelerin tamamen yerel kaynaklardan elde edilebilmesi, uzun servis ömrüne sahip olması, dayanım ve durabilite özelliklerinin yüksek olması yakın gelecekte bu yolların karayolu ağında kendine daha fazla yer bulmasını sağlayacaktır. Ancak, beton yol kaplamalarda bağlayıcı olarak çimento malzemesi kullanımı beton yol kaplamaların sürdürülebilirlik açısından kullanımını sınırlamaktadır. Çimento üretimi esnasında yüksek miktarda CO₂ gazı salınımı olması beton yolların sürdürülebilirlik açısından en önemli handikaplarından birisidir. Bundan dolayı, beton yol kaplamalarında kullanılan betonlarda

UK ve SD gibi atık malzemelerin çimento ile yerdeğıştirerek kullanılması sürdürülebilirlik açısından son derece önemlidir. Bu sayede hem beton yol karışımlarında daha az miktarda çimento kullanılmasıyla havaya salınan CO₂ gazı salınımında önemli azalmalar olacak, hem de UK ve SD gibi atık malzemeler beton yol karışımlarında değerdendirilerek ekonomiye yeniden kazandırılmaları mümkün olacaktır. Ayrıca, UK ve SD kullanımı ile beton yolların dayanım ve durabilite özelliklerinin daha fazla iyileştirilmesi mümkün olmaktadır.

Acknowledgment

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) koordinasyon birimi tarafından FYL-2022-10332 adlı proje kapasamında desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) koordinasyon birimine teşekkür ediyoruz.

REFERENCES

- [1] Kozak M., 2010, “Beton Travers Üretiminde Agregası Türü (Bazalt-Kalker) ve Çelik Lifin Kullanılabilirliğinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- [2] Şimşek, O., Sancak, E., Yaprak, H., 2005, “Beton Yollarda Alternatif Bir Malzeme: Vakumlu Beton”, 4th International Advanced Technologies, ss 1132-1137, Konya.
- [3] Grubu, T. B. Y. T. Ç. (2003). Beton Yollar. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Türkiye Mühendislik Haberleri, (427), 38-44.
- [4] Yaman, İ. Ö., & Ceylan, H. (2013). Silindirle sıkıştırılmış beton yollar. THBB Hazır Beton Dergisi, 69, 82.
- [5] Kozak, M. (2011). Beton Yollar ve Beton Yol Yapımının Araştırılması. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(1), 89-99.
- [6] Bolat, H., Subaşı, S., Çullu, M., & Akkaya, U. (2010). Beton Yolları Bekleyen Tehlikeler. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6(1), 30-37.
- [7] Güner, H. (2004). Beton yollar (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi).
- [8] Şengün, E., & Yaman, İ. Ö. (2019). Beton Yollar... Neden olmasın?.
- [9] Çetin, O. (2009). Beton Yollarda Yeni Teknolojiler Silindirle Sıkıştırılan Beton (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [10] Çevik, N. (2014). Bazalt elyafların beton yollarda kullanılabilirliği (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [11] Yetim, E., & Yılmaz, D. (2019). Beton yollar ve silindirle sıkıştırılmış betonun Türkiye'deki yeni uygulama alanı.
- [12] Municipality, M. Beton Yollar–Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Örneği.
- [13] Şengün, E., Kıran, E., & Yaan, İ. Ö. (2017). Türkiye'de Beton Yol ve Beton Bariyer Fırsatları. Türkiye Hazır Beton Dergisi, Mayıs-Haziran 2017. 77, 82.
- [14] Kayıpmaz, M. T. (2019). Beton yollarda ısı genleşme ve gerilmelerin araştırılması (Doctoral dissertation, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).

- [15] Anlar, C. Beton ve asfalt yolların tercih kriterlerinin analizi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [16] Berberoğlu, Ş. (2011). Beton yollarda buz çözücü tuz etkisine su-çimento oranının etkileri.
- [17] Kocataşkın, F., “Yeni Gelişen Beton Malzemeleri”, İleri Beton Teknolojisi Ders Notları, İTÜ İnşaat Fakültesi, 1987, İstanbul
- [18] Sümer, M., “Uçucu Kül Atıklarının Beton Üretiminde Değerlendirilmesi”, I. Ulusal İnşaat & Çevre Sempozyumu, Salihli, Bildiriler Kitabı, ss. 179-185, 1994.
- [19] Koral, S. ve Özkul, H., “Endüstriyel Atıklardan Desülfojips ve Uçucu Külün Bağlayıcı Malzeme Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması”, Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması Semp. 3, Bildiri Kitabı, ss. 197-208, 1997, Eskişehir.
- [20] Yazıcı, Ş. ve Baradan, B., “Uçucu Kül Katkılı Yüksek Dayanımlı Beton”, Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması Semp., Bildiriler Kitabı, ss. 59-72, 1995, Ankara.
- [21] Mehta, P.K., “Reducing the Environmental Impact of Concrete,” Concrete International, Vol. 23, pp. 61-66, October 2001.
- [22] Malhotra, V. M., “Fly Ash, Silica Fume and RiceHusk Ash in Concrete: A Review”, Concrete International, 15(4), 23-28, 1993.
- [23] Yeğınobalı, A., Başkoca, A., 2005 “Afyonkarahisar’daki Beton Yolun Hikayesi”, TÇMB/ARGE/Y05.01, Ankara.
- [24] Türkiye Hazır Beton Birliği Beton Yollar Teknik Çalışma Grubu, 2003, “Beton Yollar”, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 247, 2003/5.
- [25] Jahren, P., “Use of silica fume in concrete”, ACI SP-79, 625-645, American Concrete Institute, Detroit, 1983.
- [26] Goldman, A. ve Bentur, A., “Bond effects in high strength silica fume concretes”, ACI Materials Journal, v.86, n.5, 440-447, 1989.
- [27] Johansen, R., “Report: 6, Long-term effects”, Report STF 65 A 81031, Cement and Concrete Research Institute, Trondheim, Norway, 1983.

SU YALITIM MALZEMELERİNİN YAPILARDA KULLANIMI**Ms. Emre URANLI**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Zehra Funda AKBULUT

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-7621-7607**Prof. Dr. Soner GÜLER**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-9470-8557**ÖZET**

Su ve diğer sıvıların betona nüfuz etmesi, beton yapıların ömrünü kısaltmakta bozulma ve diğer estetik problemlere sebep olmaktadır. Beton elemanların hizmet ömrünü uzatan su yalıtım katkı maddeleri üretmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Su yalıtımı; su ve nemin, yapıların taşıyıcı olan ve olmayan elemanları üzerindeki olumsuz etkilerini önleyerek, binaların servis ömürleri boyunca sağlıklı, konforlu ve güvenli kalabilmesi için alınan önlemlerden birisidir. Binalarda su yalıtımı uygulaması binaların hizmet ömrü boyunca içinde yaşayan bireylere konforlu ve güvenli bir yaşam sunabilmesi için hayati öneme sahiptir. Binalarda su yalıtımı işlemi uygulanmadığı takdirde herhangi bir yoldan beton içerisindeki donatıya sızan su, donatının korozyona uğramasına ve donatının özelliğini yitirerek taşıma gücünü kaybetmesine sebep olur. Ayrıca, binalara farklı yollardan sızan su duvarların ve taşıyıcı elemanların yüzeylerinde küf, mantar ve kararma gibi göze hoş gelmeyen görüntülerin oluşmasına yol açmaktadır. Buna ilave olarak, özellikle binaların temel betonlarının içerisinde sızan sular tekrarlı donma-çözülme etkileri altında betonun içinde çatlaklar oluşmasına ve betonun kırılarak parça atmasına sebep olabilir. Bundan dolayı, binalarda su yalıtım uygulamaları betonun dayanım ve durabilite özelliklerini koruması için oldukça önemlidir. Bunun yanı sıra, zararlı suların binalarda temas ettikleri yüzeylerde estetik açıdan oluşturduğu kötü görünümde binaların yaşam kalitesini azaltıcı etkiye sahiptir. Bu bildiride binalarda uygulanan su yalıtım yöntemlerinin genel bir değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beton, su yalıtımı, dayanım ve durabilite.**ABSTRACT**

The penetration of water and other liquids into the concrete shortens the life of concrete structures and causes deterioration and other aesthetic problems. Various studies have been carried out to produce waterproofing additives that extend the service life of concrete elements. Water isolation; is one of the measures taken to keep the buildings healthy, comfortable, and safe throughout their service life by preventing the negative effects of water and moisture on the bearing and non-bearing elements of the buildings. The

application of waterproofing in buildings is of vital importance in order to provide a comfortable and safe life to the individuals living in the buildings throughout their service life. If the waterproofing process is not applied in the buildings, the water leaking into the reinforcement in the concrete from any road causes the reinforcement to corrode and the reinforcement to lose its bearing capacity by losing its feature. In addition, water leaking into the buildings in different ways causes the formation of unsightly appearances such as mold, fungus and darkening on the surfaces of the walls and carrier elements. In addition, the water leaking into the foundation concrete of the buildings may cause cracks in the concrete under repeated freeze-thaw effects and cause the concrete to break into pieces. Therefore, building waterproofing applications are very important for concrete to maintain its strength and durability. In addition, harmful waters have a reducing effect on the quality of life of the buildings in the aesthetically bad appearance of the surfaces they come into contact with. In this paper, a general evaluation of the waterproofing methods applied in buildings has been made.

Keywords: Concrete, waterproofing, strength and durability.

1. GİRİŞ

Su yalıtımı bir yapının su etkisine karşı dayanıklı ve geçirimsiz olmasını, bunun sonucu olarak yapı içerisine su girişine direnç göstermesidir. Binaların servis ömürlerinin uzun olabilmesi, bu binalarda hayatlarını sürdüren insanlara sağlıklı konforlu ve güvenli bir ortam sağlayabilmesi için iç ve dış etkilere karşı bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Binalarda su yalıtımı, suyun yapının özellikle temel ve bodrum kat seviyelerinden içeri girerek taşıyıcı olan ve olmayan yapı elemanlarına zarar vermesini önlemek için yapılmaktadır. Suyun yapının dış kabuğundan içeri sızarak taşıyıcı olan ve olmayan yapı elemanlarının içine sızması binaların hasar görmesinin ve yıpranmasının en önemli sebebidir. Temelden sızan suların yanı sıra yağmur ve kar yağışı sonucu yapı cephelerinden de sular yapıların içerisine sızabilmektedir. Yağmur ve kar sularının yapı cephelerinden içeri sızmasını önlemenin etkili yollarından birisi yapıların dış cephelerine kaba sıva ve farklı özelliklere sahip cephe boyalarının kullanılmasıdır. Zeminden ve bodrum kat seviyelerinden içeri sızan sular taşıyıcı elemanların ve duvarların yüzeylerinde mantar, küf ve kararma gibi estetik görünümü olumsuz etkileyen görüntülere sebep olmaktadır. Su yalıtım malzemeleri, içinde barınan insanlara konforlu bir yaşam oluşturmak ve yapısal elemanlar olan demir, beton gibi malzemeleri, suyun oluşturduğu hasara karşı korumak için etkili bir şekilde kullanılabilirler. Özellikle binaların temel elemanlarında ve bodrum kat perdelerin dayanım

ve durabilite kapasitesini zayıflatan en önemli etkililerden birisi yapı içerisinde farklı yollardan sızan sulardır. Suyla temas halinde olan bina temellerinin gözeneklerinden içeri giran zararlı sular temel içerisinde bulunan donatının korozyona uğramasına sebep olur. Korozyona uğrayan donatı kesit kaybına uğrar ve projelendirme aşamasında öngörülen davranışından uzaklaşır. Ayrıca, soğuk iklim bölgelerinde beton içerisinde sızan su tekrarlı donma-çözülme etkileri sonrası beton içyapısında çatlakların oluşmasına ve betonun parçalanarak dağılmasına yol açabilir. Bu da betonun dayanım ve durabilite özelliklerini büyük ölçüde kaybetmesine, binaların düşey ve yatay yük taşıma kapasitelerinin azalmasına sebep olmaktadır. Bundan dolayı, bina temellerinde bulunan yeraltı sularının binalara verdiği zararı minimize etmek için su yalıtım önlemleriyle kontrol altına alınması gerekmektedir.

2. SU YALITIM MALZEMELERİNİN KULLANIMININ ÖNEMİ VE UYGULANAN YÖNTEMLER

Binaların temel ve bodrum kat seviyelerinde oluşan yeraltı sularının varlığı binalarda oluşturdukları nem ve rutubet açısından önemli bir sorundur. Yeraltı suları ve nem binaların servis ömrünü kısaltacak ve sağladığı hizmet kalitesini olumsuz yönde etkileyecektir. Binaların temellerinden gelen yeraltı su sızıntısını azaltmanın yollarından birisi yeraltı altyapısına bir drenaj sistemi kurmaktır. Ancak, bu drenaj sistemi çevredeki yeraltı sularının farklı yönlerde dağılarak kendilerine yeni su yollarını bulmasına sebep olabilir. Ayrıca, bu drenaj sistemlerinin olumsuz etkilerinden biriside arazi yapısının bozularak çökmesi gibi geoteknik sorunların ortaya çıkmasına sebep olabilir [1-3]. Bu nedenle, yeraltı sularının belirlenmesi ve kontrol edilmesi ve bu suların zararlı etkilerini önleyecek su yalıtım sistemlerinin kurulması yeraltı sularının yüzeye yakın olduğu durumlarda üzerine kurulan metro, kanalizasyon hattı, tüneller ve konut bodrumları gibi yapılar için oldukça önemlidir. Beton gözenekler ve kapiler boşluklara sahip bir yapı malzemesidir. Zararlı yeraltı suları ve tuzların betonun gözeneklerinden ve kapiler boşluklardan içeri girmesi betonun zaman bağlı etkiler altında parçalanmasına, ufalıp dağılmasına yol açabilmektedir. Yeraltı suları klorür, magnezyum ve sülfat iyonları içerdiği için bu iyonların beton içyapısına nüfuz etmesi hem donatının korozyona uğramasına hem de betonun dayanım ve durabilite özelliklerini büyük ölçüde kaybetmesine sebep olacaktır [4-6]. Literatürde bulunan birçok çalışma, betonun su geçirimsizliğinin (penetrasyonunun) betonun yetersiz dayanım ve durabilite özelliklerine sahip olmasının ana nedeni olduğunu göstermiştir. Bundan dolayı, su geçirimsizliğinin azaltılması, yukarıda bahsedilen zararlı iyonların beton içyapısına sızmasını engellemekte, bu da betonun dayanım ve durabilite özelliklerini önemli oranda iyileştirebilir. Betona uygulanan hidrofobik yöntemler betonun geçirimsizlik özelliklerini geliştirmek için uygulanan etkili

bir yöntemdir [7-9]. Temel ve bodrum seviyelerinden yapı içerisine giren zararlı sular betonun gözenekli yapısından faydalanarak betonun içyapısına sızmaktadır. Su beton içyapısında bulunduğu kapiler boşluklardan sızarak yapının üst kısımlarına doğru ilerleyerek taşıyıcı olan ve olmayan yapısal elemanlarda hasarlara neden olabilmektedir. Genellikle yapılarda su yalıtımı malzemeleri sürme tipi malzemelerdir. En yaygın olarak kullanılan sürme tip su yalıtım malzemeleri çimento esaslı malzemeler, bitüm esaslı malzemeler ve akrilik esaslı malzemelerdir. Son yıllarda yapılan çalışmalara bağlı olarak, bazı su yalıtım malzemeleri toz halinde üretilmektedir. Bu toz halindeki su yalıtımı malzemeler taze beton dökülmeden önce temel yüzeylerine serpilmekte ve sonradan taze beton karışımlarının içine girmektedir. Toz halindeki bu yalıtım malzemesi reaktif özellik göstererek beton içindeki mikro ve makro boyuttaki çatlakların gelişimini etkili bir şekilde sınırlamaktadır [10-11]. Su yalıtım malzemeleri, nem ve oksijenin donatı yüzeyine erişimini önleyerek korozyon hızını düşürmede çok etkili olabilir. Çeliğin korozyonu, özellikle betonarme yapılarda durabilite sorunlarının en yaygın mekanizmalarından biridir. Donatılar betona gömüldüğünde, beton paspayının sağladığı koruma sayesinde donatı yüzeylerinde demir oksit pasif bir film oluşur ve donatıların korozyona uğraması önemli oranda önlenmiş olur [12-13]. Buna karşın, farklı tipte iyonların beton içyapısına nüfuz etmesi pasif, koruyucu filme zarar vererek donatının korozyonunu hızlandırabilir [14-20].

3. SONUÇLAR

Binaların yeraltı sularına karşı temel ve bodrum kat seviyelerinde yalıtım malzemeleri kullanılarak geçirimsizliklerinin azaltılması oldukça önemlidir. Son yıllarda ülkemizde ve dünyada teknolojik gelişmelere bağlı olarak yeni yalıtım yöntemlerinin binalarda uygulandığı görülmektedir. Su yalıtımı yapılmamış binaların dayanım ve durabilite özelliklerinin yanı sıra binadaki yaşam konforunda oldukça olumsuz etkilendiği aşikardır. Günümüzde hem yapı sahipleri hem de binalarda ikamet eden insanlar tarafından su yalıtımının önemi daha çok önem arz etmektedir. Oturduğumuz binalarda yalıtım yöntemlerinin hangisinin uygulanacağı, uygulanacak yöntemlerin detayları en baştan proje aşamasında mimar ve mühendisler tarafından göz önüne alınmalıdır. Bunun yanında, uygulanacak su yalıtım yönteminin başarısı uygun yalıtım malzemesi seçimi, kaliteli işçilik ve projenin temel seviyesinde başlayan denetimlerle sağlanmasının mümkün olacağı unutulmamalıdır. Binalarda su yalıtım yöntemlerinin doğru bir şekilde uygulanması için mimar, mühendis ve tüm teknik ekibe büyük bir sorumluluk düşmektedir.

Acknowledgment

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) koordinasyon birimi tarafından FYL-2022-10270 adlı proje kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) koordinasyon birimine teşekkür ediyoruz.

REFERENCES

- [1] Uygunoğlu, T, Topçu, İ.B., Çınar, E., Eryeşil, Ö., “Yüzeysel Su Yalıtımlı Betonların Bazı Durabilite Özelliklerinin Araştırılması” El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi 2020, 7(3); 1245-1257.
- [2] J. Liu, C. Shi, X. Ma, K.H. Khayat, J. Zhang, D. Wang, An overview on the effect of internal curing on shrinkage of high performance cement-based materials, *Constr. Build. Mater.* 146 (2017) 702–712.
- [3] J. Zhang, Y. Luosun, J. Wang, Y. Han, Shrinkage of high-strength calcium sulfoaluminate cement concrete with impact of pre-soaked lightweight aggregate internal curing, *Mag. Concrete Res.* 67 (2015) 1204–1213.
- [4] Zhu, H., Li, Q., Ma, R., Yang, L., Hu, Y., & Zhang, J. (2020). A water-repellent additive that increases concrete cracking resistance in dry curing environments. *Construction and Building Materials*, 249, 118704.
- [5] X. Ma, J. Liu, Z. Wu, C. Shi, Effects of sap on the properties and pore structure of high performance cement-based materials, *Constr. Build. Mater.* 131 (2017) 476–484.
- [6] J. Zhang, C. Gong, Z. Guo, M. Zhang, Engineered cementitious composite with characteristic of low drying shrinkage, *Cem. Concr. Res.* 39 (2009) 303–312.
- [7] Z. Min-Hong, L. Li, P. Paramasivam, Shrinkage of high-strength lightweight aggregate concrete exposed to dry environment, *ACI Mater. J.* 102 (2005) 86.
- [8] J. Zhang, Q. Wang, J. Zhang, Shrinkage of internal cured high strength engineered cementitious composite with pre-wetted sand-like zeolite, *Constr. Build. Mater.* 134 (2017) 664–672.
- [9] R.K. Dhir, P.C. Hewlett, T.D. Dyer, Mechanisms of water retention in cement pastes containing a self-curing agent, *Mag. Concrete Res.* 50 (1998) 85–90.
- [10] M. Sri Rama Chand, P. Swamy Naga Ratna Giri, P. Rathish Kumar, G. Rajesh Kumar, C. Raveena, Effect of self curing chemicals in self compacting mortars, *Constr. Build. Mater.* 107 (2016) 356-364.
- [11] M.M. Kamal, M.A. Safan, A.A. Bashandy, A.M. Khalil, Experimental investigation on the behavior of normal strength and high strength self-curing self-compacting concrete, *J. Build. Eng.* 16 (2018) 79–93.
- [12] V. Bílek, L. Kalina, R. Novotný, Polyethylene glycol molecular weight as an important parameter affecting drying shrinkage and hydration of alkali-activated slag mortars and pastes, *Constr. Build. Mater.* 166 (2018) 564–571.
- [13] F.H. Wittmann, Y. Xian, T. Zhao, F. Beltzung, S. Giessler, Drying and shrinkage of integral water repellent concrete/trocknen und schwinden des massenhydrophobierten betons, *Restoration of Buildings and Monuments*. 12 (2006) 229–242.

- [14] H.J. Feng, H. Le, S.S. Wang, M.H. Zhang, Effects of silanes and silane derivatives on cement hydration and mechanical properties of mortars, *Constr. Build.Mater.* 129 (2016) 48–60.
- [15] Z. Ma, F. Zhu, T. Zhao, Effects of surface modification of silane coupling agent on the properties of concrete with freeze-thaw damage, *KSCE J. Civ Eng.* 22 (2018) 657–669.
- [16] P. Liu, C.F. Feng, F.Z. Wang, Y.N. Gao, J. Yang, W.Q. Zhang, L. Yang, Hydrophobic and water-resisting behavior of portland cement incorporated by oleic acid modified fly ash, *Mater. Struct.* 51 (2018).
- [17] Y. Xu, D.D.L. Chung, Improving silica fume cement by using silane, *Cem. Concr. Res.* 30 (2000) 1305–1311.
- [18] X. Kong, H. Liu, Z. Lu, D. Wang, The influence of silanes on hydration and strength development of cementitious systems, *Cem. Concr. Res.* 67 (2015) 168–178.
- [19] F. Švegl, J. Šuput-Strupi, L. Škrlep, K. Kalcher, The influence of aminosilanes on macroscopic properties of cement paste, *Cement Concrete Res.* 38 (2008) 945–954.
- [20] A.S. El-Dieb, Self-curing concrete: water retention, hydration and moisture transport, *Constr. Build. Mater.* 21 (2007) 1282–1287.

GEOPOLİMER BETONLARIN İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KULLANIMI VE AVANTAJLARI

Ms. İdris SAKİN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-6749-0564

Dr. Öğr. Üyesi Zehra Funda AKBULUT

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-7621-7607

Prof. Dr. Soner GÜLER

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-9470-8557

ÖZET

Geleneksel betonlarda bağlayıcı malzeme olarak çimento kullanılmaktadır. Çimento üretimi esnasında ortaya yüksek miktarda karbon dioksit (CO_2) gazının atmosfere salınımı önemli çevre kirliliği yaratmaktadır. Bu nedenle günümüzde çimento üretiminden kaynaklı CO_2 gazı salınımını azaltmak için çalışmalar sürmektedir. CO_2 gazı salınımındaki artış ve küresel ısınma sorunu, inşaat sektöründeki uygulayıcıların daha çevre dostu inşaat malzemeleri kullanımı konusunda sürdürülebilirlik açısından farkındalığını artırmıştır. Ayrıca, birçok araştırmacı atık halde bulunan uçucu kül, silis dumanı, yüksek fırın cürufu gibi puzolanik karakterli malzemeleri çimento ile belirli oranlarda yer değiştirerek beton karışımlarında kullanmışlardır. Bu hem atık malzemelerin beton karışımlarında kullanılmasıyla ekonomiye yeniden kazandırılmasını hem de beton bileşimlerinde çimento kullanımını kısıtlayarak CO_2 gazı salınımını azaltmaya katkıda bulunmuştur. Bu gelişmelere bağlı olarak Geopolimer (GP) beton, atık puzolanik malzemelerin sodyum hidroksit (NaOH) ve sodyum silikat (Na_2SiO_3) gibi alkalilerle aktive edilerek üretilmiş yeni nesil çevreci betonlardır. GP betonlar yan ürün atıklarını çimento yerine kullanma ve üretimi sırasında sera gazı emisyonunu azaltmadaki avantajı nedeniyle son yıllarda uygulayıcılar arasında önemli bir ilgi görmeye başlamıştır. GP beton geleneksel betona göre daha yüksek dayanım ve durabilite özelliklerine sahip olmasına karşın inşaat sektörü uygulamalarında kullanımı oldukça sınırlıdır. Ancak, yakın gelecekte GP betonların farklı yük etkileri altında davranışları daha çok bilindikçe GP betonların inşaat sektörü uygulamalarında kendine daha fazla yer bulacağı aşikardır.

Anahtar kelimeler: Geopolimer beton, puzolanik malzeme, alkaliler, sürdürülebilirlik

THE USE AND ADVANTAGES OF GEOPOLYMER CONCRETES IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

ABSTRACT

Cement is used as the binding material in traditional concretes. The release of high amounts of carbon dioxide (CO₂) gas into the atmosphere during cement production creates significant environmental pollution. For this reason, studies are continuing to reduce the CO₂ gas emission originating from cement production. The increase in CO₂ gas emissions and the problem of global warming have increased the awareness of practitioners in the construction industry on the use of more environmentally friendly construction materials in terms of sustainability. In addition, many researchers have used pozzolanic materials such as fly ash, silica fume, and blast furnace slag as waste in concrete mixtures by replacing cement in specific proportions. This contributed to the economy's recycling of waste materials by using them in concrete mixes and reducing CO₂ gas emissions by limiting the use of cement in concrete compositions. Depending on these developments, Geopolymer (GP) concrete is a new generation of environmentally friendly concrete produced by activating pozzolanic waste materials with alkalis such as sodium hydroxide (NaOH) and sodium silicate (Na₂SiO₃). GP concretes have started to attract significant attention among practitioners in recent years due to their advantage in using by-product wastes instead of cement and reducing greenhouse gas emissions during production. Although GP concrete has higher strength and durability properties than conventional concrete, its use in construction industry applications is limited. However, shortly, as the behavior of GP concretes under different load effects becomes more known, it is evident that GP concretes will find more use in construction industry applications.

Keywords: Geopolymer concrete, pozzolanic material, alkalis, sustainability

1. GİRİŞ

Beton, genel olarak düşündüğümüzde hem ülkemizde hem de dünyada en yaygın olarak kullanılan yapı malzemesidir. Beton; agrega (kum ve çakıl), çimento, su ve katkı malzeme bileşimlerinin bir araya gelmesiyle oluşan üretim esnasında plastik kıvamda olup zamanla çimentonun su ile hidrasyonu sonucu sertleşen kompozit bir yapı malzemesidir [1]. İyi ve kaliteli bir beton elde etmek için beton karışım oranları çok iyi hesaplanmalıdır. Geçmişten günümüze kadar ele aldığımızda beton üretiminde dere agregası yerine kırmataş agregası, üretim maliyetini düşürmek için Portland çimentosu (PÇ) yerine mineral katkılar

(puzolanlar), su çimento oranını azaltmak içinde kimyasal katkıları (süper akışkanlaştırıcılar, hiper

akışkanlaştırıcılar) kullanılmaktadır. "Geopolimer" terimi, 1979'da Joseph Davidovits tarafından yapılan çalışmalar sonucunda potasyum ve sodyum alkalileri ile aktive olmuş alüminosilikatları tanımlarken bulunmuştur [2]. Geopolimer, yüksek fırın cürufu ve uçucu kül gibi atık mineral katkı malzemelerin alkalilerle aktive edilmesiyle oluşan yeni nesil çevreci betonlardır. Uçucu kül, termik santrallerden yüksek fırın cürufu ise demir çelik santrallerinden atık malzeme olarak elde edilebilmektedir. Yüksek fırın cürufu ve uçucu kül gibi atık malzemelerin beton karışımlarında çimento yerine kullanılması çimento üretiminden kaynaklı çevre kirliliğini önemli oranda azaltmıştır. Bu bildiri kapsamında bazı parametrelere bağlı olarak GP betonların fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimleri inceleyen bazı literatür çalışmaları incelenmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

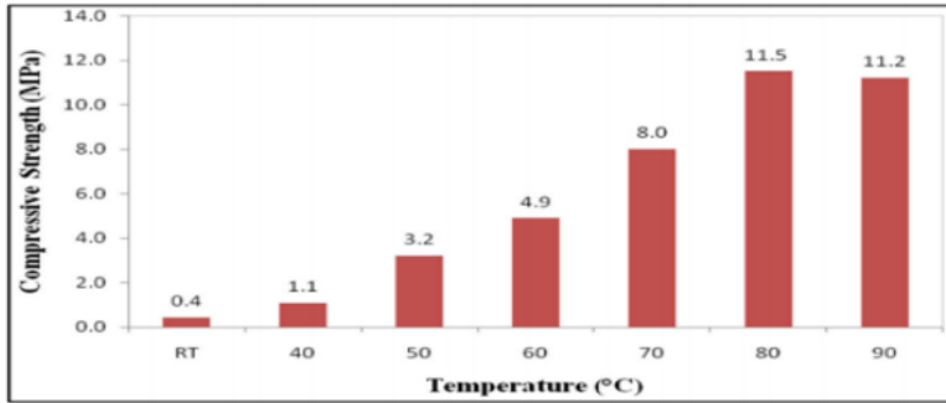
Kong ve Sanjayan [3] çalışmalarında uçucu külü ve metakaolini beraber yüksek sıcaklığa bırakarak aktif bir hale getirmişlerdir. Metakaolinin yüksek sıcaklıkta (800 °C) amorf yapıya sahip ve aktive bir alüminosilikata dönüştüğünü tespit etmişlerdir. Çalışmalarında akışkanlaştırıcı, agrega ve kür sıcaklığının geopolimer çimento üzerinde etkileride araştırılmıştır. Numunenin boyutu büyüdükçe basınç dayanımının da termal çatlaklardan dolayı düştüğünü tespit etmişlerdir. Kullanılan agrega dane çapları 10 mm'den küçük olunca betonda kabuklaşma olduğunu, agrega çapının 10 mm'den büyük olduğu durumlarda ise bu olayın önlenilebileceği kanısına varmışlardır. Kullanılan akışkanlaştırıcı katkının geopolimer betonlar dayanımını düşürdüğünü ve betonun işlenebilirliğine önemli bir katkısının olmadığını belirtmişlerdir.

Anuar et al. [4] çalışmalarında GP beton karışımlarında sıvı alkali olarak, sodyum silikat (Na_2SiO_3) ve sodyum hidroksit (NaOH) karıştırılarak kullanmıştır. Çalışmada GP beton numuneleri iki farklı molar da 8 M ve 14 M NaOH kullanmış ve üretilen numunelerin 3, 7, 14, 21 ve 28 günlük basınç dayanımları incelenmiştir. 14M NaOH kullanılan numunelerin basınç dayanımlarının 8M GP betonlara kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan alkalilerin yanı sıra, atık kağıt ve çamur külünün de molaritesi artırılan GP betonun basınç dayanımını arttırdığını belirtmişlerdir.

Swanepoel ve Strydom [5] kaolin kili, uçucu kül ve sodyum silikat çözeltisini su ile karıştırarak GP beton üretmişlerdir. Üretilen beton numunelerini 40, 50, 60 ve 70°C sıcaklıklarda 6, 24, 48 ve 72 saat küre tabi tutmuşlar. En ideal kullanılabilir değerler 48 saat 60°C de kür edilen GP numunelerde görülmüştür. Çalışma sonucunda 60°C'de 48 saat küre

tabi tutulan GP numunelerde geopolimerizasyon reaksiyonu görülmüştür. Ayrıca, 60°C'nin altında küre tabi tutulan GP beton numunelerde geopolimerizasyon reaksiyonlarının görülmesinin oldukça düşük bir ihtimal olduğunu belirtmişlerdir.

Rovnanik [6] kuvars kumu, metakaolin ve alkali silikat çözeltilerini kullanarak metakaolin karışımı GP beton üretmiştir. Beton numunelerini farklı kür sıcaklıkların da (10, 20, 40, 60 ve 80 °C) basınç ve eğilme dayanımları, boşluk yapısı ve mikro gözeneklerini incelemiştir. Deney sonuçlarına göre, yüksek sıcaklıkta küre tabi tutulan numunelerin hızlı dayanım kazandığı görülmüş, lakin 28. gün sonunda numune sıcaklığının azalmasından dolayı basınç dayanımlarında azalma olduğu görülmüştür. Ayrıca, kür sıcaklığının artması ile gözenek çaplarının büyüdüğü ve bu da numunelerin mekanik özelliklerine olumlu katkı sağladığı tespit edilmiştir. GP beton numuneleri yüksek basınç dayanımlarını 60 ve 80°C sıcaklıkta kür edince elde etmişlerdir. Bu sıcaklıklarda 3 gün boyunca iki veya daha fazla saat küre tabi tutulmuş ve 3. günün sonunda 50 MPa basınç dayanımı elde edilmiştir. Numunelerin eğilme dayanımlarını ise günde 1 ve 4 saat süre ile 60 ve 80 °C sıcaklıkta küre tabi tutulmuş ve yaklaşık 13 MPa eğilme dayanımı elde edilmiştir. Geopolimerler ısı ile kürlenme yapıldığında iç yapısında oluşan kimyasal reaksiyonu önemli ölçüde iyileştirdiği belirtilmiştir. Hem kürlenme süresine hem de ısı miktarına bağlı olarak, geopolimer betonun mekanik özellikleri önemli derece etkilendiği gözlenmiştir. Ayrıca, GP beton numuneler hem ortam koşullarında hem de buharla kürlenerek basınç dayanımları karşılaştırılmıştır. GP betonlar üzerine yapılan çalışmalarda, ortam koşullarında kür edilmiş GP betonun basınç dayanımını buhar ile kürlenmiş GP betona göre yaklaşık %15 oranında daha fazla arttırdığını belirtmişlerdir. Buna ilave olarak, 80°C'ye kadar kür edilen GP betonların basınç dayanımlarının arttığı bu sıcaklık değerinden sonra ise GP betonların basınç dayanımlarının azaldığı belirtilmiştir.



Şekil 3. Sıcaklığın Geopolimer Betonun Basınç Dayanımı Üzerindeki Etkisi [6].

Guo ve ark. [7], mineral katkı olarak C sınıfı uçucu kül, alkali aktivatör olarak sodyum silikat ve sodyum hidroksit kullanarak GP betonlar üretmişlerdir. $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ oranları 1.0, 1.5 ve 2.0 M olarak alkali aktivatörlerin silis modülleri ayarlanmıştır. Deney numunelerinde Su/CFA (C sınıfı uçucu kül) oranı 0.4 alınmıştır. Bunun yanında karışımlarda silis modülünü ayarlamak için bir miktar su kullanılmıştır. Numunelerin en yüksek basınç dayanım değerini, $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ oranları 1.5 ve Na_2O içeriği %10 olan numunelerden elde edilmiştir. Ayrıca 23°C ve 75°C sıcaklıkta 7 ve 28 gün kür sürelerinde GP beton numunelerin basınç dayanımı sonuçları elde edilmiştir. En iyi sonucu 23°C ve 28 günde küre bırakılan GP numunelerde 63.4 MPa basınç dayanımı elde edilmiştir. Uçucu kül tabanlı GP numunelerin, Portland çimentolara göre daha az hidrasyon ısısı açığa çıkardığı, çevreye verdiği CO_2 miktarının da az olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, geopolimer çimentoların sürdürülebilirlik ve enerji kaynaklarının korunmasında daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Wang ve Cheng [8], uçucu kül esaslı GP betonların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Üretilen numunelerde priz başlangıç ve bitiş süreleri, basınç dayanımları ve yüksek sıcaklık dayanımları elde edilmiştir. Numuneler 60°C sıcaklıkta ve oda sıcaklığındaki performansına bakılmıştır. Sonuç olarak, 60°C sıcaklıkta priz sürelerinin, oda sıcaklığına göre daha azaldığı gözlemlenmiştir. Numunelerin su emme oranları ise oda sıcaklığına göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. 48 saatlik kalıplarda bekletilen GP beton numunelerin basınç dayanımını arttırdığını ve yaklaşık 64.4 MPa dayanım elde edilmiştir. Ancak uçucu kül esaslı GP betonların 48 saatten sonra basınç dayanımında azalma görülmüştür.

Abdulkareem ve ark [9]., hafif agrega ve uçucu kül kullanarak ürettikleri numuneleri 800 °C'ye yüksek sıcaklık etkisinde GP betonların fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada alkali aktifleştiricilerin GP betonun mekanik özelliklerini iyileştirdiği ancak yüksek sıcaklık etkisi ile tepkimeye girmemiş alkalilerin bozulması ile betonun mekanik özelliklerinin olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.

3. SONUÇLAR

GP betonlar çimento bağlayıcı geleneksel betonlara önemli bir alternatif yapı malzemesidir. Bu malzemede çimento yerine uçucu kül, silis dumanı ve yüksek fırın cürufu gibi atık malzemelerin kullanımı çevre kirliliğinin azaltılması için önemlidir. Çimento üretiminden kaynaklı atmosfere yüksek oranda CO_2 gazı salınımının azaltılması sürdürülebilirlik açısından hayati öneme sahiptir. Ancak, GP betonların geleneksel betonlara kıyasla beton uygulamalarında kullanımı oldukça sınırlıdır. GP betonların inşaat sektöründe kendine daha geniş bir yer bulması için GP betonların farklı yüklemeler altındaki

davranışlarının daha iyi bilinmesi gerekmektedir. Yakın gelecekte GP betonların çoğu beton uygulamasında kullanımı kaçınılmaz olacaktır. Bundan dolayı, GP betonların farklı parametrelere bağlı olarak fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimler üzerine daha çok çalışmanın yapılması gerekmektedir.

Acknowledgment

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) koordinasyon birimi tarafından FYL-2022-10271 adlı proje kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) koordinasyon birimine teşekkür ediyoruz.

KAYNAKLAR

- [1] TS. 802/T2, (2002), “Beton Karışım Hesap Esasları”, T. S. E., Ankara.
- [2] J. Davidovits, Geopolymers: Ceramic-like inorganic polymers, J. Ceram. Sci. Technol. 8, 335–350, 2017. <https://doi.org/10.4416/JCST2017-00038>.
- [3] Kong D.L.Y., Sanjayan J.G., (2010), Effect of Elevated Temperatures on Geopolymer Paste, Mortar and Concrete, Cement and Concrete Research, 40, 334-339.
- [4] Anuar K.A, Ridzuan A.R.M., Ismail S., (2011), Strength Characteristic of Geopolymer Concrete Containing Recycled Concrete Agregate, International Journal of Civil Environmental Engineering, Vol: 11, No: 01,81-85.
- [5] Swanepoel J.C., Strydom C.A., (2002), Utilisation of Fly Ash in A Geopolymeric Material, Applied Geochemistry, 17(8), 1143-48.
- [6] Rovnanik P., (2010), Effect of Curing Temperature on The Development of Hard Structure of Metakaolin-Based Geopolymer, Construction and Building Materials, 24, 1176–1183,
- [7] Guo X., Shi H., Dick W.A., (2010), Compressive Strength and Microstructural Characteristics of Class C Fly Ash Geopolymer, Cement Concrete Composites, 32, 142–147.
- [8] Wang J. W. and Cheng T.W., (2003), Production Geopolymer Materials by Coal Fly Ash, Proceedings of the 7th International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology, Taiwan, pp:263-26.
- [9] Abdulkareem, O. A., Al Bakri, A. M., Kamarudin, H., Nizar, I. K., & Ala’eddin, A. S. (2014). Effects Of Elevated Temperatures On The Thermal Behavior And Mechanical Performance Of Fly Ash Geopolymer Paste, Mortar And Lightweight Concrete. Construction And Building Materials, 50, 377-387.

ŞİŞEN ZEMİNLERİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE FOSFOJİPS VE SİLİS DUMANININ KULLANILMASI İLE İLGİLİ BİR ÇALIŞMA

İlyas ÖZKAN

Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,

ORCID ID: 0000-0001-9660-8229

Erdal ÇOKÇA

Middle East Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,

ORCID ID: 0000-0001-8367-2539

ÖZET

Şişen zeminin su içeriğine göre hacim değişimi, inşaat mühendisleri tarafından yapılan hafif yapılarda bazı hasarlara neden olduğu için dünya çapında bir sorundur. Son yıllarda bu zemini iyileştirmek için bazı atık maddeler kullanılmıştır. Bu çalışmada, şişen zemin numunesinin bazı özelliklerinin iyileştirilmesi için, fosfojips ve silis dumanı olmak üzere iki atık madde ayrı ayrı kullanılmıştır. Bu atık malzemelerinin miktarı, şişen zemin numunesinin kuru ağırlığının %10'u kadardır. Fosfojips, Bandırma gübre fabrikasından elde edilirken silis dumanı ise Eti Elektrometalurji fabrikasından alınmıştır. Ekleme işleminden sonra, şişen zemin numunesinin özelliklerindeki değişimi gözlemlemek için özgül ağırlık, Atterberg limitleri ve serbest şişme gibi bazı laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Ayrıca serbest şişme deneyi için hazırlanan, deney numuneleri kür etkisinin araştırılması için 1 gün, 7 gün ve 28 gün nemli odasında bekletilmiştir. Sonuç olarak, %10 fosfojips veya 10% silis dumanı içeren iyileştirilmiş numunelerin hem Atterberg limitleri hem de şişme potansiyelleri iyileştirilmemiş numuneden daha düşüktür. Buna ek olarak, bu çalışmanın sonuçlarına göre fosfojips silis dumanından daha etkilidir.

Anahtar Kelimeler: Şişen zemin, fosfojips, silis dumanı, stabilizasyon

A STUDY ON THE USE OF PHOSPHOGYPSUM AND SILICA FUME IN IMPROVEMENT OF EXPANSIVE SOIL

ABSTRACT

A volume change of expansive soil with respect to its water content is a worldwide problem as it causes some damages of lightweight structures built by civil engineers. Some waste materials have been used to improve this soil for last decades. In this study, two waste material that are phosphogypsum and silica fume were separately used for improving of some properties of expansive soil specimen. The amount of these waste material was 10% of dry weight of expansive soil specimen. While phosphogypsum was obtained from Bandırma fertilizer factory, silica fume was taken from Eti Elektrometalurji factory. After the addition process, some laboratory tests such as specific gravity, Atterberg limits, and free swell, were done for the observation of the alteration of expansive soil specimens'

properties. In addition to this, the test specimens prepared for free swell test were waited for 1 day, 7 days, and 28 days in the humid room to investigate the cure effect. In conclusion, both Atterberg limits and swelling potentials of treated specimens that include 10% either phosphogypsum or silica fume were lower than the untreated specimen. In addition to this, phosphogypsum is more effective than silica fume with respect to test results of this study.

Keywords: Expansive soil, Phosphogypsum, Silica fume, Stabilization

1. INTRODUCTION

Expansive soil is generally defined as a hidden disaster as damages resulting from volume changes of these soils do not cause life loss but they lead to serious economic loss. Many methods have been developed in order to improve these soils for the last decades. Removal/replacement, prewetting, water content control, and chemical admixtures are examples of these methods (Nelson et al., 2015). However, chemical admixtures are the most common and preferable method of them.

The chemical admixtures method is applied with either industrial materials such as cement, lime, etc., or waste materials such as fly ash, marble dust, etc. Lime stabilization which is one of the chemical admixtures methods is more effective than others. Lime stabilization of expansive soils consists of three parts that are cation exchange, flocculation-agglomeration, and pozzolanic reaction. While both cation exchange and flocculation-agglomeration generally occur for the first 72 hours after the application, the pozzolanic reaction improves with time. For this reason, the cure effect is a considerable parameter for the chemical admixtures method.

Phosphogypsum is a byproduct of the wet-acid process for producing phosphoric acid from phosphate rock. It is largely calcium sulfate and has been given the name phosphogypsum. 3 million tons of this material are produced annually in Türkiye (Değirmenci et al., 2006). Phosphogypsum contains impurities of free phosphoric acid, phosphates, fluorides, and organic matter that adhere to the surface of gypsum crystals and are also substituted in the crystal lattice of gypsum. Some radioactive elements such as U^{238} , U^{234} (U: Uranium), Ra^{226} (Ra: Radium), Pb^{210} (Pb: Lead), and Po^{210} (Po: Polonium) are found in this waste material (Singh, 2001). However, a study showed that determined the natural radionuclide content of disposed PG (phosphogypsum) produced from PFP (Phosphorus Fertilizer Plant) A and PFP B, in Turkey, and assessed the radiological hazard of the PG samples on the basis of total annual effective doses and radium equivalent activity. The mean annual effective doses assessed for members of the public and workers are lower than the annual limit of 1 mSv y-

1. This waste material can be used as a both building raw material and filling material (Gezer et al., 2012).

Silica fume is a waste material obtained from the production of silicium metal and ferrosilicium alloys. This waste material has generally gray in color. Silica fume has been used as a superplasticizer that is utilized for producing high-strength and performance of concrete. The particles of silica fume, which are very thin and rounded in shape, fill the void placed between the larger cement particles and then they extract water found in these voids. Increasing the amount of silica fume in the concrete result in the water requirement due to the large surface area of these particles. For this reason, the amount of this material should be determined as an optimum value. Therefore, silica fume has become a recycled material for the last decades.

In this study, expansive soil specimen prepared in the laboratory was tried to improve with both phosphogypsum and silica fume which are waste materials obtained from industry, separately. The amount of these waste materials was selected as 10% of the dry weight of expansive soil specimens. Some soil properties of expansive soil specimens, which are Atterberg limits, specific gravity value, and swelling potentials, improved after the addition of these waste materials.

2. MATERIALS

Expansive soil specimen (ESS) was obtained by mixing kaolinite and bentonite (Figure 1).



Figure 1: Kaolinite and Bentonite

The weight percentages of kaolinite and bentonite in the mixture are 85% and 15%, respectively. Two components of this mixture were sieved through the No. 40 sieve two times. Then, these components were mixed in the bowl with a spatula. A mixture derived from this process was sieved through a No. 20 sieve two times to obtain a homogenous mixture. Some water, which is 15% of the dry weight of ESS, was added. Finally, these materials were mixed and ESS was prepared in the laboratory. Some properties of ESS prepared in this study are given in Table 1.

Table 1: Some properties of ESS used in this study

Properties of ESS	Value
Water content (%)	15
Dry density (g/cm ³)	1.5
Plastic limit (%)	23.15
Liquid limit (%)	96.4
Plasticity index (%)	73.25
Specific gravity	2.56
Swelling potential (%)	43.15

Phosphogypsum was obtained from the Bandırma fertilizer factory while silica fume was imported from the Eti Elektrometalurji factory. These two materials were sieved from the No. 40 sieve. Figure 2 shows these waste materials.


Figure 2: Phosphogypsum and silica fume

3. LABORATORY TESTS

Laboratory tests are specific gravity tests, Atterberg limits tests, and the free swell tests were done for both ESS and treated specimens.

Specific gravity tests were done with respect to TS EN 196-2 (2013). In addition to this, gas oil instead of water was used due to the clay particles of the test specimen.

The swelling potential of expansive soils depends on their plasticity index. For this reason, the alteration of consistency limits was measured in this study. ASTM D4318 was followed in this study when Atterberg limits tests were done.

Free swell tests were carried out according to ASTM D4546. The seating pressure is selected as 7 kPa. Compaction of each sample was done at a specific dry density (1.5 gr/cm³) and 15% water content. The water content of ESS is lower than the optimum water content of ESS which was measured at 26%. Since the lower water content means higher swelling potentials for expansive soil. Therefore, the

improvement of expansive soil specimens is clearly observed.

Specimens were compacted in an oedometer cutting ring which has a 6.35 cm diameter and 1.9 cm height. The compaction method used in this study was static compaction. Test specimens were waited in the humid room for 1 day, 7 days, and 28 days to observe the influence of the addition of these materials on the swelling potential of ESS.

4. RESULTS

The data obtained from experimental works are done in the scope of this study. While PG represents treated specimens that include 10% phosphogypsum, an abbreviation of the treated specimen that include 10% silica fume is SF.

The specific gravity of both ESS and treated specimens is given in Figure 3.

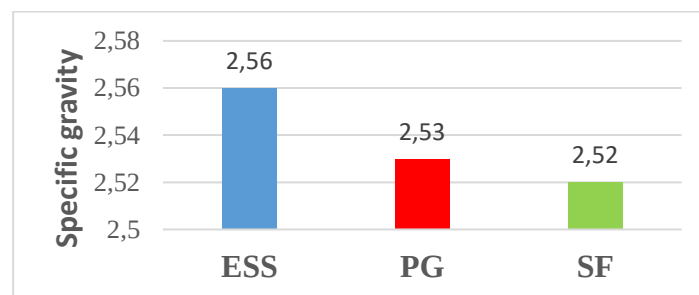


Figure 3: The values of specific gravities

The specific gravity values of both phosphogypsum and silica fume are lower than the specific gravity of ESS. Thus, specific gravity values of treated specimens are measured lower than ESS.

Atterberg limits are plastic limits, and liquid limits were determined and then plasticity indexes of treated specimens were calculated with respect to these values (Figure 4-6).

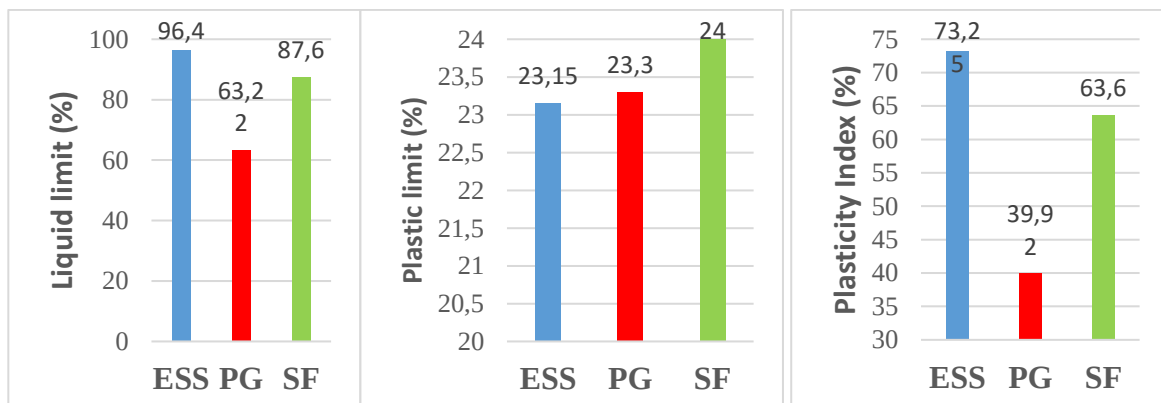


Figure 4: Liquid limits

Figure 5: Plastic limits

Figure 6: Plasticity indexes

Liquid limit values of treated specimens are lower than ESS while plastic limits of treated specimens are higher than ESS. In conclusion, plasticity indexes of treated specimens were calculated lower than ESS.

The swelling potential of ESS was determined 43.5%. For treated specimens, the swelling potentials of treated specimens were measured after free swell tests were done in this study (Figure 7).

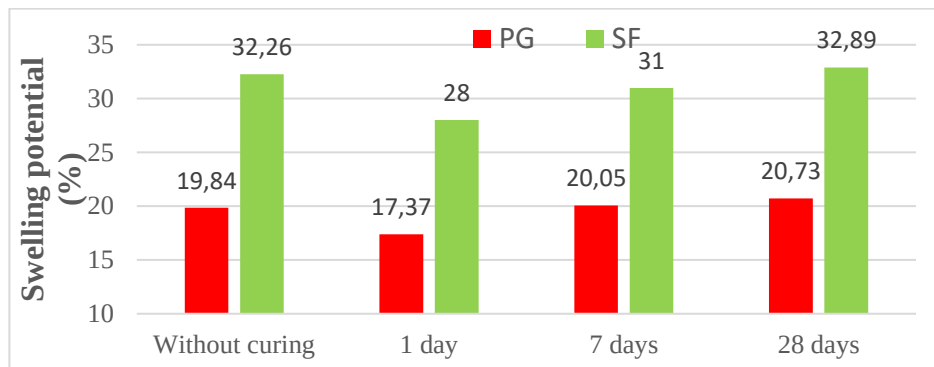


Figure 7: Swelling potentials

All treated specimens prepared in this study have lower swelling potentials than ESS. The decline of swelling potentials of treated specimens with both phosphogypsum and silica fume continued for a 1-day curing period. Although the swelling potentials of treated specimens waited in the humid room for either 7 days or 28 days are lower than ESS, these values increased with time.

5. CONCLUSIONS

Phosphogypsum and silica fume were added to expansive soil for improving some properties of this soil. Treated specimens consist of 90% expansive soil and 10% either phosphogypsum or silica fume. Some outputs are found after this study.

- Specific gravity values of treated specimens prepared in this study are lower than ESS. Because each additive material used in this study has a lower specific gravity value than ESS.
- The addition of either phosphogypsum or silica fume decreased the plastic property of expansive soil specimens.
- Swelling potential of ESS diminishes with the addition of either phosphogypsum or silica fume. However, the increase in the curing period applied for treated specimens negatively affects them. This condition should be investigated in detail.
- Phosphogypsum is more effective than silica fume for treated specimens that include 10% additive materials.

REFERENCES

- ASTM, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils, Annual Book of ASTM Standards, D4318, 2010
- ASTM, Standard Test Methods for One-Dimensional Swell or Settlement Potential of Cohesive Soils, Annual Book of ASTM Standards, D4546 – 08, Vol. 04 -08, pp. 733-738, 2008
- Değirmenci N., Okucu A., Turabi A., Application of Phosphogypsum in Soil Stabilization, Building and Environment, 2006
- Gezer F., Turhan S., Ugur F.A., Gören E., Kurt M.Z., Ufuktepe Y., Natural radionuclide content of disposed phosphogypsum as TENORM produced from phosphorus fertilizer industry in Turkey, Ann. Nucl. Energy, 50, pp. 33–37, 2012
- Ivanov, Y.P. and Roshavelov, T.T., “The effect of condensed silica fume on the rheological behavior of cement pastes”, Int. Conf. on Rheological Behavior of Cement Pastes, Proc., 23-26, Liverpool, 1990.
- Khayat, K.H. and Aitcin, P.C., “Silica fume in concrete: an overview”, ACI SP-132, 835-865, American Concrete Institute, Detroit, 1992.
- Nelson J.D., Chao K.C., Overton D.D., Nelson E.J., (2015) Foundation Engineering for Expansive Soils Foundation Engineering for Expansive Soils
- Singh M., Treating waste phosphogypsum for cement and plaster manufacture. Elsevier Science Ltd., India, 2001
- TS, Method of Testing Cement – Part 2: Chemical Analysis of Cement, Annual Book of TS Standards, TS EN 196-2, 2013

MEVCUT REZERVUARLARIN POMPAJ DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ: EĞİRDİR GÖLÜ ÖRNEĞİ

Haydar Sadık ALTUN

Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,
Gulumbe Campus

ORCID ID: 0000-0002-4988-5554

Yıldırım BAYAZIT

Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,
Gulumbe Campus

ORCID ID: 0000-0002-8699-4741

ÖZET

Hızla artan enerji ihtiyaçlarının karşılanması için düşük emisyonlu yenilenebilir enerji kaynaklarının payı tüm dünyada artış göstermektedir. Hidrolik, güneş ve rüzgâr gibi enerji santralleri, enerji ihtiyacının karşılanmasında sürekliliği doğaya bağlıdır. Küresel iklim değişikliğinin bu sistemler üzerinde yaratacağı etkiler göz önüne alındığında etkin, esnek ve güvenilir enerji depolama çözümlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Pompaj depolamalı hidroelektrik santraller (PDHES), enerjiyi depolayabilme, teknik olarak olgunlaşmış tesis tasarımı ve geniş ekonomik potansiyeli ile bu talepleri karşılayabilir. PDHES, diğer yenilenebilir enerji santrallerinin elektrik şebekesinde yük dengelemesine ve istikrarlı entegrasyonuna izin verir. Bu çalışmada, ülkemizde mevcut rezervuarların pompaj depolamalı hidroelektrik enerji santrallerine dönüşümü Eğirdir gölü örneği ile ele alınmıştır. Eğirdir gölü, içme suyu, tarım ve mesire yeri gibi amaçlarla kullanılan doğal bir göldür. Bu gölün ülke ekonomisine katılması amacıyla, göl çevresinde ikinci bir rezervuar alanı belirlenmiş, pompaj depolamalı hidroelektrik enerji santraline dönüşüm planlaması yapılmıştır. Planlanan üst rezervuarın farklı hacim senaryolarında PDHES dönüşümün hidrolik ve ekonomik hesapları yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda 1. senaryo için yıllık net kazanç 132.623.513 \$, santral kurulu gücü 1.327 MW; 2. senaryo için yıllık net kazanç 89.631.741 \$, santral kurulu gücü 897 MW; 3. senaryo için yıllık net kazanç 45.180.783 \$, santral kurulu gücü 452 MW; 4. senaryo için yıllık net kazanç 22.633.708 \$, santral kurulu gücü 226 MW olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Rezervuar, Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santraller, Enerji Depolama, Eğirdir Gölü

CONVERSION OF EXISTING RESERVOIRS TO PUMPED STORAGE HYDROELECTRIC POWER PLANT: THE EXAMPLE OF EĞİRDİR LAKE ABSTRACT

Low-emission renewable energy sources are becoming a larger portion of the global energy mix in order to meet the world's constantly growing need for energy. Power plants rely on nature to supply their energy needs, including hydro, solar, and wind. Energy storage

solutions that are efficient, adaptable, and dependable are required given the effects of global climate change on these systems. Pumped storage hydroelectric power stations (PDHES), which have the capacity to store energy and have technically proficient plant designs, can satisfy these requirements. PDHES can meet these demands with their ability to store energy, technically proficient plant design and broad economic potential. PDHES allows load balancing and stable integration of other renewable power plants into the power grid. In this study, the transformation of existing reservoirs in our country into pumped hydroelectric power plants is discussed with the example of Lake Eğirdir. Lake Eğirdir is a natural lake used for purposes such as drinking water, agriculture and recreation. A second reservoir area has been identified around the lake, and a conversion plan for a hydroelectric power plant with pumped storage has been designed in order to make this lake beneficial to the economy of the nation. Different volume scenarios of the intended upper reservoir were used to perform hydraulic and financial calculations for the PDHES conversion. As a result of the study, the annual net income for scenario 1 is \$132,623,513 and installed capacity is 1,327 MW; annual net income for scenario 2 is 89,631,741 \$, and installed capacity is 897 MW; for scenario 3, annual net income is \$45,180,783 and installed capacity is 452 MW; for scenario 4, the annual net income is \$22,633,708 and installed capacity is 226 MW.

Keywords: Reservoir, Pumped Storage Hydroelectric Power Plants, Energy Storage, Eğirdir Lake

1.GİRİŞ

Nüfusun artması ve günümüzde kullanılan fosil yakıtların tükenmeye yakın olması yeni enerji kaynakları arayışına yol açmıştır. Bu enerji kaynaklarının çevre dostu, sürdürülebilir, ekonomik ve uzun ömürlü olması istenilen özelliştir. Yenilenebilir enerji kaynakları bu isteklere cevap veren doğal kaynaklardır. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, dalga enerjisi, biyokütle enerjisi, hidroelektrik enerji, hidrojen enerjisi ve jeotermal enerji bu enerji kaynaklarına örneklerdir.

5346 (06.01.2022 son değişiklik) sayılı kanunda Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amacı, kapsamı, kaynak alanlarının belirlenmesi, korunması ve kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminde uygulanacak usul ve esaslar, yatırım dönemine ilişkin uygulama esasları ve çeşitli hükümler bulunmaktadır. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2019-2023 strateji planına göre yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik kurulu gücünün toplam kurulu güce oranının %59'dan %65 seviyesine yükseltilmesi amaçlanmaktadır (ETKB, 2018). Yenilenebilir enerji kapasitesinin global düzeyde %6 ile yaklaşık 295 GW artmıştır. 2022 yılı sonuna kadar %8 artış ile

yaklaşık 320 GW artması öngörülmektedir. Tedarik zorluğu, inşaat süresi, hammadde temini ve emtia fiyatları zorluklarına rağmen yenilenebilir enerji yatırımlarında artış devam etmektedir (REMU, 2022).

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde, arıza veya kesinti durumunda kısa sürede devreye girmesi, uzun ömürlü olması, enerji verimliliğinin yüksek olması, depolama kapasitesinin yüksek olması, frekans kontrolü sağlaması, kararlı ve çevre dostu olması gibi özellikleriyle pompaj depolamalı hidroelektrik santraller (PDHES) öne çıkmaktadır. Alt ve üst rezervuar arasındaki yükseklik farkından doğan potansiyel enerjiyi kinetik, mekanik ve elektrik enerjisine dönüştürerek kullanıcılara ulaşmasını sağlayan sistemde tüketimin az olduğu saatlerde su üst rezervuara pompalanarak depolanırken talebin yüksek olduğu pik saatlerde ise su serbest bırakılarak üretim moduna geçilir.

PDHES sistemlerinin büyük çapta enerji depolama özelliği, mevsimsel şartlardan etkilenmemesi, yerel ve uzun süre faaliyette olacak bir depolama sistemi olması gelişmekte olan ülkelerin ve gelişmiş ülkelerin enerji politikasında yer almasını sağlamıştır. Başta ABD, Çin ve Japonya bu konuda önde gelen ülkelerdir. ABD'nin ulusal hidroelektrik derneğinin pompaj depolama raporuna göre ABD'de 43 PDHES bulunmaktadır ve bu santrallerin toplam depolama kapasitesi 22.878 MW'dır. Bu santraller toplu enerji depolama kapasitesinin %94'ünü oluşturmaktadır (NHA, 2021). PDHES toplam kurulu gücünde dünyada lider konumunda olan Çin 36.390 MW toplam kurulu gücüne sahiptir. Japonya'da ise yaklaşık 21.894 MW toplam kurulu gücünde PDHES bulunmaktadır (IRENA, 2022). Günümüzde ise Türkiye'de işletmede olan bir PDHES bulunmamaktadır. Bayram Hacı, Hasan Uğurlu, Aslantaş, Yamula, Oymapınar, Eğirdir, Karacaören 2, Burdur, Adıgüzel, Yalova, İznik 1, İznik 2, Demir Köprü, Gökçekaya, Sarıyar, Kargı PDHES ön etüt çalışması yapılan santrallerdir. Bu çalışmanın amacı Eğirdir Gölü çevresinde PDHES tasarımı yapmaktır. Tasarlanan santral ile bölgenin puant saatlerde elektrik ihtiyacının karşılanması amaçlanmaktadır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Bu çalışmada tasarlanan PDHES Isparta sınırları içerisinde yer alan Eğirdir gölü çevresinde yer almaktadır. Tasarım yapılmadan önce bölgenin depremsellik, iklim ve jeolojik yapısı hakkında araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalara göre uygun yerlerden biri seçilerek hesaplamalara başlanmıştır. Eğirdir gölü çevresinde uygun topografik özellikleriyle öne çıkan üst rezervuar Şekil 1'de gösterilmiştir. 1.430 m kotundaki üst rezervuarın konumu 38°11'34.72" K ve 30°53'12" D koordinatındadır. Alt rezervuar ise 910 m kotundaki Eğirdir gölüdür.



Şekil 1. Eğirdir PDHES proje yeri

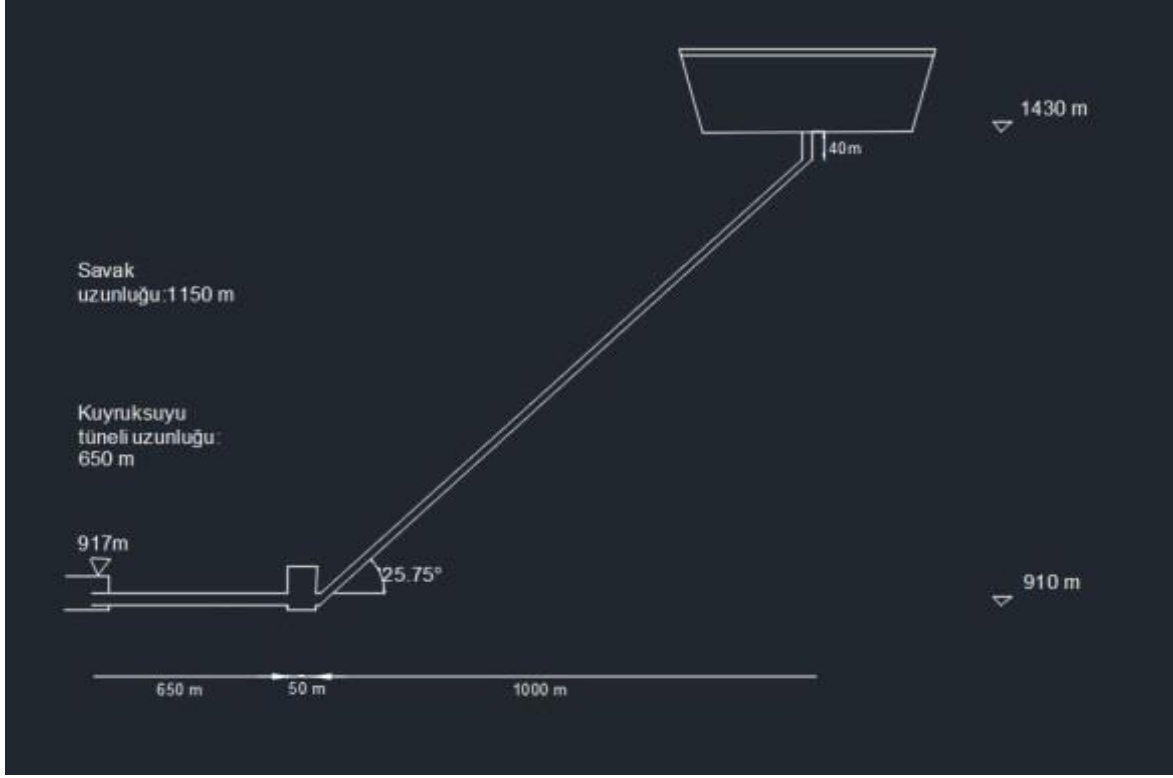
Alt rezervuar olarak kullanılması planlanan Eğirdir gölü yüz ölçümü olarak Türkiye'nin en büyük 4.gölü, tatlı su olarak ise 2.gölüdür. Isparta şehrinin su ihtiyacını karşılayan bir göldür (İleri vd., 2014). Batı Torosların kuzeyinde Sultan ve Karakuş dağlarının arasında yer almaktadır. Eğirdir gölü doğu-batı yönünde yaklaşık 15 km, kuzey-güney yönünde ise 50 km uzunluğa sahiptir. Kıyı uzunluğu 150 km, ortalama derinlik 14 m, yüz ölçümü 468 m², yüzey rakımı 915 m'dir (Vikipedi, 2015). Pupa Çayı, Değirmen Çayı, Aksu Deresi, Akçay, Kocadere, Özdere Eğirdir gölünü besleyen önemli akarsulardır. Çalışma alanında yıllık sıcaklık ortalaması 11,9 C, yağış ortalaması ise 705 milimetre dolaylarındadır. Eğirdir gölünde yapılan ölçümler sonucu gölün su seviyesinin düştüğü gözlemlenmiştir. Bunun üzerine araştırmalar yapılmış ve önlemler alınmaya çalışılmıştır. Tarımsal Kuraklık İl Yönetim Komisyonu Kasım 2021 tarihinde toplanarak bu konu hakkında görüşmeler yapmıştır. Sürdürülebilir Arazi ve İklim Dostu Tarım tekniklerinin iyileştirilmesi ve bölgede uygulanması, atık suların tekrar kullanılarak tasarruf edilmesi, yağmur sularından daha çok faydalanabilme olanakları hususunda incelemeler yapılmıştır (CSB, 2021).

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada Eğirdir gölü çevresinde planlanan PDHES tasarımı, üst rezervuarın 4 farklı hacim senaryosu için yapılmıştır. Seçilen üst rezervuar yeri topografik özelliklerine göre belirlenen PDHES tasarım kesiti Şekil 2'de verilmiştir. Bu tasarım kesitine göre alt

rezervuar ve üst rezervuar arasındaki düşü miktarı ve savak uzunluğu hesabı yapılmıştır. Çalışmada planlanan PDHES tasarımı proje verileri; toplam savak uzunluğu 1.150 m, toplam kuyruksuyu tüneli uzunluğu 650 m, 4 adet Francis tipi türbin, cebri boru çapı 7 m, üst rezervuar en düşük su kotu 1.430 m, santral kotu 917 m, su alma kotu 910 m'dir.



Şekil 2. PDHES proje tasarım kesiti

6.000.000 m³, 4.000.000 m³, 2.000.000 m³ ve 1.000.000 m³ hacimlerinde 4 farklı senaryo proje verilerinin hesabı için Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) 31/12/2015 tarihli ve 29579 sayılı kararı ile resmi gazetede yürürlüğe giren çok zamanlı tarifeye göre puant gücü için belirlenen zaman aralığı seçilmiştir. Ekim ayının son pazar günü ile mart ayının son pazar günü tarihleri arasında 18:00-23:00, mart ayının son pazar günü ile ekim ayının son pazar günü arasında puant dönemi saati:17:00-22:00'dir (EPDK, 2015). Çalışmada EPDK'nın belirlemiş olduğu tarifeye göre türbin ve pompaj modunda aynı puant saatleri baz alınarak 5 saat olarak ele alınmıştır. Çalışmada birim fiyatı olarak alçak gerilimli tek terimli tarife sınıfına göre mesken fiyatı EPDK'nın 1 Temmuz 2022 tarihinden sonra faaliyete geçen fiyat tarifesini kullanılmıştır. Bu tarifeye göre gece 122,6951 kr/kWh, puant zamanda 286,0696 kr/kWh ile maliyet hesapları yapılmıştır (EPDK, 2022).

3.2. Yöntem

Çalışmada üst rezervuarın 4 farklı hacim senaryosu için yapılan PDHES tasarımı kurulu güç hesapları için kullanılan bazı hesaplamalar aşağıda verilmiştir. İlk olarak, üst ve alt rezervuarlar arasındaki net düşünün hesaplanması için cebri borudaki sürekli enerji kayıpları Darcy-Weisbach formülü ile hesaplanmıştır (Eşitlik 1).

$$h_k = \frac{f}{D} \times \frac{V^2}{2g} \times L$$

(1)

Burada;

h_k = Sürekli enerji kaybı (m)

f =Sürtünme katsayısı

D = Boru çapı (m)

L = Savak uzunluğu (m)

V = Akışkanın ortalama hızı (m/s)

g = Yerçekim ivmesi (m/s²)

Alt ve üst rezervuarlar arasındaki kot farkından meydana gelen düşü hesabı için Bernoulli denkleminde faydalanılmıştır (Eşitlik 2).

$$Z_1 + (P_1/\gamma) + (V_1^2/2g) = Z_2 + (P_2/\gamma) + (V_2^2/2g)$$

(2)

Z_1, Z_2 = Üst ve alt rezervuarın referans düzlemine göre kot yükseklikleri (m)

P_1, P_2 = Üst ve alt rezervuarın su yüzeyi atmosfer basınçları (kPa)

γ = Suyun birim hacim ağırlığı (kN/m³)

V_1, V_2 = Üst ve alt rezervuar su yüzeyi hızları(m/s)

g = Yer çekimi ivmesi (m/s²)

Alt ve üst rezervuarların su yüzeyindeki basınç ve hız değerleri aynı olduğu için yükseklik farkı direkt olarak düşü miktarı olarak alınmıştır. Düşü miktarından sürekli enerji kaybı çıkartılarak net düşü hesaplanmıştır. Net düşü, PDHES'in türbin gücü hesabında kullanılmıştır. Türbin gücü hesabı için kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir (Eşitlik 3).

$$P = g \times Q \times H_{net} \times \eta$$

(3)

Burada;

P_t = Türbin gücü (kW)

g = Yer çekimi ivmesi (m/s^2)

Q = Debi (m^3/s)

H_{net} = Net düşü

η = Verim ($\eta_n \times \eta_T \times \eta_i \times \eta_c \times \eta_t \times \eta_j$)

η_n = Nakil hattı verimi, η_T =Transformatör verimi, η_i =İnşaat verimi, η_c =Cebri boru verimi, η_t =Türbin verimi, η_j =Jeneratör verimi

USA metoduna göre ($n_s = 2334 / H_{net}^{0.5}$) Francis türbin için özgül hız değeri hesaplanıp net düşü ile birlikte bu değerlerin tasarım parametrelerini karşılaması kontrol edilmiştir. Hesaplamalar sonucu Francis türbin tipi tasarım için uygun görülmüştür (Keçeli, Yavuzcan, Sözen, 2017).

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada yapılan ve Şekil 3’de görseli verilen PDHES tasarımının, 4 farklı hacim senaryosu için yapılan hesaplamalar Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 3. Eğirdir PDHES tasarımı

Tablo 1. PDHES tasarımı hesap sonuçları

Veriler	1. Senaryo (6 Milyon m^3)	2. Senaryo (4 Milyon m^3)	3. Senaryo (2 Milyon m^3)	4. Senaryo (1 Milyon m^3)
Q (m^3/s) Debi	333,33	222,22	111,11	55,55
V (m/s) Akış hızı	8,661	5,774	2,887	1,443
h_k (m) Yük kaybı	12,562	5,583	1,395	0,348
H_{net} (m) Net düşü	507,438	514,417	518,605	519,652
Pompaj gücü (MW)	2.074.132	1.401.772	706.592	353.978
Pompaj maliyeti (TL/gün)	12.724.292	8.599.528	4.334.769	2.171.568
Net üretim kazancı (\$/yıl)	132.623.513	89.631.741	45.180.783	22.633.708
Sermaye maliyeti (\$)	2.654.888.000	1.794.268.000	904.438.000	453.090.000
Amortisman süresi (yıl)	20	20	20	20
Kurulu güç (kW)	1.327.444	897.134	452.219	226.545

Tablo 1’de verilen debi değerleri 4 farklı hacimdeki rezervuarların pompaj ve üretim modunda belirlenen 5 saatlik süreye bölünmesi ile bulunmuştur. Debi değerleri cebri boru kesit alanına bölünerek akışkan hızı bulunmuştur. Daha sonra sürekli enerji kaybı ve net düşü hesabı yapılmıştır. Bu veriler bulunduktan sonra verim %80 alınarak pompaj sırasında ve üretim modunda olmak üzere tersinir türbin güçleri hesaplanmıştır. Santral pompalama modunda gücü, pompalama süresi ve talebin düşük olduğu elektrik birim fiyatı ile çarpılarak günlük pompalama maliyeti oluşturulmuştur. Aynı yöntem ile türbin modunda gücü, üretim modunda geçen süre ve puant yükte oluşan elektrik birim fiyatı çarpılarak günlük üretim kazancı belirlenmiştir. Günlük üretim kazancından günlük pompalama maliyeti çıkartılarak günlük net kazanç elde edilmiştir. Daha sonra yıllık kazanca dönüştürülmüştür. 2022 yılı Haziran ayı kurları dikkate alınarak yapılan hesaplarda 1 \$ karşılığı Türk Lirası olarak 17 TL ele alınmıştır. 2020 Grid Enerji Depolama Teknolojisi Maliyet ve Performans Değerlendirmesi Raporu dikkate alınarak ortalama PDHS maliyeti 2000 \$/kW alınmıştır (Mongird vd., 2020).

5.SONUÇLAR

Bu çalışmada alt rezervuar olarak Eğirdir gölü, üst rezervuar olarak ise inşa edilmesi planlanan bir göletin cebri borularla bağlantılı olarak çalışacak şekilde bir PDHES tasarımı yapılmıştır. Su pili olarak da anılan bu sistemde suyun potansiyel enerji farkından faydalanılarak enerji değişimi, depolama veya üretim modunda kullanılacaktır. Çalışma bölgesindeki talebin yoğun olduğu, elektrik kesintisi veya arıza olduğu zamanlarda planlanan PDHES sisteminin hızla devreye girmesi son derece önemlidir. Böylelikle bölgede sürdürülebilir enerjinin sağlanması konusunda önemli bir adım atılmış olacaktır.

Eğirdir gölü çevresinde inşa edilmesi planlanan üst hazne 4 farklı hacim senaryosu için enerji ve maliyet hesapları yapılmıştır. Bu verilere göre 1.senaryoda 6.000.000 m³, 2.senaryoda 4.000.000 m³, 3.senaryoda 2.000.000 m³, 4.senaryoda 1.000.000 m³ hacmindeki üst rezervuarların yıllık net kazançları sırasıyla **132.623.513 \$**, **89.631.741 \$**, **45.180.783 \$** ve **22.633.708 \$** ‘dır. Santral gücüne göre ise 1.senaryo 1.327 MW, 2.senaryo 897 MW, 3.senaryo 452 MW, 4.senaryo 227 MW’dır. Elektrik fiyatının düşük olduğu saatlerde pompaj işlemi gerçekleştirilirken elektrik fiyatının yüksek olduğu saatlerde üretim moduna geçilerek ekonomik katkı sağlanması amaçlanmıştır. Maliyet analizlerine göre 20 yıllık bir amortisman süresinde, sermaye maliyetleri 1.senaryoda **2.654.888.000 \$**, 2.senaryoda 1.794.268.000 \$, 3.senaryoda **904.438.000 \$** ve 4.senaryoda **453.090.000 \$** olarak hesaplanmıştır. Çalışmada planlanan PDHES tasarımı 20 yıl gibi bir sürede maliyetini karşıladıktan sonra ülke ekonomisine büyük bir katkı sağlayacaktır.

Kurulumundan itibaren enerji arz ve güvenliğini sağladığı için bölgedeki sürdürülebilir enerji açısından önemli bir yapı taşı olacaktır. Ayrıca yerli üretim PDHES elemanların üretimi ile maliyet daha da düşürülebilir. Yerli üretimin desteklenmesi ile istihdam olanakları artacak ve nitelikli elemanlar yetişecektir.

KATKI VE KAYNAKÇA

CSB, (2021). Isparta Valiliği Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Erişim Tarihi:01.10.2022, https://isparta.csb.gov.tr/egirdir-golu-cevresine-iliskin-il-kuraklik-yoneti_mitoplantisi-yapildi-haber-265863.

EPDK, (2015). Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu 31/12/2015 tarihli ve 29579 sayılı karar.

EPDK, (2022). Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu Tarafından Onaylanan ve 1 Temmuz 2022 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler, Erişim Tarihi:21.09.2022, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-1327/elektrik-faturalarina-esas-tarife-tablolari>.

ETKB, (2018). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2019-2023 Strateji Planı s.74.

IRENA, (2022). Irena, Yenilenebilir Enerji Kapasite İstatistikleri 2022, s.11.

İleri Ö., Fethi F.Y., Palas S., Pehlivan H., Şimşek E., Aydın M.B., Evren M., Yanmaz M.N., Demirci Ö., Cesur A., Şüküroğlu, Önal-Arı Z, (2014). Eğirdir Gölü Geç Kuvaterner-Güncel Tortullarının Jeolojik ve Jeofiziksel Özellikleri, 67.Türkiye Jeoloji Kurultayı.

Keçeli S., Yavuzcan H.G., Sözen A., (2017). Examination of Flow Effects in Francis Turbine Models with Different Numbers of Rotor Blades.

Mongird K., Viswanathan V., Alam J., Vartanian C., Sprengle V., Laboratory P.N. N, Baxter R., M.P. Energy (2020). 2020 Grid Energy Storage Technology Cost and Performance Assessment.

NHA, (2021). National Hydropower Association 2021 Pumped Storage Report.

REMU, (2022). Renewable Energy Market Update Outlook for 2022 and 2023.

Vikipedi, (2015). Eğirdir Gölü, ErişimTarihi:19.09.2022, https://tr.wikipedia.org/wiki/E%C4%9Firdir_G%C3%B6lü#Do%C4%9Fal_y%20ap%C4%B1.

SOLKETAL SENTEZİ İÇİN ASİDİK VE HİDROFİLİK MEMBRANLARIN GELİŞTİRİLMESİ

Nazlı YENİHAN YÜZER

Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Umuttepe Campus

ORCID ID: 0000-0001-5112-5450

Nilüfer HİLMİOĞLU

Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Umuttepe Campus

ORCID ID: 0000-0002-2627-8890

ÖZET

Biyodizel endüstrinde yan ürün olarak üretilen gliserolün; farklı kimyasal proseslerde reaksiyon girdisi olarak kullanılması ile bir reaksiyondaki atık olma durumundan kıymetli bir kimyasala dönüştürülme durumuna geçirilmesi mümkündür. Solketal yakıt katkısı olarak kullanılabilen; eklendiği yakıtın soğuk akış özelliklerini (Gum oluşumu, MON sayısı, RON sayısı, oksidasyon stabilitesi vb.) iyileştiren kıymetli bir kimyasaldır. Solketal sentezi; bir keton veya aldehit (aseton, formaldehit, vb.) ile gliserolün, asidik bir katalizör varlığında gerçekleştirilen ve reaksiyon sonunda solketal ile yan ürün suyun açığa çıktığı ekzotermik bir reaksiyondur. Bu çalışmada, solketal sentezinde kullanılabilecek yüksek hidrofiliteye sahip polimer matrisli membran çözeltileri hazırlanmış ve farklı asidik katalizörler ile karıştırılmıştır. Hazırlanan asidik katalizör yüklü membranların su sorpsiyonu deneyleri yapılmıştır. Buna istinaden, solketal sentez reaksiyonunda kullanılmasıyla; su sorpsiyonu sonuçlarındaki yüksek hidrofilik özelliği sayesinde reaksiyon sonunda oluşan yan ürün suyu tutarak ortamdan uzaklaştırması beklenmektedir. Böylelikle reaksiyon dengesi ürünler yönüne kayarak reaksiyon veriminin artması amaçlanmaktadır. Reaksiyonda kullanılan asidik katalizör yüklü membranların asitlik dereceleri ölçülmüştür. Solketal reaksiyonu asit katalizli bir reaksiyon olduğu için reaksiyona etki eden asit alanlarının fazla olması bu reaksiyon için oldukça önemli bir parametredir. Bu sebeple membranla karıştırılan asit katalizör miktarı arttıkça reaksiyonda oluşan ürün verimi artar. Ayrıca membrana eklenen asidik katalizöre heterojen bir form kazandırılması ile de sistemdeki asit yüküne bağlı korozyon etkisinin azalması; sistemden kolaylıkla ayrılıp tekrar kullanılabilirliğinin artması, üretim maliyetini düşürerek daha çevreci bir proses olmasına olanak sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Solketal, Hidrofilik Membran, Asidik Katalizörler.

DEVELOPMENT OF ACIDIC AND HYDROPHILIC MEMBRANES FOR SOLKETAL SYNTHESIS

ABSTRACT

The glycerol produced as a by-product in the biodiesel industry; By using it as a reaction input in different chemical processes, it is possible to transform it from being a waste in a reaction into a valuable chemical. It able to as a solketal fuel additive; It is a valuable chemical that improves the cold flow properties (Gum formation, MON number, RON number, oxidation stability, etc.) of the fuel to which it is added. Solketal of synthesis; It is an exothermic reaction of a ketone or aldehyde (acetone, formaldehyde, etc.) and glycerol in the presence of an acidic catalyst and at the end of the reaction solketal and by-product water are released. In this study, high hydrophilic polymer matrix membrane solutions that can be used in the synthesis of solketal were prepared and blended with different acidic catalysts. Water sorption experiments of prepared acidic catalyst loaded membranes were carried out. Based on this, it able to in the solketal synthesis reaction; With its high hydrophilic properties in water sorption results, it is expected that the by-product formed at the end of the reaction will keep the water at the same rate and remove it from the environment. Thus, it is aimed to increase the reaction efficiency by shifting the reaction equilibrium towards the products. The acidity of the acidic catalyst loaded membranes used in the reaction has measured. The solketal reaction is an acid-catalyzed reaction, the large amount of acid areas that affect the reaction is a very important parameter for this reaction. For this reason, as the amount of acid catalyst blended with the membrane increases, the product yield in the reaction increases. In addition, a heterogeneous form to the acidic catalyst added to the system by blending with the membrane, the corrosive effect of the system due to the acid load is reduced; It will be easily separated from the system and its reusability will increase, reducing the production cost and allowing it to be a more environmentally friendly process.

Keywords: Solketal, Hydrophilic Membrane, Acidic Catalysts.

SOLKETAL SENTEZİ İÇİN PVA/ZSM-5 KOMPOZİT KATALİTİK MEMBRAN GELİŞTİRİLMESİ

Nazlı YENİHAN YÜZER

Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Umuttepe Campus

ORCID ID: 0000-0001-5112-5450

Nilüfer HİLMİOĞLU

Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Umuttepe Campus

ORCID ID: 0000-0002-2627-8890

ÖZET

Dünya üzerindeki gelişen endüstrileşme; mevcut enerji kaynaklarının azalmasına sebep olup yeni enerji kaynakları arayışını beraberinde getirmiştir. Önemli bir enerji kaynağı olan fosil yakıt rezervleri gün geçtikçe azalmakta; yaygın kullanımı da sera gazı etkisiyle çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu dezavantajlar araştırmacıları; daha çevreci bir yakıt olan biyodizel üretimine yöneltmiştir. Biyodizel üretim reaksiyonunda yan ürün olarak açığa çıkan gliserol üretilen toplam biyodizelin ağırlıkça %10'u kadardır. Gliserolü katma değeri yüksek kimyasallara dönüştürmek, çevre bilinci ve çevresel sürdürülebilirlik açısından yaşamın devamı için oldukça önemlidir. Gliserol ile farklı kimyasal yöntemler kullanılarak eterler, karbonatlar ve ketaller üretilmektedir. Solketal reaksiyonu ise; girdisi gliserol ve keton/aldehit olan ve asidik özellikli bir katalizör eşliğinde gerçekleştirilen, yan ürün olarak su açığa çıkan asetalizasyon reaksiyonudur. Asit özellikli bir katalizörün; zeolitler gibi kafes yapısı ve gözenek boyutu büyük olan kimyasallara emdirilmesi ile yüzey alanı artırılabilir. Böylece, yapılmak istenen asit katalizli reaksiyonun daha kısa sürede gerçekleşmesi, reaksiyon veriminin artırılması, katalizörün sistemden kolayca ayrılması ve tekrar kullanılabilmesini sağlar ve üretim maliyetini azaltarak reaksiyonun endüstriyel ölçekte uygulanabilmesi olanağı sunar. Bu çalışmada, yüksek hidrofilik özellikli poli (vinil alkol) (PVA) polimeri ile ZSM-5 zeoliti asit katalizör ile muamele edilmiştir. Üretilen katalitik membrana; su sorpsiyonu ve etkileşim parametresi belirleme deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneyler ile; hazırlanan PVA/ZSM-5 katalitik membranın solketal reaksiyonu için uygun olduğu öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Katatilik Membran, Zeolit, Asetalizasyon, Solketal.

DEVELOPMENT OF PVA/ZSM5 COMPOSITE CATALYTIC MEMBRANE FOR THE SYNTHESIS OF SOLKETAL

ABSTRACT

The development of industrialization in the world; has led to the reduction of existing energy resources and has led to the quest new energy resources. Fossil fuel reserves, which are an important source of energy, are decreasing day by day; Its widespread use also causes environmental problems with the effect of greenhouse gasses. These disadvantages have led researchers to the production of biodiesel, which is a more environmentally friendly fuel. Glycerol which is released as a by-product in the biodiesel production reaction is 10% by weight of the total biodiesel produced. Transforming glycerol into chemicals with high added value is very important for the continuation of life in terms of environmental awareness and environmental sustainability. Ethers, carbonates and ketals can be produced with glycerol using different chemical methods. Solketal of reaction is an acetalization reaction, whose input is glycerol and ketone/aldehyde accompanied by an acidic catalyst and water is released as a by-product. An acidic catalyst; The surface area can be increased by absorbing chemicals with large lattice structure and pore size such as zeolites. Thus, the desired acid-catalyzed reaction takes place in a shorter time, the reaction efficiency is increased, the catalyst is easily separated from the system and can be reused, reducing the production cost and providing the opportunity to apply the reaction on an industrial scale. In this study, high hydrophilic poly(vinyl alcohol) (PVA) polymer and ZSM-5 were blended by treating with acid catalyst. To the produced catalytic membrane; water sorption and interaction parameter determination experiments were carried out. With the experiments carried out; It was predicted that the prepared PVA/ZSM-5 catalytic membrane is suitable for the solketal reaction.

Keywords: Catalytic Membrane, Zeolite, Acetalization, Solketal.

İLLOTİNİB'İN PROSES VE BOZUNMA SAFSIZLIKLARININ BELİRLENMESİ İÇİN STABİLİTE GÖSTERGELİ BİR HPLC YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE METOT VALİDASYONU

Pınar CEYHAN DAŞ

Marmara Üniversitesi, Göztepe Kampüsü, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü 34722 Göztepe/ İstanbul

ORCID ID: 0000-0002-9969-2849

Soner ÇUBUK

Marmara Üniversitesi, Göztepe Kampüsü, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü 34722 Göztepe/ İstanbul

ORCID ID: 0000-0003-4002-6574

ÖZET

Kronik miyeloid lösemi (KML), beyaz kan hücresi kanseridir ve kemik iliğinde miyeloid hücrelerinin artan ve düzensiz büyümesi ve bu hücrelerin kanda birikmesi ile karakterize edilir. Akyuvarlar veya lökositler olarak da adlandırılan beyaz kan hücreleri granülosit, lenfosit ve monosit adı verilen hücrelerden oluşur. KML özellikle granülositlerin artışı ile seyreden bir kan kanseridir. Bu granülositler anormal yapıda olup sağlıklı akyuvarlar gibi davranmazlar. Bunlara lösemik hücreler denir. Granülositlerin yanı sıra trombosit dediğimiz, kanın pıhtılaşmasını sağlayan hücreler de kanda artabilir. Lösemik hücreler kemik iliği ve kanda artar. KML, büyük ölçüde tirozin-kinaz inhibitörleri adı verilen hedefe yönelik ilaçlarla tedavi edilir. Nilotinib hidroklorür monohidrat tuzu formunda imatinib dirençli kronik miyeloid lösemisinin tedavisi için kullanılan ikinci nesil bir tirozin kinaz inhibitörüdür. Bu çalışmada, nilotinib'in proses ve bozunma safsızlıklarının bir arada analizi için stabilite göstergeli HPLC yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemin, bitmiş üründe analitik yöntem validasyonu yapılmıştır. Ayrıca seçicilik, doğrusallık, kesinlik, doğruluk, sağlamlık, çözelti stabilitesi, kantitatif tayin sınırı ve teşhis edebilme alt sınırı parametreleri sistematik olarak incelenmiştir. Kromatografik koşullardaki değişikliklerin yöntem performansını etkilemediği görülmüştür. İlaç kapsülü için zorla bozundurma çalışmaları (asidik, bazik, oksidatif ve ışık) yapılmıştır. Validasyonu tamamlanan bu yöntem Nilotinib'in asidik, bazik, oksidatif ve ışık gibi stres koşullarında artış gösteren olası tüm bozundurma safsızlıklarının kapsül formundan tayinine başarıyla uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nilotinib, Kronik Miyeloid Lösemi, Bozunma Safsızlıkları, Validasyon

Teşekkür: “Bu çalışma Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2022-10564 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.”

DEVELOPMENT OF STABILITY INDICATING A HPLC METHOD FOR NILOTINIB FOR THE DETERMINATION AND VALIDATION OF PROCESS-RELATED AND DEGRADATION IMPURITIES

ABSTRACT

Chronic myelogenous leukemia (CML), known as chronic myeloid leukemia, is a cancer of the white blood cells and is characterized by the increased and unregulated growth of myeloid cells in the bone marrow and the accumulation of these cells in the blood. CML is a blood cancer characterized by an increase in granulocytes. These granulocytes are abnormal and do not behave like healthy white blood cells. These are called leukemic cells. In addition to granulocytes, the cells that we call thrombocyte, which enable blood to clot, may also increase in the blood. Leukemic cells increase in the bone marrow and blood. CML is largely treated with targeted drugs called tyrosine-kinase inhibitors. Nilotinib hydrochloride is a Tyrosine kinase inhibitor used for the treatment of Chronic myelogenous leukemia. Stability indicating HPLC method was developed for combined analysis of nilotinib process and degradation impurities. The analytical method validation of the developed method was performed on the finished product. Moreover the parameters of linearity, precision, accuracy, robustness, solution stability, limit of detection and limit of quantitation were systematically examined. It was observed that the changes in chromatographic conditions did not affect the method performance. Forced degradation studies were performed for drug capsule (acidic, basic, oxidative and light). This validated method, has been successfully applied to the determination of all possible degradation impurities of nilotinib that increase under stress conditions such as acidic, basic, oxidative and light from capsule form.

Keywords: Nilotinib, Chronic Myelogenous Leukemia, Degradation Impurities, Validation

Acknowledgement: “This work has been supported by Marmara University Scientific Research Projects Coordination Unit under grant number FYL-2022-10564 .”

DEVELOPMENT OF CONDUCTIVE POLYMER COATINGS FOR CORROSION PROTECTION ON LOW CARBON STEEL

Maryem OUBELLA

Ibn Zohr University ,Agadir, Morocco

Mustapha AIT ALI

Faculty of sciences SEMLALIA ,Marrakech ,Morocco

Mohammed MAKHA

Mohammed 6 Polytechnic University ,Benguerir ,Morocco

Chymae HEJJAJ

Mohammed 6 Polytechnic University ,Benguerir ,Morocco

Mohamed BAZZAOU

Ibn Zohr University ,Agadir ,Morocco

ABSTRACT

Conductive polymers (CPs) have attracted extensive attention due to their economic importance, good environmental stability and electrical conductivity as well as their useful mechanical, optical and electronic properties. The organic conducting polymers have emerged as a new class of electronic materials with a variety of applications. In this work, corrosion protection of carbon steel by conducting polymer coatings containing polypyrrole (PPY) as an anticorrosive agent was studied. Polypyrrole was successfully deposited on carbon steel surface from aqueous solutions of oxalic acid and sodium salicylate by electrochemical methods (electrodeposition) including cyclic voltammetry, chronopotentiometry and chronoamperometry. The coatings are characterized by various techniques of analysis such as (IR, SEM and Raman spectroscopy). The coatings synthesized in salicylate medium showed the same morphology obtained in the case of films synthesized in oxalic acid solution. In addition, these coatings have shown good protection against corrosion of carbon steel in saline medium (3.5% NaCl).

Key Words: Conducting polymer, Polypyrrole, Electrodeposition, Cyclic voltammetry, Corrosion.

Introduction

Iron and steel make up 90% of all of the metals produced on earth, with most of it being low carbon steel. Low carbon steel is the most convenient metal to be used for machinery and equipment production, due to its mechanical properties and low cost. However, the biggest disadvantage of carbon steel is its low resistance to corrosion[1]. Corrosion of carbon steel and even alloy steels in micro-environments can be very complex. It can occur when the relative humidity of the air is 70% to 80% and the air temperature is above 32°F

(Fahrenheit). Corrosion rates may be accelerated by air impurities that dissolve in condensed water or rain water and by dust and dirt settling on the metal surface.

The use of conducting polymers, which have been shown to pose corrosion potential of oxidizable metals in passive range, is an attractive option. The anodic protection provided by conducting polymers inhibits or delays corrosion of coated metals initiated by the coating defects, which are usually responsible for eventual coating failures[2].

Polypyrrole is one of the most important conducting polymers. This polymer has several attractive characteristics for corrosion protection application. i) the heterocyclic monomer units of this polymer have essentially the same structure as many efficient corrosion inhibitors. ii) The formed polypyrrole is insoluble in all solvents and can be used in many chemical environments. iii) The PPy formed is somewhat conductive, which might enable the application of top coatings by the electrodeposition technique[3]. In this study, we are interested in electrodeposition technique of PPy on carbon steel surface by optimizing the parameters that can affect the properties of the coating. On the other hand, to study its performance against corrosion of steel materials.

I. Literature review

Recently, conducting polymers has been the subject of many research in the scientific fields because of their advantages such as: good adhesion to the metal surfaces, high corrosion resistance and low toxicity compared to paints-based chromates pigments.

Definition of conductive polymers

Conductive polymers refer to macromolecules that have the characteristics of transporting the electric charges “electrons or holes”. Their particularity is the presence of the π -conjugated structure, which allows electrons to delocalize along the macromolecular skeleton. The π -conjugated system results in alternance of the simple and double bonds. Figure 1 shows some chemical formulas of ECP [4].

Conductive polymers synthesis

The monomer can be oxidized and polymerized through Chemical, electrochemical. Each method has its own advantages and disadvantages.

✓ Chemical synthesis

It has the advantage of allowing the deposition of the CPs on an insulating substrate[5]. In general, the monomer reacts with an oxidizing agent, which allows the oxidation of the monomer; then, the initiation of the polymerization reaction. The PPy film is obtained as a black deposit whose physicochemical properties can hardly be controlled (Figure 2). The

chemical polymerization of Pyrrole can take place in different aqueous or organic solvents (ex: Ethanol, benzene, acetic acid) and in the presence of a chemical oxidant (ex: halogen, Fe (III), Ag(I)). The choice of the solvent and the oxidant has an important effect on the electrical and physicochemical properties of the synthesized PPy. However, the number of experimental variables is reduced because no electrochemical cell or electrodes are employed.

✓ ***Electrochemical synthesis***

Electropolymerization is performed by oxidation of the monomer on the surface of a metallic substrate. The electrochemical synthesis can be carried out in aqueous or organic medium. The conductive polymer is then deposited on the working electrode (anode). A supporting electrolyte is used to doping the polymer and to ensure the conduction of the solution by increasing its ionic strength. The reaction takes place at a potential higher than or equal to the oxidation potential of the monomer. In the case of oxidizable metals, the electrochemical polymerization of pyrrole is more difficult compared to the noble metals because of the competition between the oxidation of the metal substrate and the oxidation of pyrrole. The difficult step is the choice of an electrolytic salt that allows efficient passivation of the metal and makes the polymerization possible over the formed oxide layer.

Bazzaoui and his workers have synthesized electrochemically polypyrrole films in organic medium such as acetonitrile " CH_3CN ", propylene carbonate and nitrobenzene " $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}$ " on zinc substrates. They have studied the effect of the electrolytic medium on the properties of the PPy films in particular the morphology and adhesion. In this work, we synthesized the polypyrrole by an electrochemical technique which is the electrodeposition using three different electrochemical techniques (Cyclic voltammetry, potentiostatic mode and galvanostatic mode).

Electrodeposition

The electrodeposition process consists to immerse the object to be coated in a vessel that contain the electrolyte and a counter electrode. The two electrodes are connected to an external power supply to make current flow possible.

Electrodeposition conditions

In general, the electrodeposition conditions (solvent, electrode material, electrolytic medium, voltage, Current density, etc) influence the process of the coating. For example, if the applied potential is too low, the rate of polymerization will be such as that no precipitate will form. If the solvent is nucleophilic, it will react with free radical

intermediates. If the electrode material is extremely polar, the deposition may be discouraged. What is more, solvent, monomer, and substrate interactions are all important because they determine the solubility and/or deposition of the resulting polymer.

Example: Electrodeposition of Polypyrrole

S.U. Rahman and al. have been synthesized galvanostatically the PPy films on steel substrate. They compared the performance of this coating to that of a commercial zinc primer. The tests coherently demonstrate that the use of PPy films inhibits corrosion better than a zinc primer in salt and acid environments [2]. On the other hand, Branzoi and al. have been synthesized galvanostatically the PPy-AOT/PNEA coatings over carbon steel. The anionic surfactant (AOT) has a significant result on the corrosion protection. The corrosion rate has been indicated to be 9 times lower than of uncoated electrode; and the effectiveness of the composite coating is more than 89% [6]. In 2018, EL Jaouhari and al. have been deposited the PPy on 304 stainless steel surfaces from aqueous solutions of sodium phthalate and sodium saccharinate, by electrochemical methods including cyclic voltammetry, chronopotentiometry, and chronoamperometry. They have been demonstrated that the coating doped with phthalate ions shows the same structural characteristics obtained in the case of films synthesized in a saccharinate medium. This film has a dual behavior as an energy barrier against the penetration of aggressive ions and as an oxygen reduction catalyst [7].

II. Materials and Methods

The chemical products used in this work are : pyrrole monomer (98%), Sodium salicylate ($C_7H_5NaO_3$), oxalic acid ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$). Distilled water is used as a solvent.

All electrochemical measurements were performed in a three-electrode corrosion cell connected to Origalys potentiostat/galvanostat with pilot integration controlled by VoltaMaster software. An Ag/AgCl (saturated KCl) was used as a reference electrode and platinum grid as the counter-electrode. The working electrode was a carbon steel disk specimen with the composition, C: 0.04%, Mn: 0.15%, P: 0.026%, S: 0.005%, Si: 0.02% and Fe: equilibrated. The electrodes were wet polished mechanically successively with 400, 600, 800, 1000 and 1200 abrasive paper, followed by the diamond paste polishing “6 μm ”, rinsed with distilled water and degreased with acetone before use. The potentiodynamic measurements were performed starting $-0.8V$ to $1V$ versus Ag/AgCl at 50 mV/s . The aggressive solutions of 3% NaCl was prepared with distilled water from analytical grade 99% NaCl.

Scanning electron microscopy (SEM) images were obtained on a JEOL JSM-6301F instrument coupled with EDX. Fourier transform infrared (FT-IR) analysis in the reflection mode of the films electrodeposited on the working electrode was performed with a Nicolet 60 SX spectrometer. Raman spectra were recorded using a focused 514.5 nm laser beam of a Spectra Physics model 165 argon ion laser.

III. Results and discussions

1. Cyclic voltammetry

1.1. Electrochemical behavior of carbon steel in oxalic acid medium

In order to study the electrochemical behavior of carbon steel polarized in 0.1M oxalic acid solution without pyrrole, we performed cyclic potential scan between -0.8V and 1V versus Ag/AgCl at 50 mV/s. The scan starts at -0.8V and sweeps forward to more positive, oxidative potentials. Initially the potential is not sufficient to oxidize the analyte. The potentiodynamic curves (not mentionned) reveal a wave attributed to dissolution of the electrode surface and formation of a passivation layer " $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ " demonstrated by the IR spectrum (Figure 3). However, in the presence of pyrrole, we observe a disappearance of the passivation wave because of the formation of the first grains of the passive layer, directly the beginning of the electropolymerization of the monomer and formation of a black coating.

1.2. Electrochemical behavior of carbon steel in sodium salicylate medium

In order to study the electrochemical behavior of carbon steel polarized in 0.1M sodium salicylate medium without pyrrole, we performed cyclic potential scan between -0.8V and 1V versus Ag/AgCl at 50 mV/s. According to the voltammograms obtained (Figure 4), the appearance of a peak is observed and which can be attributed to the oxidation of the sodium salicylate salt with the formation of a salicylate-based polymer film on the electrode surface. The potential moves to the positive value during the successive potential scans (0.09V during the 5th cycle, about 0.25V during the 10th cycle, and 0.58V during the 15th cycle) which reflects the passivation of the carbon steel electrode during successive scans. When the pyrrole is added to the electrolyte medium, the voltammograms changes compared to that obtained in the absence of the monomer. The increase of the current density in the potential range where we have the oxidation of salicylate confirms the transfer of electrons that represents the oxidation of pyrrole. The voltametric curves (Figure 5) show an increase in the current density during successive scans, which implies the

formation of a conducting PPy film. The salicylate ions can play dual role; not only as a dopant inserted into the polymer matrix, but also as a passivating agent for the oxidizable surface of carbon steel.

2. Potentiostatic mode

The electrodeposition of PPy was carried out potentiostatically by applying to the working electrode different value of potential ranging between 0.4V and 0.9V.

Polypyrrole films are synthesized potentiostatically at 0.4V, 0.65V, 0.7V and 0.9V vs. Ag/AgCl_{sat} in the presence of 0.1M oxalic acid from 0.5M pyrrole. Figure 6 presents the chronoamperometric curves recorded during the polymer synthesis. A decrease of current density shows the formation of a passivation layer in the first step. Then, it becomes stable, due to the electropolymerization of PPy and formation of a black film. The thickness of the film depends to the applied potential.

Figure 7 shows the influence of the applied potential in the presence of 0.1M sodium salicylate and 0.5M pyrrole. Generally, the electropolymerization of pyrrole occurs in two steps. The first one is the passivation of the carbon steel surface and the second is the PPy formation. At the beginning, the current density decreases due to the formation of the passivation layer. After a certain time, the current density starts to increase, indicating the beginning of the polymerization, and then it becomes stable, due to the steady state growth of polypyrrole[8]. The increase of the value of the potential imposed to the working electrode provokes an increase of the current density plateau (i-t) and the thickness of the obtained coating[9]. From 0.65V, we observe formation of black film coating (PPy).

3. Galvanostatic mode

Polypyrrole films are synthesized galvanostatically at 0.3 mA/cm², 1 mA/cm², 5 mA/cm², and 10 mA/cm² vs Ag/AgCl_{sat} in the presence of 0.1M oxalic acid from 0.5M pyrrole. The curves presented in figure 8 illustrate the chronopotentiometric responses (E-t) recorded on carbon steel electrode for 10min. The increase of the current density provokes an increase of the potential plateau (E-t). For a current density of 0.3 mA/cm², the potential stabilizes at a negative value (-0.57V), less than the pyrrole oxidation potential, and no film growth is observed. But for the current densities more than 0.3 mA/cm² (1 mA/cm², 5 mA/cm² and 10 mA/cm²), the potential electrode increases and reaches a maximum of about 3.3V (higher than the oxidation potential of the pyrrole) which allows the formation of polypyrrole on the carbon steel surface. We observe that, compared with other cases, no black film is formed at 0.3 mA/cm².

Figure 9 presents the chronopotentiometric responses obtained for the deposition of polypyrrole on carbon steel in salicylate medium at different current densities ranging from 0.3 mA/cm² to 10 mA/cm². For a current density of 0.3 mA/cm², the potential of the carbon steel electrode remains at around 1.15V, more than the pyrrole oxidation potential, the film growth is observed. For current densities between 1 and 10 mA/cm², the electrode potential increases up to a maximum of about 6.5V, more than the pyrrole oxidation. For all values of current densities, the potential stabilizes at positive values, which indicates the strong passivation of the working electrode. Therefore, we can observe the formation of polypyrrole in each case.

III. Characterization techniques

1. FT-IR spectroscopy and EDX spectroscopy

The FT-IR spectra of FeC₂O₄.H₂O is displayed in figure 3. The broad band at 3360 cm⁻¹ can be assigned readily to the O-H stretch vibration of structurally coordinated water molecules. The antisymmetric O-C-O stretch gives rise to another broad and intense signal at 1605 cm⁻¹. The strong absorptions at 1361 cm⁻¹ and 1313 cm⁻¹ are interpreted tentatively as symmetric elongation of the O-C-O bonds, whereas signals at 822 cm⁻¹ and 482 cm⁻¹ could originate from C-C deformations and Fe-O stretch vibrations, respectively[10].

2. Raman spectroscopy

The figure 10 presents the bands observed on the spectra obtained with polypyrrole films synthesized by potentiostatic mode in oxalic acid medium. The observed bands represent the characteristic bands of polypyrrole.

3. Scanning Electronic Microscopy “SEM”

The morphology of polypyrrole films electrodeposited on carbon steel in oxalic acid and sodium salicylate mediums, is analyzed by scanning electron microscopy “SEM”.

Figure 11 shows the SEM micrographs of polypyrrole film synthesized on carbon steel by galvanostatic technique at 5 mA/cm² for 10min. The size of globules in the case of oxalic acid is generally between 4μm and 9μm. On the other hand, it is between 8μm and 21μm in the case of sodium salicylate. So, the films obtained in salicylate medium present globules of larger size than those obtained in oxalic acid medium. Generally, the morphology observed presents a cauliflower structure.

Many authors have discussed the morphology of polypyrrole synthesized in different electrolytic media. During the deposition of PPy on copper in phytic acid medium " $\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}_{24}\text{P}_6$ ", Y. Lei and al. are observed [11] a globular cauliflower morphology which is similar to the one observed in the case of films synthesized in sodium tartrate medium. A.H. El-Shazly and al. [12] have also described similar morphologies in the case of deposition of PPy on steel in tartrate medium.

Measurements with EDS (Energy dispersive X-ray Spectroscopy) (Figure 12, Table 1) show the existence of N inside the coatings deposited on carbon steel sample, which originally is not an element of carbon steel. It is however an element of PPy. This confirms that the PPy is deposited on the carbon steel surface.

III. Evaluation of the anticorrosive properties of PPy

In the present work, we have evaluated the anticorrosive properties of electrochemically synthesized polypyrrole coatings on carbon steel in oxalic acid medium.

The Tafel polarization curves (Figure 12) for different electrodes (Bare carbon steel "CS", oxalate coatings, CS/PPy) were conducted in the corrosive solution. Table 2 illustrates the corrosion parameters for bare carbon steel, CS/Ox and CS/PPy coatings in 3.5% NaCl solution. From table 1 and the figure 12, the iron (II) oxalate coated steel possesses lower corrosion potential and a low resistance (1.48 Kohm.cm^2) compared to that of the PPy coated steel (4.64 Kohm.cm^2). So, the iron (II) oxalate films are poor corrosion inhibitors for steel compared with PPy coatings[13].

However, it is clear from table 1 that the corrosion potential of PPy coating increases, and the current density decreased compared to those of the bare steel. These results indicate that the PPy coating can act as a protective layer on steel and improve the overall corrosion performance.

Conclusion

The electropolymerization of the PPY coatings on CS were performed by using three different electrochemical techniques (CV method, potentiostatic mode and galvanostatic mode) in aqueous oxalic acid and sodium salicylate solutions. The main conclusions were as follows:

- (1) The PPy coatings are successifly electrodeposited on carbon steel in different electrolytic mediums (Oxalic acid, sodium salicylate) ;

- (2) The characterization by raman spectroscopy confirms the presence of polypyrrole coatings due to the presence of their characteristic bands ;
- (3) SEM analysis revealed that the PPy films has a globular morphology and a cauliflower structure. The films obtained in salicylate medium present the globules of larger size than those obtained in oxalic acid medium;
- (4) Tafel polarization graphs confirms the barrier effect of the PPy coatings compared with oxalate coatings.

REFERENCES

- [1] R. Legrand and M. Lambert, *Cathodic protection*, no. 4. 1963.
- [2] S. U. Rahman, M. A. Abul-Hamayel, and B. J. Abdul Aleem, "Electrochemically synthesized polypyrrole films as primer for protective coatings on carbon steel," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 200, no. 9, pp. 2948–2954, 2006.
- [3] S. Wencheng and J. O. Iroh, "Electrodeposition mechanism of polypyrrole coatings on steel substrates from aqueous oxalate solutions," *Electrochim. Acta*, vol. 46, no. 1, pp. 1–8, 2000.
- [4] C. Des, E. Doctorales, and I. B. N. Zohr, "Présentée par Electropolymérisation du pyrrole et de l'aniline sur les aciers en milieux aqueux . Application à la protection contre la corrosion et à l'élimination des polluants des eaux usées," 2016.
- [5] A. ET TAOUIL, "Effets Des Ultrasons Haute Fréquence Sur L'Électrosynthèse Des Polymères Conducteurs.," p. 99;100;101, 2011.
- [6] F. Branzoi, Z. Pahom, and G. Nechifor, "Corrosion protection of new composite polymer coating for carbon steel in sulfuric acid medium by electrochemical methods," *J. Adhes. Sci. Technol.*, vol. 32, no. 21, pp. 2364–2380, 2018.
- [7] A. El Jaouhari *et al.*, "Comparison study between corrosion protection of polypyrrole synthesized on stainless steel from phthalate and saccharinate aqueous medium," *Polym. Test.*, vol. 67, pp. 302–308, 2018.
- [8] K. Cysewska, L. F. Macía, P. Jasiński, and A. Hubin, "In-situ odd random phase electrochemical impedance spectroscopy study on the electropolymerization of pyrrole on iron in the presence of sodium salicylate – The influence of the monomer concentration," *Electrochim. Acta*, vol. 290, pp. 520–532, 2018.
- [9] M. Bazzaoui, L. Martins, E. A. Bazzaoui, and J. I. Martins, "New single-step electrosynthesis process of homogeneous and strongly adherent polypyrrole films on iron electrodes in aqueous medium," *Electrochim. Acta*, vol. 47, no. 18, pp. 2953–2962, 2002.
- [10] H. Müller, L. Bourcet, and M. Hanfland, "Iron(II)oxalate dihydrate—humboldtine: Synthesis, spectroscopic and structural properties of a versatile precursor for high pressure research," *Minerals*, vol. 11, no. 2, pp. 1–17, 2021.
- [11] Y. H. Lei, N. Sheng, A. Hyono, M. Ueda, and T. Ohtsuka, "Electrochemical synthesis of polypyrrole films on copper from phytic solution for corrosion protection," *Corros. Sci.*, vol. 76, pp. 302–309, 2013.
- [12] A. A. Wazzan, "Using Polypyrrole Coating for Improving the Corrosion Resistance of Steel Buried in Corrosive Mediums," vol. 7, pp. 1946–1957, 2012.
- [13] A. El Jaouhari *et al.*, "Electrochemical and spectroscopical studies of polypyrrole synthesized on carbon steel from aqueous medium," *Synth. Met.*, vol. 209, pp. 11–18, 2015.
- [14] M. G. Hosseini, M. Sabouri, and T. Shahrabi, "Corrosion protection of mild steel by polypyrrole phosphate composite coating," *Prog. Org. Coatings*, vol. 60, no. 3, pp. 178–185, 2007.

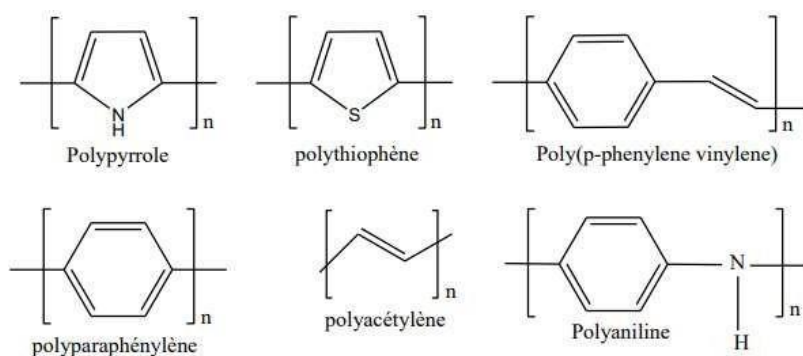


Figure 1: Some chemical formulas of Electron conductive polymers (ECP)



Figure 2: Image of electrode with the PPy coating

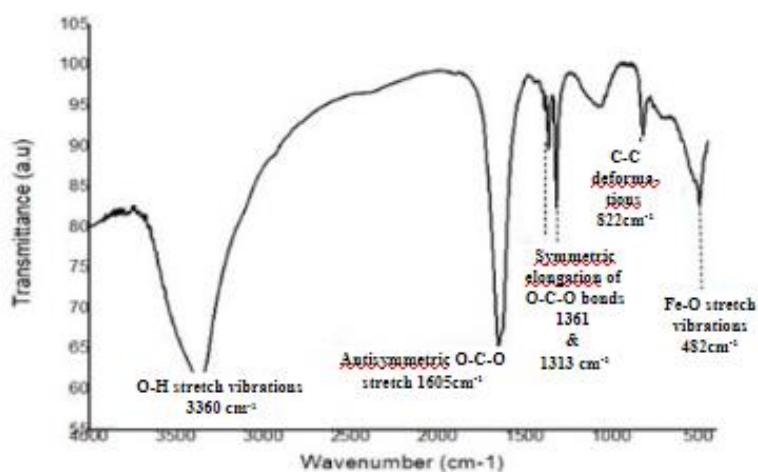


Figure 3: FT-IR of the passivation layer FeC₂O₄.H₂O

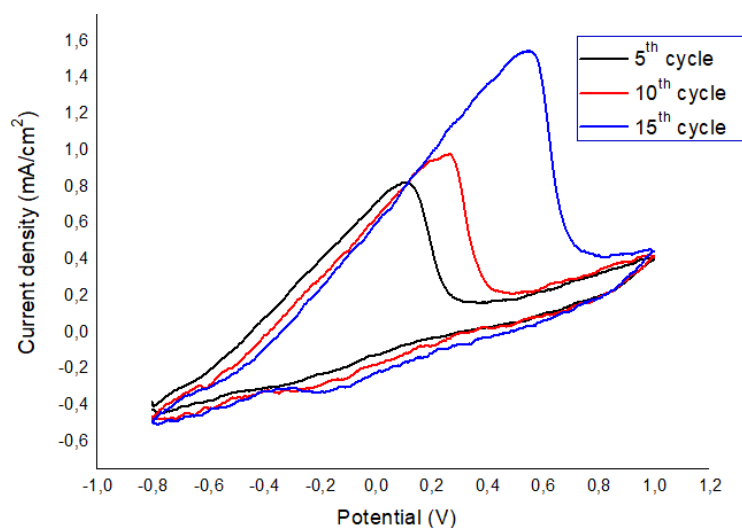


Figure 4: Electrochemical behavior of carbon steel electrode in 0.1 M salicylate aqueous medium ($C_7H_5NaO_3 + H_2O$). Scan rate 50 mV/s.

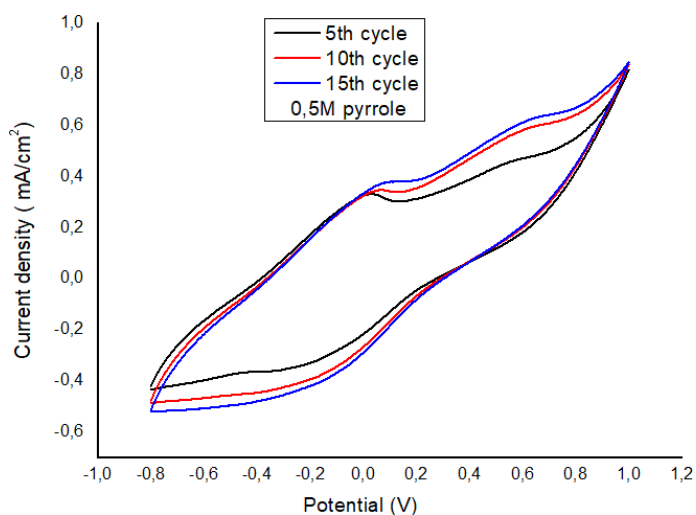


Figure 5: Cyclic voltammograms of PPy electrosynthesis on carbon steel electrode in (0.1 M $C_7H_5NaO_3$ + 0.5 M Pyrrole) aqueous medium. Scan rate: 50 mV/s.

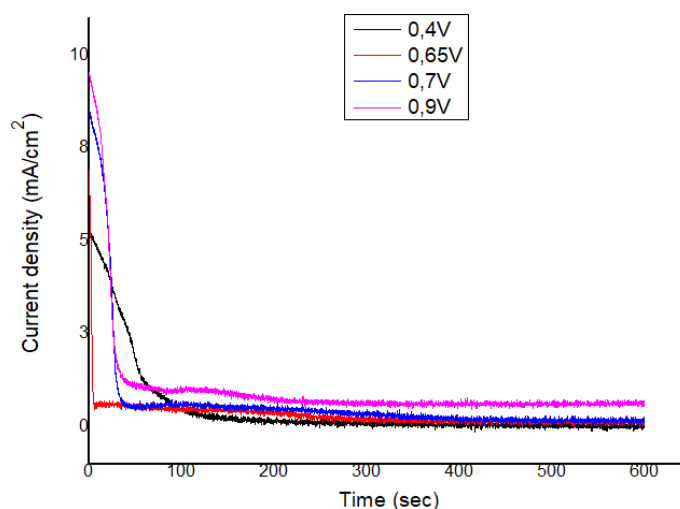


Figure 6: Chronoamperometric curves obtained on CS electrode in {0.1 M $H_2C_2O_4$ + 0.5 M pyrrole} versus Ag/AgCl.

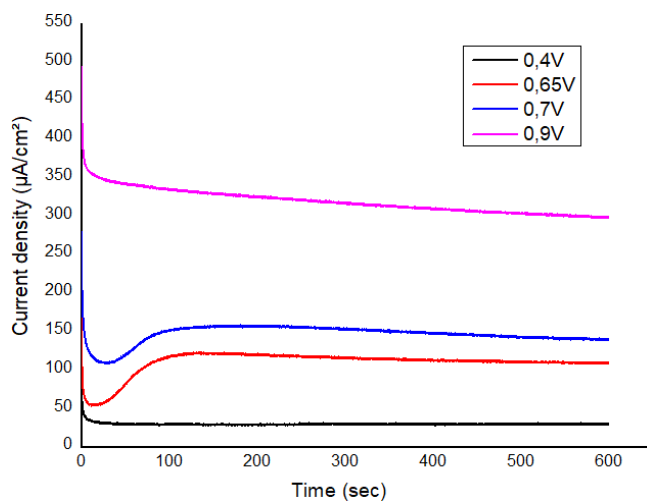


Figure 7: Chronoamperometric curves obtained on CS electrode in {0.1 M $C_7H_5NaO_3$ + 0.5 M pyrrole} versus Ag/AgCl.

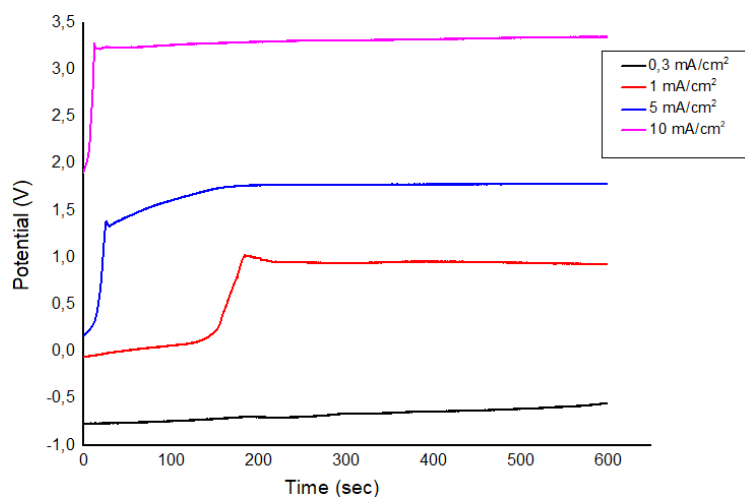


Figure 8: Potential /time (E-t) curves for galvanostatic electropolymerization of 0.5 M pyrrole on CS electrode in 0.1 M oxalic acid.

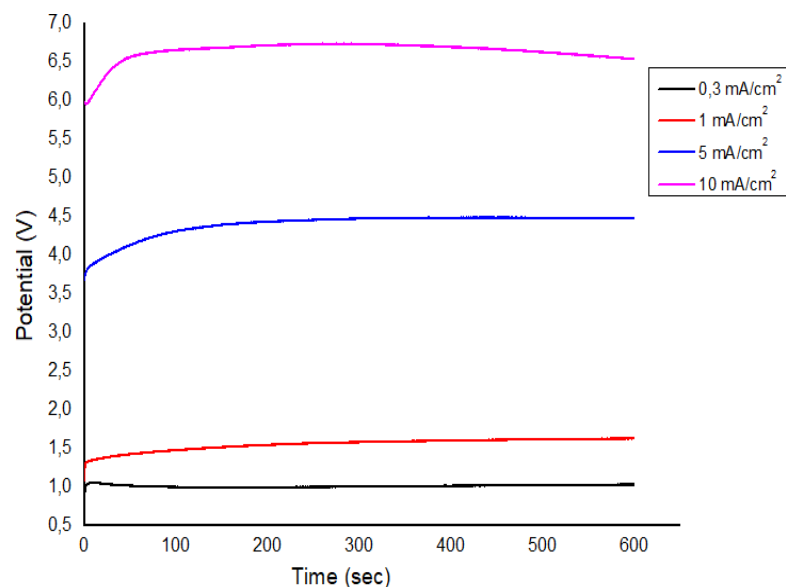


Figure 9: Potential /time (E-t) curves for galvanostatic electropolymerization of 0.5 M pyrrole on CS electrode in 0.1 M sodium salicylate.

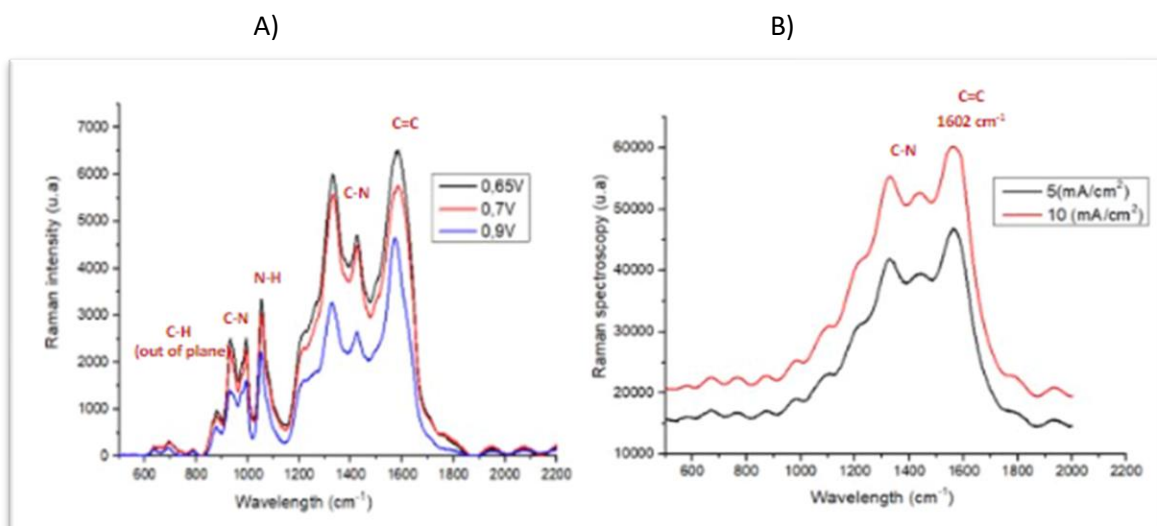


Figure 10: Raman spectroscopy of PPy coatings in (A) oxalic acid medium and (B) sodium salicylate medium

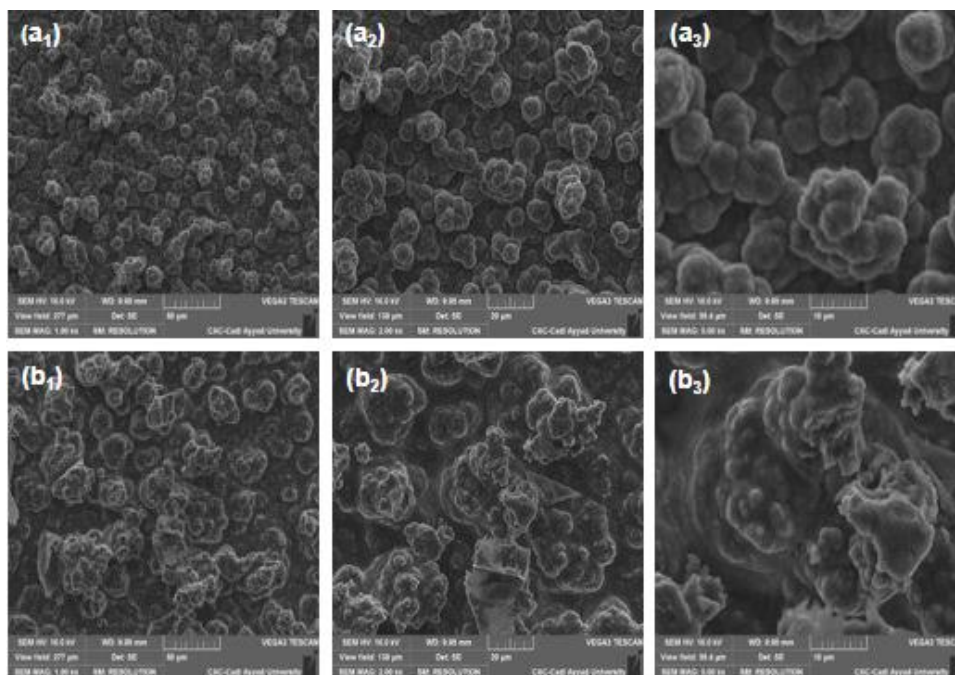


Figure 11: SEM micrographs of PPy coatings in (a) oxalic acid (0,1M) + Pyrrole (0,5M) at 5mA/cm² and (b) Sodium salicylate (0,1M) + Pyrrole (0,5M) at 5 mA/cm²

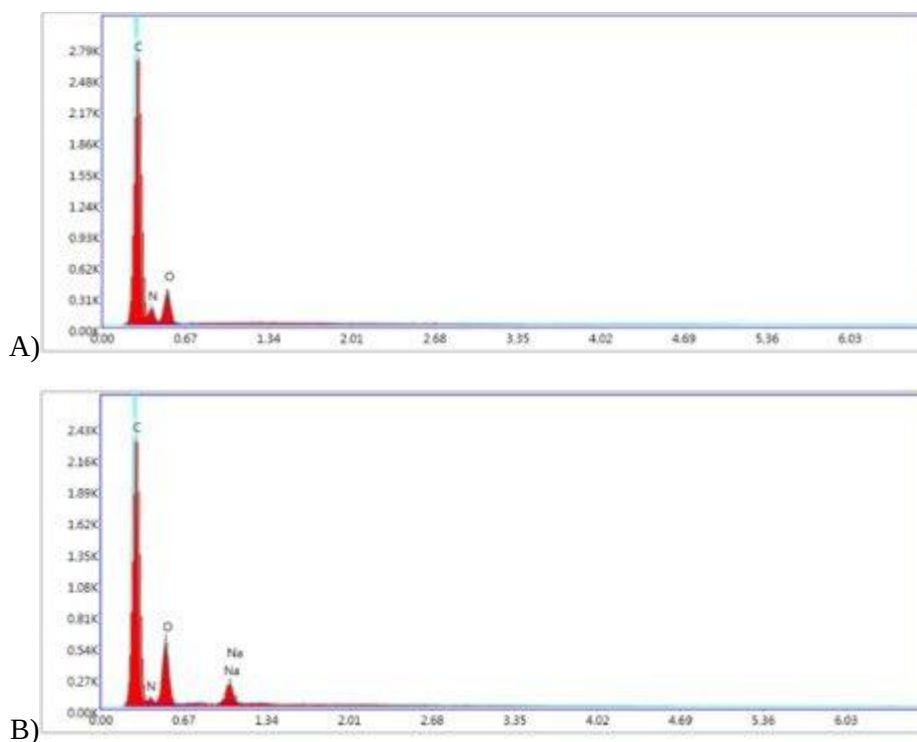


Figure 12: EDS of PPy coatings in (A) oxalic acid medium and (B) Sodium salicylate medium

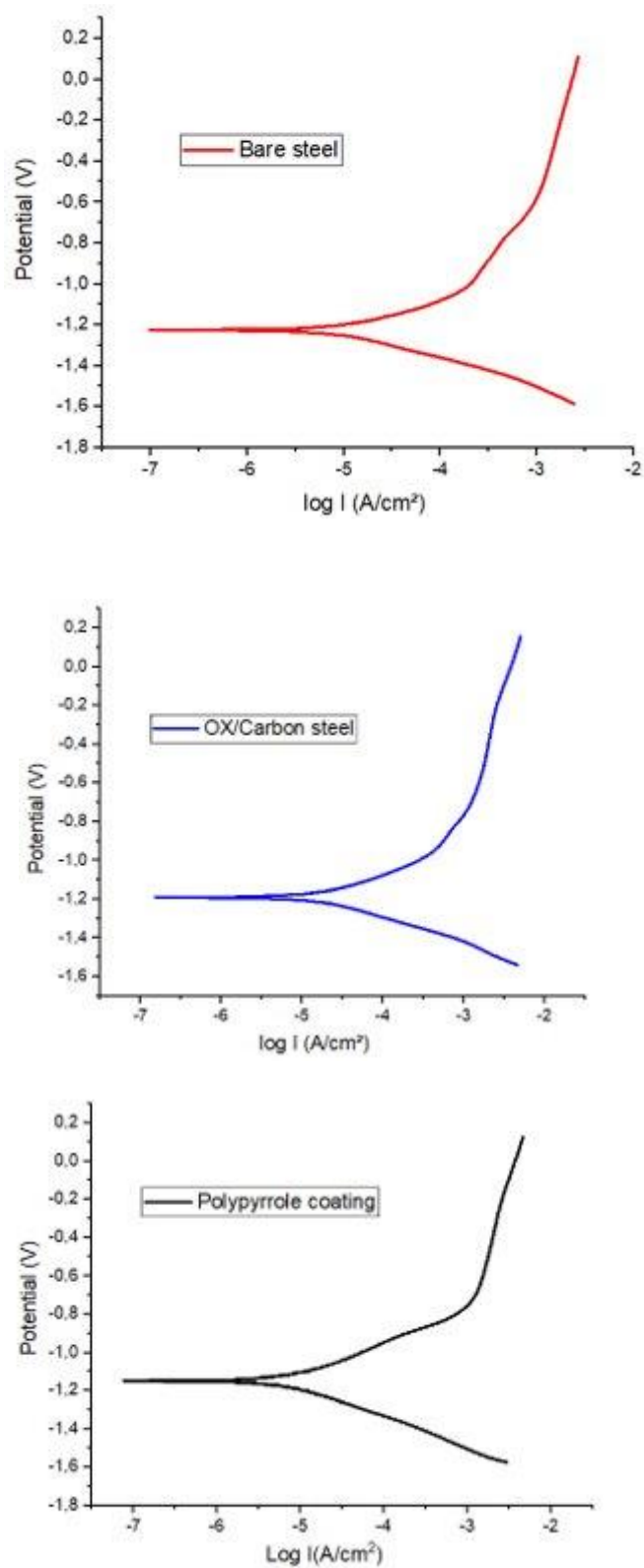


Figure 13 : Tafel polarization in (a) bare steel (b) Ox/carbon steel (C) PPy coatings

	Element	C	O	N	Na
PPy coating in oxalic acid medium	% weight	61.28	15.72	23.00	00.00
	Atomic%	66.03	12.72	21.25	00.00
PPy coating in sodium salicylate medium	% weight	63.44	23.87	7.32	5.38
	Atomic%	70.14	19.81	6.94	3.11

Table 1: The percentage of the present elements in the PPy coatings

Table 2: Corrosion parameters for bare steel and CS/Ox and PPy coatings in 3.5% NaCl solution

	E _{corr}	I _{corr}
Bare steel	-1224.7 mV	8.0843 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$
Ox/ steel	-1190.3 mV	13.9061 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$
Polypyrrole coatings	-1149.39 mV	5.6116 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$

FARMASÖTİK AJANLAR OLARAK KARBONİK ANHİDRAZ İNİHİTÖRLERİNİN ROLÜ

Ümit M. KOÇYİĞİT

Sivas Cumhuriyet University, Department of Basic Pharmaceutical Sciences, Sivas Cumhuriyet
University, Sivas, Turkey

ORCID ID:0000-0001-8710-2912

ÖZET

Karbonik anhidraz (CA; E.C.4.2.1.1) tüm organizmalarda bulunan ve çinko (Zn^{2+}) iyonu içeren bir metalloenzimdir. CA enzimi, karbon dioksit (CO_2) ve suyun (H_2O) bikarbonata (HCO_3^-) ve bir protona (H^+)¹ geri dönüşümlü hidrasyonunu katalize eder.

CA reaksiyonu solunum, CO_2 ve bikarbonatın metabolize olan dokular ve akciğer arasında taşınmasıdır; pH ve CO_2 dengelemede; farklı organ ve dokularda elektrolitlerin salgılanmasında; biyosentetik reaksiyonlar (glukoneogenez, lipogenez ve üre oluşumu gibi); osteoporozda; Kalsifikasyon ve tümör oluşumu gibi birçok farklı patolojik ve fizyolojik sürece katkıda bulunur². Bu tür aktivitelere katılan birçok CA inhibitörü inhibitör etki göstererek glokom, obezite, ödem, kanser, osteoporoz ve epilepsi gibi hastalıkların tedavisinde kullanılma potansiyeline sahiptir. Ek olarak, mantar, protozoa ve bakteri enfeksiyonlarıyla mücadele için CA inhibitörlerinin potansiyel kullanımı son araştırmaların konusu olmuştur.³ Bununla birlikte, tüm karbonik anhidraz inhibitörlerinde (CAI'ler), birçok sistemik veya oküler yan etki ortaya çıkabilir. Bu nedenle yeni karbonik anhidraz inhibitörlerinin keşfi çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Enzim İnhibisyonu; antiepileptik; karbonik anhidraz

ROLE OF CARBONIC ANHYDRASE INHIBITORS AS PHARMACEUTICAL AGENTS

ABSTRACT

Carbonic anhydrase (CA; E.C.4.2.1.1) is a metalloenzyme that is present in all organisms and contains zinc (Zn^{2+}) ion. CA enzyme catalyzes the reversible hydration of carbon dioxide (CO_2) and water (H_2O) to bicarbonate (HCO_3^-) and a proton (H^+)¹.

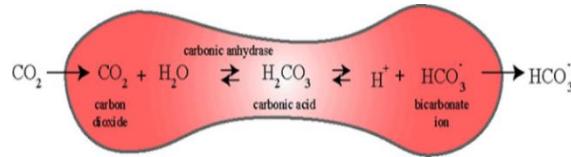
CA reaction is respiration, transport of CO_2 and bicarbonate between tissues metabolizing and lung; In pH and CO_2 balancing; in the secretion of electrolytes in different organs and tissues; biosynthetic reactions (such as gluconeogenesis, lipogenesis and formation of urea); in osteoporosis; It contributes to many different pathological and physiological processes such as calcification and tumor formation². Many CA inhibitors participating in such activities have the potential to be used in the treatment of diseases such as glaucoma, obesity, edema, cancer, osteoporosis and epilepsy by showing an inhibitory effect. In addition, the

potential use of CA inhibitors to combat infections by fungi, protozoa and bacteria has been the subject of recent research³ However, with all carbonic anhydrase inhibitors (CAIs), many systemic or ocular side effects may occur. Therefore, the discovery of new carbonic anhydrase inhibitors is very important.

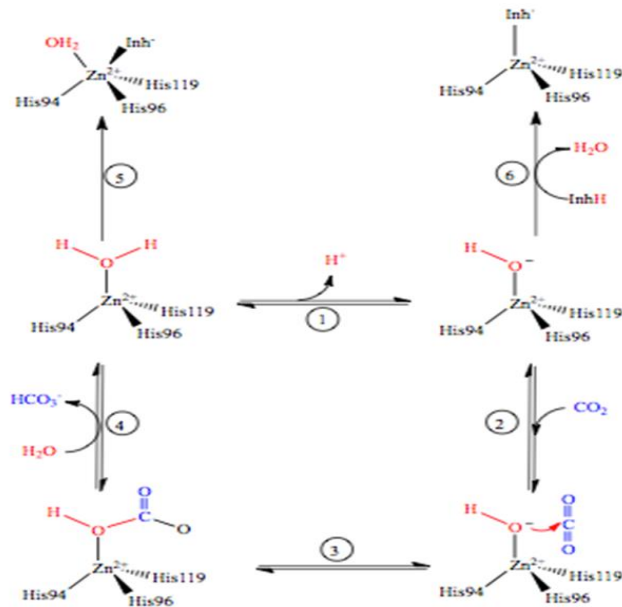
Keywords: Enzyme Inhibition; antiepileptic; carbonic anhydrase

GİRİŞ

Karbonik anhidraz (CA; E.C.4.2.1.1) enzimleri vücudumuzda neredeyse her dokuda bulunan, yapısında çinko bulunduran, canlılara göre farklı farklı izoformları olan, liyazlar grubundan, metalo enzimlerdir. İnsanda bulunan karbonik anhidraz izoformları 16 tanedir ve bunlar hücresel/doku lokalizasyonu ve kinetik özellikleri bakımından farklılık gösterir (Supuran, 2008).



Şekil 1. Karbanik anhidraz enzimin kataliz raksiyonu

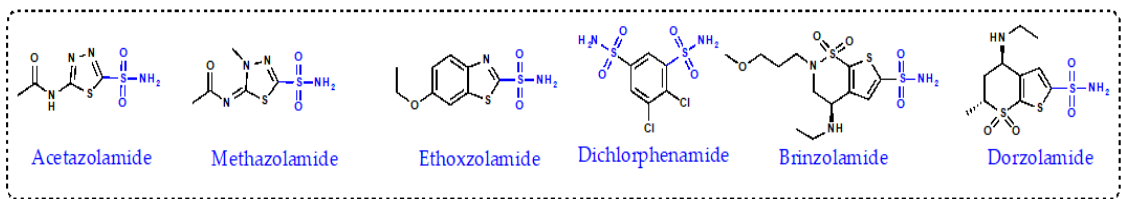


Şekil 2. CA için katalitik aktivite ve inhibisyon mekanizması

Epilepsi, tekrarlayan sebepsiz nöbet atakları ile karakterize dünya çapında en yaygın nörolojik bozukluklardan biridir. Dünya çapında 50 milyon insan, tedavi edilmediği takdirde önemli sakatlıklara ve ölümlere neden olabilen epilepsiden etkilenmektedir. Nöbet

epizodunu önlemek veya bastırmak için klinik olarak çeşitli antiepileptik ilaçlar (AEİ'ler) kullanılmasına rağmen, nöbet hastalarının yaklaşık %25-40'ı AEİ'lere yanıtızsızlık nedeniyle kontrolsüz nöbet geçirir. Bu yanıtızsızlığı en aza indirmek ve daha etkin ilaç üretmek için farklı AEİ'lerin araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yeni ilaç alternatifi keşfetmek amacıyla karbonik anhidraz enzimi (hCA) de ilaç hedefi olarak araştırılmıştır ve sonuçlar bu enzimlerin epilepsi tedavisi için etkili ve ilginç hedefler olduğunu göstermiştir. Birkaç çalışma, hCA'ların beyin çeşitli fizyolojik süreçlerini düzenlediğini ve epilepsi dahil olmak üzere çok sayıda merkezi sinir sistemi (CNS) ile ilişkili bozukluklara aktif olarak katıldığını göstermiştir. Hücre dışı protonların (CO₂'nin hCA katalizli hidrasyonu yoluyla üretilen) nöbet sırasında indüklenen N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörleri üzerindeki etkisi incelenerek, hCA'lar ve epilepsi arasındaki güçlü bağlantı araştırılmıştır. NMDA reseptör aktivitesinin, beyin hCA aktivitesi tarafından indüklenen hücre dışı asitlenme ile baskılanabileceği ve bu nedenle bu reseptörlerin fonksiyonunu kontrol ederek epileptik aktivitenin etkilenebileceği bildirilmiştir. Ayrıca hCA'ların beyindeki nöbet aktivitesini etkilediği ve GABAerjik fonksiyonları yönlendirdiği bulunmuştur. Birkaç çalışma, nöbet sırasında GABAerjik uyarım nedeniyle hücre dışı potasyum konsantrasyonunun arttığını göstermiştir (Wulf et al., 2013; Supuran, 2008; Koçyiğit, 2017; Doğanay,2007)

Beyin hCA'ları, CO₂'nin geri dönüşümlü hidrasyonunu katalize ederek hücre dışı ve hücre içi boşlukların pH tamponlamasını aktif olarak düzenler. Bu nedenle, hCA'lar muhtemelen beyin pH ve CO₂ seviyelerini koruyarak nöbet aktivitesini düzenler ve modüle eder. Yani; klinik olarak kullanılan bazı AEİ'lerin güçlü hCA inhibe edici aktivite gösterdiğini de göz önünde bulundurursak, hCA, güçlü antikonvülzan ajanların geliştirilmesi için ilginç bir hedef olarak kabul edilir ve inhibisyonuyla antiepileptik aktivite elde edilir.(Mishra et al., 2017, 2021) Ancak hCA inhibitörleri, izoforma özgü olmadığından spesifite eksikliğine ve dolayısıyla çeşitli yan etkilere sebep olmaktadır. Bu yan etkileri en aza indirmek ve mevcut ilaçlardan daha iyi farmakolojik özelliklere sahip yeni ilaçlar keşfetmek amacıyla antiepileptik potansiyel gösteren kimyasalların daha çok araştırılmasına ihtiyaç vardır. (Wulf et al., 2013)



Şekil 3. Karbanik anhidraz inhibitörleri

Bazı tıbbi durumlarla ilişkili karbonik anhidraz inhibitörleri: Vazodilatör, kan basıncını düşürücü etkiler, ödem, epilepsi, glokom, hidrosefali, hiperkalemik periyodik felç, dağ hastalığı / irtifa hastalığı, birincil periyodik felç, kanser, nöbet önlemede kullanılmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Piyasada satılan antiepileptik ilaçlar, epilepsi hastalarında nöbet sorununu tam olarak çözememektedir. Karbonik anhidraz inhibitörü olarak en sık kullanılan asetazolamid ve metazolamid, etkili uzun süreli tedavi sağlamayıp hızlı bir toleransa yol açtığı için halihazırda reçete edilen ilaçlardan yapısal ve farmakolojik olarak farklı yeni antiepileptik bileşiklere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca genel popülasyonun yaklaşık %3-6'sının, p-aminobenzen-sülfonamidin sentetik türevleri olan sülfonamidlere alerjisi olduğuna inanılmaktadır. Dolayısıyla bu hastalar sülfonamid yapılı karbonik anhidraz inhibitörlerini kullanamamaktadır. Varolan ilaçlar hCA izozimlerini spesifik bir şekilde inhibe edemediğinden çeşitli yan etkilere sebep olmaktadır. Tüm bu sebeplerden dolayı antiepileptik ilaç olarak daha seçici hCA inhibitörlerinin tasarımı için farklı stratejiler geliştirilmiştir. (Anne Thiry, Jean-Michel Dogné, Claudiu T. Supuran, 2008; Wulf et al., 2013)

KAYNAKÇA

- Doğanay, S., & Firat, P. G. (2007). Karbonik Anhidraz İnhibitörleri. *Glokom-Katarakt/Journal of Glaucoma-Cataract*, 2(3).
- Kocyigit, U. M., Budak, Y., Gürdere, M. B., Tekin, Ş., Köprülü, T. K., Ertürk, F., ... & Ceylan, M. (2017). Synthesis, characterization, anticancer, antimicrobial and carbonic anhydrase inhibition profiles of novel (3aR, 4S, 7R, 7aS)-2-(4-((E)-3-(3-aryl) acryloyl) phenyl)-3a, 4, 7, 7a-tetrahydro-1H-4, 7-methanoisindole-1, 3 (2H)-dione derivatives. *Bioorganic chemistry*, 70, 118-125.
- Mishra, A., Behera, R. K., Behera, P. K., Mishra, B. K., & Behera, G. B. (2000). Cyanines during the 1990s: a review. *Chemical reviews*, 100(6), 1973-2012.
- Thiry, A., Dogne, J. M., Supuran, C. T., & Masereel, B. (2008). Anticonvulsant sulfonamides/sulfamates/sulfamides with carbonic anhydrase inhibitory activity: drug design and mechanism of action. *Current pharmaceutical design*, 14(7), 661-671.
- Supuran, C. T. (2008). Carbonic anhydrases: novel therapeutic applications for inhibitors and activators. *Nature reviews Drug discovery*, 7(2), 168-181.
- Wulf, G. (2013). Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. *International Review of sport and Exercise psychology*, 6(1), 77-104.

FARMASOTİK AJANLAR OLARAK ASETİLKOLİNESTERAZ İNHİBİTÖRLERİ

Ümit M. KOÇYİĞİT

Sivas Cumhuriyet University, Department of Basic Pharmaceutical Sciences, Sivas Cumhuriyet
University, Sivas, Turkey

ORCID ID:0000-0001-8710-2912

ÖZET

Asetilkolin beynin bellek ile alakalı bölgelerinde önemli bir nörotransmitterdir. Alzheimer hastalığında asetilkolin miktarının azalması belleğin bozulması ile doğru orantılıdır. Kolinerjik işlevde düzelme sağlayan ajanlar kognitif fonksiyonlarda stabilizasyon sağlayabilir. Fakat bu tedaviler hastalığın fizyopatolojik ilerleyişini engelleyemez. Bu gayeyle kullanılan temel ilaçlar AChEi dir. (Kalaycı et. al., 2020; Koçyiğit et. al., 2022). Kolinesteraz inhibitörleri klinik olarak Myastenia Gravis, glokom, ve Alzheimer Hastalığı gibi hastalıklarda kullanılmaktadır. Bu ilaçların bir takım yan etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle son zamanlarda alternatif asetilkolinesteraz inhibitörlerinin keşfi önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Günümüze kadar çok çeşitli AChE enzimi inhibitörleri sentezlenmiştir. Bu inhibitörler glaucoma ve myasthenia gravis tedavisinde, antikolinerjik zehirlenmeye karşı antidot olarak, non-depolarlayıcı kas gevşeticilerin etkisini tersine çevirmek için, Alzheimer gibi hastalıkların nöropsikiyatrik semptomlarının tedavisinde özellikle tepkisizliğe karşı, Lewy Body Dementia ve Parkinson Hastalıklarının tedavisinde kullanılmıştır (Yamalı et. al., 2020; Aslan et. al., 2019). Ancak yapılan çalışmalarda görüldü ki, Alzheimer hastalarının tedavisinde istenilen olumlu sonuçlar görülemediği gibi etkinlik-maliyet açısından sıkça eleştirilmiş, 2005 yılında halk sağlığı sisteminin (NHS) ilaç masraflarını ödememe kararı bile alınmıştır. Yeni inhibitörlerin keşfi ile, günümüzde kullanılan asetilkolin inhibitörlerindeki yetersizlikler arasında sayılan asetilkolin sentezleme yeteğinin giderek azalması, hastaya ait farmogenetik özellikler, hücre ve sinaptik kaybın belirgin olması, fizyolojik nedenler, diğer nörotransmitter eksiklikleri gibi durumların giderilmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alzheimer Hastalığı, Asetilkolinesteraz, Asetilkolinesteraz İnhibitörleri (AChEi)

ACETYLCHOLINESTERASE INHIBITORS AS PHARMACEUTICAL AGENTS

ABSTRACT

It's about the content of acetylcholine brain. It is an important neurotransmitter. In Alzheimer's breeders, acetylcholine is right with the breeders grown. Agents that provide

services in cholinergic function can stabilize cognitive functions. However, these abilities cannot hinder the progression of mastery skills. The basic life used for this purpose is AChEi. (Kalaycı et al., 2020; Koçyiğit et al., 2022). It is also used as a cholinesterase hospital for Myasthenia Gravis, glaucoma, and Alzheimer's Disease. It has a number of them. Thanks to these technologies, alternative inhibitors have not evolved to be an important research area. Various AChE hospital colors have been synthesized to date. It is used in the treatment of glaucoma and myasthenia gravis, as an antidote against anticholinergic poisoning, for referrals for non-storage muscle relaxants, for the treatment of Le Body Dementia and Parkinson's, against the treatment of neuropsychiatric use such as Alzheimer's (Yamali diseases et al., 2020; Aslan et al., 2019; Koçyiğit et al., 2018). However, it was seen in the studies that the desired positive results in the treatment of Alzheimer's patients could not be seen, and it was frequently criticized in terms of effectiveness-cost, and in 2005, the public health system (NHS) even decided not to pay the drug costs. With the discovery of new inhibitors, it is aimed to eliminate conditions such as the gradual decrease in acetylcholine synthesizing ability, which are among the deficiencies of the acetylcholine inhibitors used today, the pharmacogenetic characteristics of the patient, the apparent cell and synaptic loss, physiological causes, and other neurotransmitter deficiencies.

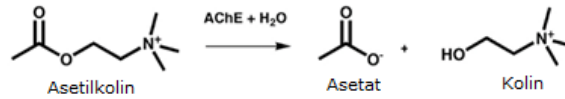
Keywords: Alzheimer's Disease, Acetylcholinesterase, Acetylcholinesterase Inhibitors (AChEi)

1. GİRİŞ

Alzheimer hastalığı, bilişsel işlevlerde bozulma, davranış bozuklukları ve günlük yaşamın temel aktivitelerini yerine getirme yeteneğinin azalması gibi etkileri olan nörodejeneratif ve yaşamı tehdit eden bir hastalıktır (Ferri vd., 2005; Akıncıoğlu vd., 2014). Bu hastalık çok araştırılmasına rağmen, çok faktörlü patogenezi nedeniyle tedavi edilebilir bir yöntem geliştirilmemiştir. Patojenik faktörlere dayalı olarak, kolinerjik nörotransmitterin azalması, amiloid beta (Ab) birikimi, nörofibriler yumaklar (NFT'ler), oksidatif stres, metal iyonları düzensizliği gibi çeşitli hipotezler öne sürülmüştür (Fang vd., 2016). Tüm hipotezler arasında, kolinerjik hipotez, kolinesteraz inhibitörlerinin (ChEI'ler) geliştirilmesi başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Çünkü bilişsel ve hafıza bozukluğu bir dereceye kadar asetilkolinin (ACh) azalmasından kaynaklanmaktadır (Göçer vd., 2013; 2016).

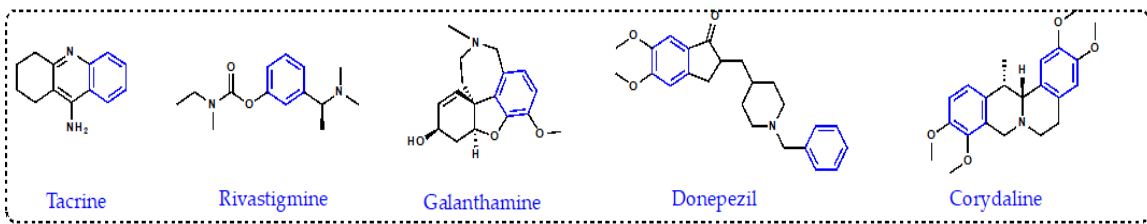
AH'de beyin hücrelerinde meydana gelen kaybolmanın kesin nedeni henüz bilinmemekle beraber, hastalığın ortaya çıkmasında anormal proteinler (amiloidler) ve otoimmün

reaksiyonlar gibi pek çok farklı etkenin neden olabileceği düşünülmektedir [5]. Bu nedenlerden bir tanesi ise “kolinerjik hipotez” olarak tanımlanan kolinerjik sistemdeki değişimlerdir. Kolinerjik hipotez; beyindeki sinir hücreleri arasında mesaj geçişini sağlayan bir nörotransmitter madde olan asetilkolin’in (ACh) anormal bir derecede yitirilmesine dayandırılır [6]. Şekil 1’de ACh’nin hidrolizi görselleştirilmiş ve kimyasal yapıları verilmiştir. Yapılan araştırmalar, AH’ye yakalanan çoğu kişinin beyinlerinin, azalmış ACh miktarlarına sahip olduğunu göstermiş ve bu kimyasal maddenin kaybının, hafızanın kötüleşmesiyle sonuçlandığını öne sürmüştür. ACh; bir alkaloiddir ve tanımlanan ilk nörotransmitterdir. Merkezi sinir sisteminde yer alan bir kimyasal transmitter olmasının yanı sıra birçok organizmanın parasempatik sinir sisteminde de yer alır [7].



Şekil 1. ACh’nin hidrolizi ve metabolizması

Kolinesteraz inhibitörleri klinik olarak Myastenia Gravis, glokom, ve Alzheimer Hastalığı gibi hastalıklarda kullanılmaktadır. Alzheimer Hastalığı tedavisi için ilk olarak takrin, ve daha sonra donepezil, rivastigmin ve galantamin kullanıma girmiştir. Takrin ve rivastigmin asetilkolinesteraz ve butirilkolinesterazın her ikisini de inhibe ederken, donepezil ve galantamin spesifik olarak asetilkolinesterazı inhibe etmektedir.

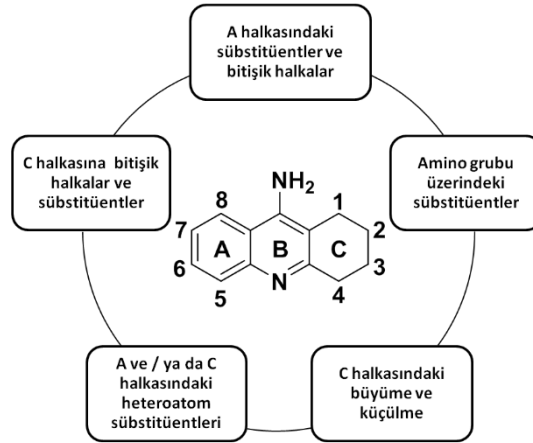


Şekil 2. AChE inhibitörleri

Takrin kimyası

Akridin ve türevleri, yaygın olarak antimalaryal ve antibakteriyel maddeler olarak kullanılan, iyi bilinen biyoaktif bileşikler sınıfındadır. Yaygın ismi Takrin olan, 9-amino-1,2,3,4-tetrahidroakridin, Alzheimer hastalığının tedavisi için onaylanan ilk asetilkolin esteraz inhibitörüdür (Shaw ve Bentley, 1949). Kabul edilmiş numaralandırma sistemi ve çeşitli konumlarından türevlendirilmesi Şekil 1 de gösterilmiştir.

Takrin, ilk geliştirilen non-selektif reversible ChE inhibitörüdür (Korabecny vd., 2018). İlk defa 1945'te Sidney Üniversitesi'nden Adrian Albert tarafından sentezlenmiş ve Alzheimer hastalığını tedavi etmek için kullanılmıştır. Merkezi olarak etkisini gösterir. Monoaminlere ve iyon kanallarına karşı etkilidir (Dembitsky vd., 2020). Takrin hafif ve orta şiddetteki AH'de kullanılmıştır (Soylu ve Karalı, 2017). Non-selektif özellikte olması, hepatotoksisite ve gastrointestinal sistem üzerindeki yan etkileri nedeniyle piyasadan çekilmiştir (Korabecny vd., 2018).



Şekil 3. Takrin yapısı

2. SONUÇ

Bu nedenle, AChE inhibisyonu, AD'nin yönetimi için en makul stratejilerden biri olarak kabul edilmektedir. Klinik olarak çeşitli asetilkolinesteraz inhibitörleri (AChEI'ler) vardır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları donepezil, galantamin, rivastigmin ve takrindir. Bununla birlikte, bu ilaçlar mide bulantısı, kusma, ishal, baş dönmesi ve hepatotoksisite gibi olumsuz etkiler göstermektedir. Ayrıca toksik etkileri ve sınırlı etkinlikleri vardır. Bu nedenlerle, yeni AChEI'ler sentezlenmeli ve AD'nin tedavisi için daha güvenilir ve daha verimli olarak karakterize edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Alaşehirli, B. (2005). Kolinesteraz inhibitörleri (antikolinesterazlar). *Türkiye Klinikleri Journal of Internal Medical Sciences Pharmacology*, 1(18), 47-57.
- Akıncıoğlu, A., Topal, M., Gülçin, I., & Göksu, S. (2014). Novel sulphamides and sulphonamides incorporating the tetralin scaffold as carbonic anhydrase and acetylcholine esterase inhibitors. *Archiv der Pharmazie*, 347(1), 68-76.
- Ermolenko, E. V., Imbs, A. B., Gloriovova, T. A., Poroikov, V. V., Sikorskaya, T. V., & Dembitsky, V. M. (2020). Chemical diversity of soft coral steroids and their pharmacological activities. *Marine drugs*, 18(12), 613.

Fang, F., Zhang, H., Cheng, J., & Leung, V. C. (2016). Energy-efficient resource allocation for downlink non-orthogonal multiple access network. *IEEE Transactions on Communications*, 64(9), 3722-3732.

Ferri, C. P., Prince, M., Brayne, C., Brodaty, H., Fratiglioni, L., Ganguli, M., ... & Scazufca, M. (2005). The global prevalence of dementia: a Delphi consensus study. *The lancet*, 366(9503), 2112-2117.

Göçer, H., Akıncioğlu, A., Öztaşkın, N., Göksu, S., & Gülçin, İ. (2013). Synthesis, Antioxidant, and Antiacetylcholinesterase Activities of Sulfonamide Derivatives of Dopamine-R elated Compounds. *Archiv der pharmazie*, 346(11), 783-792.

Gocer, H., Topal, F., Topal, M., Küçük, M., Teke, D., Gülçin, İ., ... & Supuran, C. T. (2016). Acetylcholinesterase and carbonic anhydrase isoenzymes I and II inhibition profiles of taxifolin. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 31(3), 441-447.

Kalaycı, M., Türkeş, C., Arslan, M., Demir, Y., & Beydemir, Ş. (2021). Novel benzoic acid derivatives: Synthesis and biological evaluation as multitarget acetylcholinesterase and carbonic anhydrase inhibitors. *Archiv der Pharmazie*, 354(3), 2000282.

Koçyiğit, Ü. M., Taslimi, P., Tüzün, B., Yakan, H., Muğlu, H., & Güzel, E. (2022). 1, 2, 3-Triazole substituted phthalocyanine metal complexes as potential inhibitors for anticholinesterase and antidiabetic enzymes with molecular docking studies. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 40(10), 4429-4439.

Korábečný, J., Nepovimova, E., Cikankova, T., Špilovská, K., Vašková, L., Mezeiova, E., ... & Hroudova, J. (2018). Newly developed drugs for Alzheimer's disease in relation to energy metabolism, cholinergic and monoaminergic neurotransmission. *Neuroscience*, 370, 191-206.

Shaw, F. H., & Bentley, G. (1949). Some Aspects Of The Pharmacology Of Morphine, With Special Reference To Its Antagonism By 5-Amino-Acridine And Other Chemically Related Compounds. *Medical Journal Of Australia*, 2(25), 868-874.

Soylu, Ö., & Karalı, N. (2017). Alzheimer hastalığı ve tedavisinde güncel yaklaşımlar. *Türkiye Klinikleri J Pharm Sci*, 6(2), 94-109.

Yamali, Cem, et al. "Aminoalkylated phenolic chalcones: investigation of biological effects on acetylcholinesterase and carbonic anhydrase I and II as potential lead enzyme inhibitors." *Letters in Drug Design & Discovery* 17.10 (2020): 1283-1292.

TIYOL MODİFİYE MWCNT BİLEŞİKLERİNİN ADSORPSİYON ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ümit ÇALIŞIR

Siirt University, Science and Technology Application and Research Center, Kezer Campus

ORCID ID: 0000-0001-7699-2008

Baki ÇİÇEK

Balıkesir University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Chemistry, Çağış Campus

ORCID ID: 0000-0003-1257-1188

ÖZET

Arıtma işlemlerinde sık sık endüstride başvuru alan yöntemlerden birisi adsorbsiyondur. Adsorbanların özelliklerine bağlı olarak farklı iyon ya da moleküllerin uzaklaştırılmasında kullanılabilmektedir. Metallerin adsorbsiyon uygulamalarında, genellikle amit sentezi ile elde edilen primer amin bileşiklerinin yaygın olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Ancak, tiyol içeren bileşiklerin geçiş metalleri ve ağır metallerle olan ilgisi de bilinmektedir. Bu çalışma kapsamında, yeşil kimyanın öncülerinden olan mikrodalga sentez yöntemiyle elde edilen tiyol modifiye MWCNT bileşiklerinin, bazı geçiş metalleriyle ve ağır metallerle optimum adsorbsiyon koşulları, adsorbsiyon yüzdesi ve adsorbsiyon kapasitesi belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tiyol modifiye MWCNT, Adsorbsiyon, Adsorbsiyon Kapasitesi

DETERMINATION OF ADSORPTION PROPERTIES OF THIOL MODIFIED MWCNT COMPOUNDS

ABSTRACT

One of the methods frequently used in the industry in purification processes is adsorption. Depending on the properties of adsorbents, it can be used to remove different ions or molecules. It has been determined that primary amine compounds, which are generally obtained by amide synthesis, are widely used in metal adsorption applications. However, the affinity of thiol-containing compounds to transition metals and heavy metals is also known. In this study, optimum adsorption conditions, adsorption percentage and adsorption capacity of thiol modified MWCNT compounds with some transition metals and heavy metals, obtained by microwave synthesis method, which is one of the pioneers of green chemistry, were determined.

Keywords: Thiol modified MWCNT, Adsorption, Adsorption Capacity

1. GİRİŞ

Karbon nanotüp, nanoteknoloji biliminin önemli ilgi alanlarından biridir. Pek çok bilim insanı, son yıllarda modifiye edilmiş nanotüplerin yüzey modifikasyonu ile çalışmalar

yapmaktadır. CNT'ler benzersiz yapısal, mekanik ve elektriksel özellikleri ve birçok alanda geniş uygulamaları nedeniyle oldukça ilgi çekicidir. Karbon nanotüpler (CNT'ler), elektronik cihazlarda kuantum kablosu, biyolojik sensörler, emisyon görüntüleme teknikleri, akıllı ilaç tasarımı, seçicilik ve özgüllük nedeniyle hidrojen depolama ve kızılötesi sensörler vb. gibi birçok uygulama bulmuştur (Afrin et al., 2013; Avilés-Barreto et al., 2015; Jiang et al., 2005; Lim et al., 2003). Son çalışmalar, CNT'lerin kimyasal uyumlulukları ve çözünürlük etkilerinin değişmesi nedeniyle yüzeylerinde bir fonksiyonelleşme ve modifikasyon üzerinedir (Dai et al., 2012; Hadavifar et al., 2014; Hong et al., 2005; Zang et al., 2009). CNT'lerin açık uçlarının, dış duvarlarının ve iç duvarlarının modifikasyonu, nanotüp içeren malzeme ve cihazların tasarımında çok önemlidir. Birçok çalışmada sentetik polimerler ve biyomakromoleküller birçok yöntemle CNT'nin dış yüzeyine kovalent olarak bağlanmıştır (Calisir et al., 2017; Chen et al., 1998; Lin et al., 2003; Pandurangappa et al., 2008). İlk olarak, CNT'ler oksidanlar (nitrik asit, sülfürik asit/potasyum dikromat, nitrik asit/sülfürik asit vb.) ile oksitlenerek -COOH, OH vb. CNT'ler üzerinde fonksiyonel gruplar oluşturulmuştur (Hong et al., 2005; Pandurangappa et al., 2008). Bu gruplar aracılığıyla, CNT'lere açılasyon, amidizasyon, esterifikasyon, tiyoesterifikasyon, eterifikasyon vb. reaksiyonlar yoluyla fonksiyonel gruplar bağlanmaktadır (Hadavifar et al., 2014; R. Li et al., 2011; Zang et al., 2009). Birçok çalışmada, CNT'lerin yüzeyinin fiziksel veya kimyasal modifikasyonlarla değişiminin adsorbsiyon özelliklerini de değiştirdiği gözlemlenmiştir (Hong et al., 2005; Mormann et al., 2008)

Hızla gelişen endüstriler ile birlikte biyolojik ve çevresel örneklerde görülen artan ağır metal kalıntıları, insan ve canlıların yaşamında büyük sorunlar oluşturmaktadır. Bu ağır metaller besin zinciri yoluyla insan vücuduna taşınır ve birikmeye başlar. İnsan vücudundaki miktarı arttığında insan sağlığını bozar. Bu toksik elementlerin varlığı ICP-MS, ICP-OES gibi birçok yöntemle belirlense de endüstriyel atıklardan uzaklaştırılması oldukça maliyetlidir. Bu amaçla ağır metalleri seçici veya toplu olarak uzaklaştırabilen yöntemlere ihtiyaç vardır. Bazı moleküller, reçineler, sistemler bu tür ağır metalleri fiziksel veya kimyasal adsorbsiyon işlemleriyle uzaklaştırır (Fan et al., 2006; J. Li et al., 2006).

Bu çalışmada Ag^+ , Ca^{2+} , Co^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , K^+ , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Na^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+} iyonları ve tiyol modifiye MWCNT'lerin seçici metal adsorbsiyonu incelenmiştir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

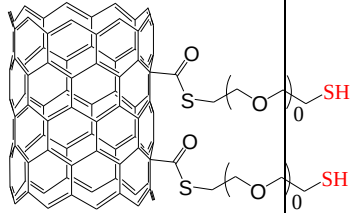
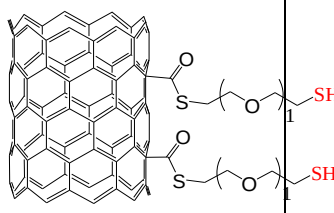
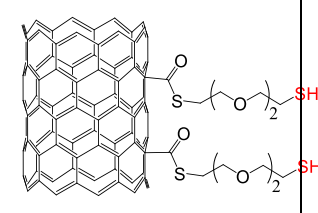
2.1. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada, klasik ve mikrodalga sentez yöntemleri ile sentezlenen tiyol modifiye MWCNT'lerin (Tablo 2. 1) metal seçiciliği katı-sıvı metal adsorbsiyon tekniği ile belirlenmiştir (Çalışır et al., 2020). Bu amaçla adsorbsiyon yüzdeleri ve adsorbsiyon kapasiteleri belirlendi. Adsorban, adsorbat, çalkalama süresi ve sıcaklığın etkileri araştırıldı (Çalışır, 2020).

Standart Adsorbsiyon Yöntemi: 10 mg sübstütüe MWCNT, 50 ml'lik falkon tüpte tartıldı ve 10^{-4} M 12 tuz karışımı içeren 30 ml tuz çözeltisi ilave edildi. Önce elle çalkalandı, ardından her numune 10 dakika ultrasonik banyoya yerleştirildi. Sıcaklık kontrollü kabin çalkalayıcı 300 rpm'de çalkalayıcıda 25 °C'de 2 saat çalkalandı. ICP-OES ile metal konsantrasyonlarının belirlenmesi amacıyla 0.45'lik bir şırınga ucu bir PTFE filtresiyle filtrelendi. Tüm çalışmalar 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve ortalama değerler kullanılmıştır (Çalışır, 2020).

Optimum adsorbsiyon koşullarının belirlenmesi amacıyla yukarıda yer alan standart adsorbsiyon yönteminde, tuz çözeltisi miktarı, sıcaklık, adsorban miktarı, çalkalama süresi değiştirilerek çalışma tekrarlanmıştır. Adsorban olarak ise D3 kullanılmıştır (Çalışır, 2020).

Tablo 2.1. Kullanılan adsorban bileşikleri

Adsorbanlar		
D1	D2	D3
		

Bu çalışmada kullanılan tuzlar Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2. Kullanılan tuzlar

K O D	TUZ	K O D	TUZ
1	NaNO ₃	7	Zn(NO ₃) ₂ .6 H ₂ O
2	Mg(NO ₃) ₂ .6 H ₂ O	8	Cu(NO ₃) ₂ .3 H ₂ O
3	KNO ₃	9	Cr(NO ₃) ₃ .9 H ₂ O
4	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	10	Co(NO ₃) ₂ .6 H ₂ O
5	Fe(NO ₃) ₃ .9H ₂ O	11	Pb(NO ₃) ₂
6	Mn(NO ₃) ₂ .4 H ₂ O	12	AgNO ₃

Adsorbsiyon (ekstraksiyon) yüzdesinin hesaplanması (% AY)

$$\% AY = \frac{C_0 - C_s}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de, C₀ başlangıç metal konsantrasyonunu, C_s ekstraksiyon prosedürü sonrası son metal konsantrasyonunu göstermektedir (Çalışır, 2020).

Adsorbsiyon kapasitesinin (q_e)'nin hesaplanması:

$$\% q_e = (C_0 - C_d) \times \frac{V}{W} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de, C₀ başlangıç konsantrasyonu (mg/L), C_d dengedeki iyon konsantrasyonu (mg/L), V ilave edilen tuz karışımının hacmini (L), W ise adsorbent madde miktarını (mg) temsil etmektedir (Çalışır, 2020).

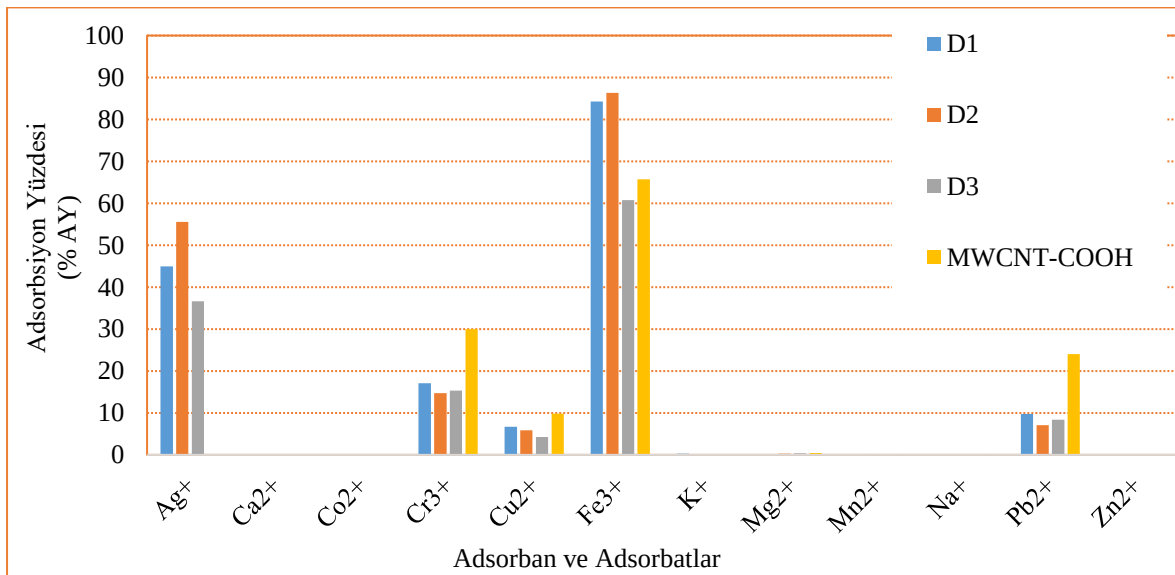
2.2. Deneysel Sonuçlar

Seçilen metal tuzları ile D1, D2, D3 ve MWCNT-COOH bileşiklerinin 25 °C'de seçici metal ekstraksiyonu için adsorbsiyon yüzdeleri Tablo 2.3'de verilmiştir.

Tablo 2.3. Seçilen metal tuzları ile D1, D2, D3 ve MWCNT-COOH bileşiklerinin 25 °C’de seçici metal ekstraksiyonu için ekstraksiyon yüzdeleri

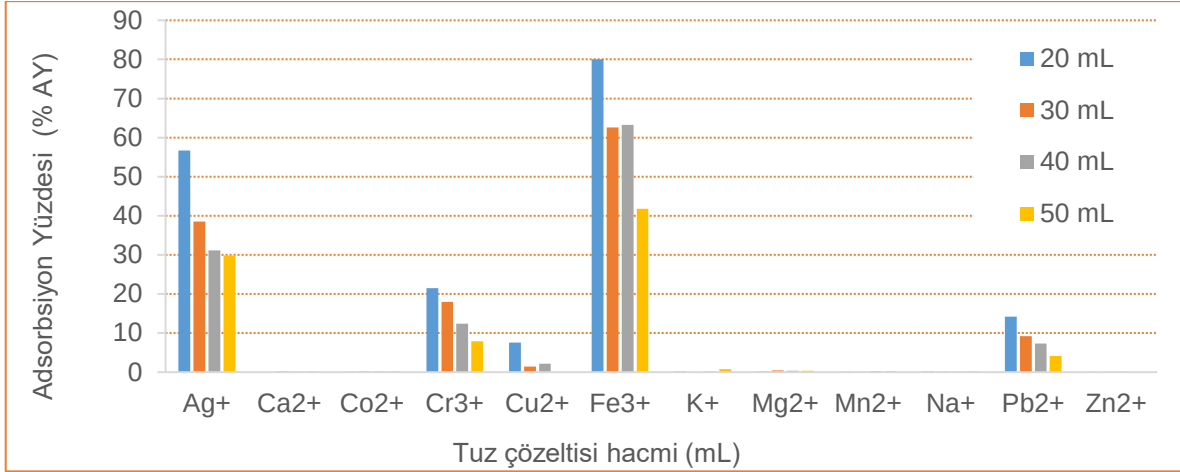
Adsorban	Ag ⁺	Ca ²⁺	Co ²⁺	Cr ³⁺	Cu ²⁺	Fe ³⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Na ⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
D1	44,93	0,04	0,07	17,06	6,73	84,30	0,30	0,02	0,14	0,17	9,74	0,06
D2	55,55	0,07	0,11	14,71	5,89	86,36	0,10	0,27	0,20	0,05	7,11	0,01
D3	36,61	0,10	0,14	15,31	4,25	60,73	0,03	0,40	0,03	0,05	8,36	0,06
MWCNT-COOH	0,07	0,06	0,17	30,02	9,82	65,71	0,08	0,44	0,20	0,21	24,06	0,02

En yüksek adsorbsiyon demir (III) iyonu için gözlenmiştir. Ancak tüm adsorbanlar demir (III) iyonu için seçimli bir ekstraksiyon sergilememiştir. Elde edilen verilen veriler Şekil 2.1’de grafik olarak verilmiştir. Bununla beraber gümüş iyonunu D1, D2 ve D3 adsorbanları seçimli olarak adsorbe etmiştir. MWCNT-COOH bileşiği ise gümüş iyonuna ilgi göstermemiştir. Bununla beraber kurşun(II) ve krom (III) iyonları MWCNT-COOH bileşiği tarafından diğer tiyol bileşiklerine göre yaklaşık 2-3 kat daha iyi adsorbe edilmiştir. Ancak adsorbsiyon oranı % 7-30 arasındadır. Şekil 2.1’de yer alan grafikte kalsiyum, kobalt, potasyum, magnezyum, mangan, sodyum ve çinko adsorbanlar tarafından eser miktarda (>% 0.5) adsorbe edilmiştir.



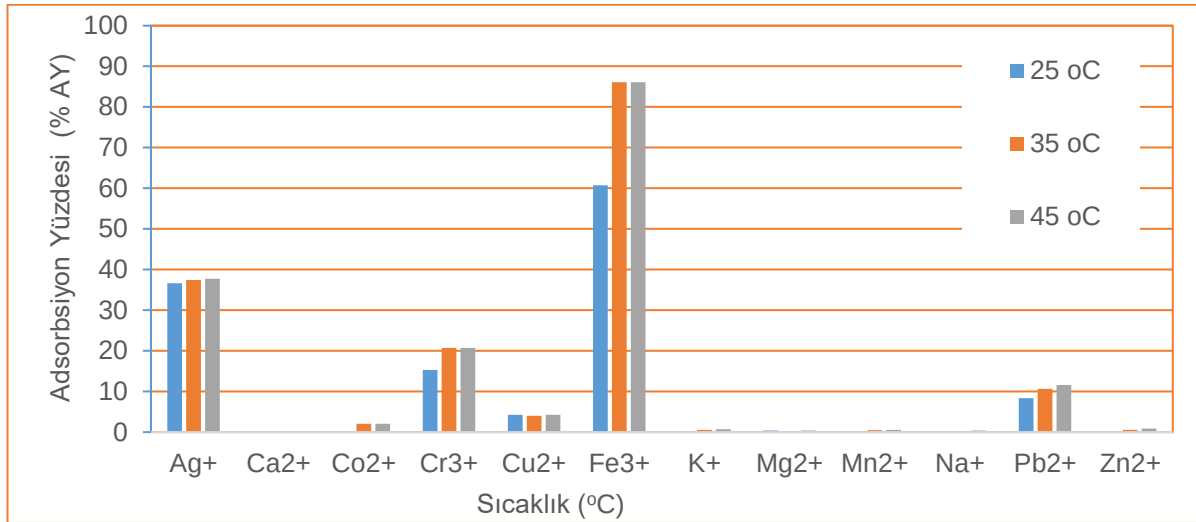
Şekil 2.1. D1, D2, D3 ve MWCNT-COOH bileşiklerinin Ag⁺, Ca²⁺, Co²⁺, Cr³⁺, Cu²⁺, Fe³⁺, K⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Na⁺, Pb²⁺, Zn²⁺ tuzlarıyla ekstraksiyonu için adsorbsiyon yüzdeleri

Şekil 2.2’de verilen grafik incelendiğinde tuz hacminin artırılması ile adsorbsiyon miktarının azaldığı tespit edilmiştir.



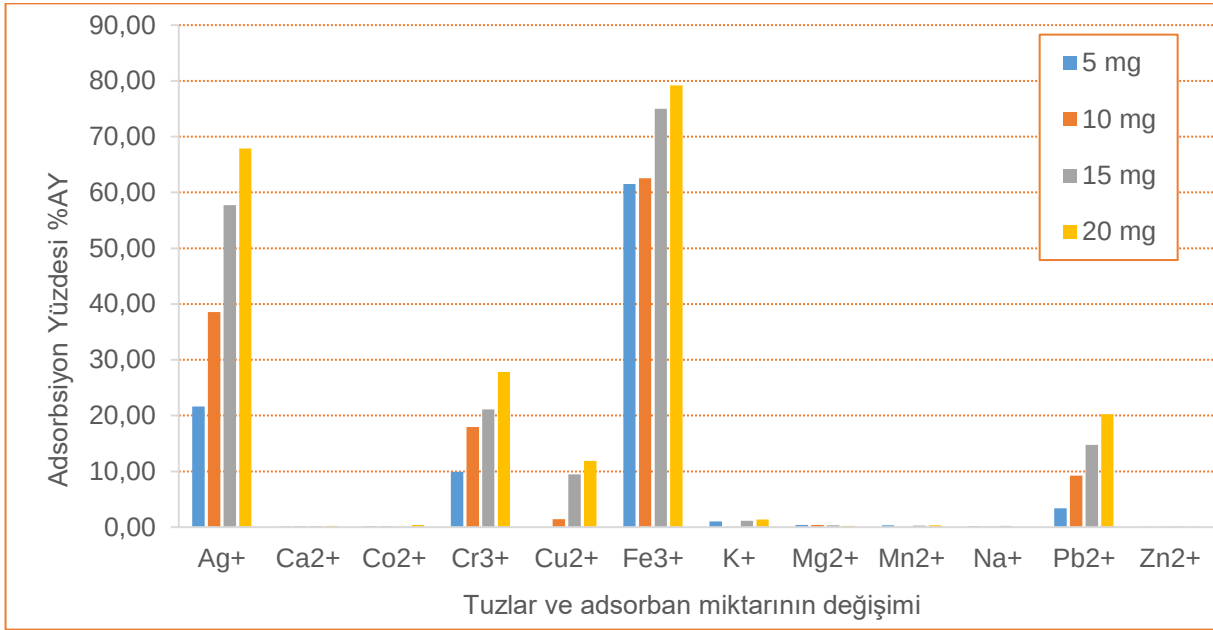
Şekil 2.2. D1, D2, D3 ve MWCNT-COOH bileşiklerinin Ag^+ , Ca^{2+} , Co^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , K^+ , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Na^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+} tuzlarıyla ekstraksiyonuna tuz çözeltisi miktarının etkisi

Şekil 2.3’de verilen grafik incelendiğinde sıcaklığın artırılması ile adsorbsiyon miktarının arttığı tespit edilmiştir.



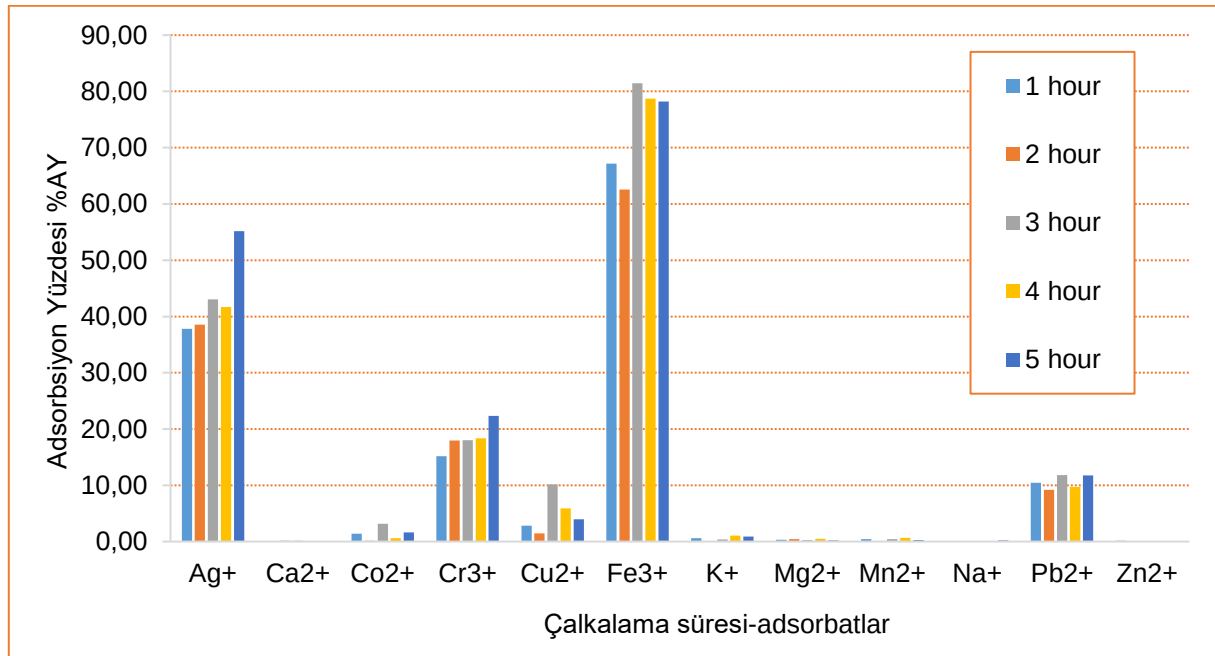
Şekil 2.3. D1, D2, D3 ve MWCNT-COOH bileşiklerinin Ag^+ , Ca^{2+} , Co^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , K^+ , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Na^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+} tuzlarıyla ekstraksiyonuna sıcaklığın etkisi

Şekil 2.4’de verilen grafik incelendiğinde adsorban miktarının artırılması ile adsorbsiyon miktarının arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 2.4. D1, D2, D3 ve MWCNT-COOH bileşiklerinin Ag⁺, Ca²⁺, Co²⁺, Cr³⁺, Cu²⁺, Fe³⁺, K⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Na⁺, Pb²⁺, Zn²⁺ tuzlarıyla ekstraksiyonuna adsorban miktarının etkisi

Şekil 2.5’de verilen grafik incelendiğinde çalkalama süresinin artırılması ile adsorbsiyon miktarının arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 2.5. D1, D2, D3 ve MWCNT-COOH bileşiklerinin Ag⁺, Ca²⁺, Co²⁺, Cr³⁺, Cu²⁺, Fe³⁺, K⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Na⁺, Pb²⁺, Zn²⁺ tuzlarıyla ekstraksiyonuna çalkalama süresinin etkisi

Aşağıda yer alan tabloda seçimli metal adsorbsiyonu için adsorbsiyon kapasitesi verilmiştir.

Tablo 2.4. Seçilen metal tuzları ile D1, D2, D3 ve MWCNT-COOH bileşiklerinin 25 °C’de seçici metal ekstraksiyonu için adsorbsiyon kapasiteleri

İyon	Adsorbentler			
	D1	D2	D3	MWCNT-COOH
Ag ⁺	1.83E-02	2.26E-02	1.49E-02	3.00E-05
Ca ²⁺	4.50E-06	7.50E-06	1.05E-05	6.00E-06
Co ²⁺	1.20E-05	1.80E-05	2.40E-05	2.85E-05
Cr ³⁺	2.64E-03	2.28E-03	2.37E-03	4.65E-03
Cu ²⁺	1.21E-03	1.06E-03	7.62E-04	1.76E-03
Fe ³⁺	1.50E-02	1.54E-02	1.08E-02	1.17E-02
K ⁺	3.45E-05	1.20E-05	3.00E-06	9.00E-06
Mg ²⁺	1.50E-06	1.95E-05	2.85E-05	3.15E-05
Mn ²⁺	1.50E-05	2.10E-05	3.00E-06	2.10E-05
Na ⁺	1.05E-05	3.00E-06	3.00E-06	1.35E-05
Pb ²⁺	5.83E-03	4.26E-03	5.01E-03	1.44E-02
Zn ²⁺	1.20E-05	1.50E-06	1.20E-05	4.50E-06

Adsorbsiyon kapasitesi, arttıkça adsorbsiyon oranı artmaktadır (Çalışır, 2020). D1 adsorbanı metal iyonları içeren çözeltiden en çok demir (III) iyonu adsorbe etmiştir. D1 bileşiğinin adsorbsiyon oranı, adsorbsiyon kapasitelerine göre büyükten küçüğe $Fe^{3+} > Ag^+ > Cr^{3+} > Pb^{2+} > Cu^{2+} >> K^+ > Na^+ > Mn^{2+} > Co^{2+} \geq Zn^{2+} \geq Ca^{2+} \geq Mg^{2+}$ şeklindedir. D2 adsorbanı için adsorbsiyon oranı $Fe^{3+} > Ag^+ > Cr^{3+} > Pb^{2+} > Cu^{2+} >> Mg^{2+} > Mn^{2+} > Co^{2+} \geq K^+ \geq Ca^{2+} \geq Na^+ \geq Zn^{2+}$ şeklindedir. D3 bileşiği için adsorbsiyon oranı $Fe^{3+} > Ag^+ > Cr^{3+} > Pb^{2+} > Cu^{2+} >> Mg^{2+} > Co^{2+} > Ca^{2+} > Zn^{2+} \geq Na^+ \geq K^+ = Mn^{2+}$ şeklindedir. Son olarak ÇDKNT-COOH bileşiğinin uygulanan metal iyonlarına karşı adsorbsiyon oranı $Fe^{3+} > Cr^{3+} > Pb^{2+} > Cu^{2+} >> Mg^{2+} > Na^+ > Mn^{2+} > Co^{2+} > K^+ > Ag^+ > Ca^{2+} > Zn^{2+}$ şeklindedir.

3. SONUÇ

- Bu çalışmada kullanılan tüm adsorbanlar çevre dostu 'Mikrodalga sentez tekniği' ile sentezlendi.
- Adsorbatlar içerisinde en seçici adsorban D2'dir ve en az seçici adsorban MWCNT-COOH'dir.
- Adsorbatlar üzerine yapılan adsorbsiyon çalışmaları incelendiğinde, en fazla adsorbsiyon demir (III) iyonu, ikinci olarak gümüş (I) ve üçüncü krom (III) iyonu yüksek adsorbsiyon göstermiştir.
- Tiyol içeren adsorbanlar, daha yüksek adsorbsiyon ile Ag^+ 'ya bağlandı.

- Elde edilen adsorbanların canlı organizmada önemli enzimatik ve biyoorganik fonksiyonlara sahip alkali ve toprak alkali metal iyonları, çinko (II) iyonu ve manganez (II) iyonu ile ilgilenmemesi çok önemlidir.
- Diğer taraftan adsorbsiyona etki eden parametreler incelendiğinde, artan adsorban miktarı, karıştırma süresi ve sıcaklığı ile adsorbsiyonun arttığı gözlemlenmiştir. Ancak tuz çözeltisi miktarı arttıkça adsorbsiyonun azaldığı tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP 2017/080) tarafından desteklenmiştir. Ayrıca, 2020 yılında Ümit ÇALIŞIR tarafından hazırlanan Doktora Tezi içerisinde yer almaktadır.

KAYNAKÇA

- Afrin, R., Shah, N. A., Abbas, M., Amin, M., & Bhatti, A. S. (2013). Sensors and Actuators A : Physical Design and analysis of functional multiwalled carbon nanotubes for infrared sensors. *Sensors and Actuators A* 203, 203, 142–148.
- Avilés-Barreto, S. L., & Suleiman, D. (2015). Effect of single-walled carbon nanotubes on the transport properties of sulfonated poly(styrene-isobutylene-styrene) membranes. *Journal of Membrane Science*, 474, 92–102. doi: 10.1016/j.memsci.2014.09.049
- Calisir, U., & Çiçek, B. (2017). Comparison of classic and microwave-assisted synthesis of benzo-thio crown ethers, and investigation of their ion pair extractions. *Journal of Molecular Structure*, 1148, 505–511. doi: 10.1016/j.molstruc.2017.07.081
- Çalışır, Ü. (2020). Organo- modifiye karbon nanotüplerin sentezi, karakterizasyonu ve bazı uygulama alanları. Balıkesir University Institute of Sciences, Chemistry Department, PhD Thesis, Balıkesir, Turkey.
- Çalışır, Ü., & Çiçek, B. (2020). Synthesis of thiol-glycol-functionalized carbon nanotubes and characterization with FTIR, TEM, TGA, and NMR technics. *Chemical Papers*, 74, 3293–3302. doi: 10.1007/s11696-020-01158-6
- Chen, J., Hamon, M. A., Hu, H., Chen, Y., Rao, A. M., Eklund, P. C., & Haddon, R. C. (1998). Solution Properties of Single-Walled Carbon Nanotubes. *Science*, 282(5386), 95–98. doi: DOI: 10.1126/science.282.5386.95
- Dai, B., Cao, M., Fang, G., Liu, B., Dong, X., Pan, M., & Wang, S. (2012). Schiff base-chitosan grafted multiwalled carbon nanotubes as a novel solid-phase extraction adsorbent for determination of heavy metal by ICP-MS. *Journal of Hazardous Materials*, 219–220, 103–110. doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.03.065
- Fan, Y. Y., Kaufmann, A., Mukasyan, A., & Varma, A. (2006). Single- and multi-wall carbon nanotubes produced using the floating catalyst method: Synthesis, purification and hydrogen uptake. *Carbon*, 44(11), 2160–2170. doi: 10.1016/j.carbon.2006.03.009
- Hadavifar, M., Bahramifar, N., Younesi, H., & Li, Q. (2014). Adsorption of mercury ions from synthetic and real wastewater aqueous solution by functionalized multi-walled carbon nanotube with both amino and thiolated groups. *Chemical Engineering Journal*, 237, 217–228. doi: 10.1016/j.cej.2013.10.014
- Hong, C. Y., You, Y. Z., & Pan, C. Y. (2005). Synthesis of water-soluble multiwalled carbon nanotubes with grafted temperature-responsive shells by surface RAFT polymerization. *Chemistry of Materials*, 17(9), 2247–2254. doi: 10.1021/cm048054l
- Jiang, G., Wang, L., Chen, C., Dong, X., Chen, T., & Yu, H. (2005). Study on attachment of highly branched molecules onto multiwalled carbon nanotubes. *Materials Letters*, 59, 2085–2089. doi: 10.1016/j.matlet.2005.01.085

- Li, J., & Grennberg, H. (2006). Microwave-assisted covalent sidewall functionalization of multiwalled carbon nanotubes. *Chemistry - A European Journal*, 12(14), 3869–3875. doi: 10.1002/chem.200501314
- Li, R., Chang, X., Li, Z., Zang, Z., Hu, Z., Li, D., & Tu, Z. (2011). Multiwalled carbon nanotubes modified with 2-aminobenzothiazole modified for uniquely selective solid-phase extraction and determination of Pb(II) ion in water samples. *Microchimica Acta*, 172(3–4), 269–276. doi: 10.1007/s00604-010-0488-9
- Lim, J. K., Yun, W. S., Yoon, M. han, Lee, S. K., Kim, C. H., Kim, K., & Kim, S. K. (2003). Selective thiolation of single-walled carbon nanotubes. *Synthetic Metals*, 139(2), 521–527. doi: 10.1016/S0379-6779(03)00337-0
- Lin, Y., Zhou, B., Fernando, K. A. S., Liu, P., Allard, L. F., & Sun, Y. P. (2003). Polymeric carbon nanocomposites from carbon nanotubes functionalized with matrix polymer. *Macromolecules*, 36(19), 7199–7204. doi: 10.1021/ma0348876
- Mormann, W., Lu, Y., Zou, X., & Berger, R. (2008). Modification and Grafting of Multi-Walled Carbon Nanotubes with Bisphenol-A- polycarbonate. *Macromol. Chem. Phys.*, 209, 2113–2121. doi: 10.1002/macp.200800263
- Pandurangappa, M., & Raghu, G. K. (2008). Chemically Modified Carbon Nanotubes: Derivatization and their Applications. *Carbon Nanotubes Applications on Electron Devices*. doi: DOI: 10.5772/977
- Zang, Z., Hu, Z., Li, Z., He, Q., & Chang, X. (2009). Synthesis, characterization and application of ethylenediamine-modified multiwalled carbon nanotubes for selective solid-phase extraction and preconcentration of metal ions. *Journal of Hazardous Materials*, 172(2–3), 958–963. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.07.078

ETİL 9-[[2-ETOKSİ-2-OKSOETİL)AMİNO]ETİL]-4-OKSO-3-OKSA-6,9,12-TRİAZATETRADEKAN-14-OAT BİLEŞİĞİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Ümit ÇALIŞIR

Siirt University, Science and Technology Application and Research Center, Kezer Campus

ORCID ID: 0000-0001-7699-2008

Baki ÇİÇEK

Balıkesir University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Chemistry, Çağış Campus

ORCID ID: 0000-0003-1257-1188

ÖZET

Tris(2-aminoetil)amin bileşiği, koordinasyon kimyasında oldukça sık kullanılan, suda çözünürlüğü iyi olan tripodal bir liganttır. Geçiş metalleri ile kararlı kompleksler oluşturmaktadır. Bu sebeple birçok şelatlama çalışmasında ve komplekslerin eldesi çalışmasında öncü bileşik olarak kullanılmaktadır. Ayrıca atık suların arıtılmasında kompozit malzemeler üzerine modifiye edilerek kullanım alanı bulmaktadır. Tris(2-aminoetil)amin bileşiği türevleri, bu çalışmamız kapsamında 1,3-dipolar siklokatılma reaksiyonuyla MWCNT bileşiklerinin siklokatılma ürünlerinin sentezinde öncü bileşikler olarak sentezlenmiştir. Bu amaçla tris(2-aminoetil)amin bileşiği ve 2-bromaasetat bileşiğinin bazik ortamda S_N2 reaksiyonu mekanizması üzerinden etil 9-[[2-etoksi-2-oksoetil)amino]etil]-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-oat bileşiği sentezlenmiştir. FT-IR, NMR ve UV-VİS teknikleri ile karakterize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tris(2-aminoetil)amin, Sentez, Karakterizasyon.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ETHYL 9-[[2-ETOXY-2-OXOETHYL)AMINO]ETHYL]-4-OXO-3-OXA-6,9,12-TRIAZATETRADECAN-14-OAT

ABSTRACT

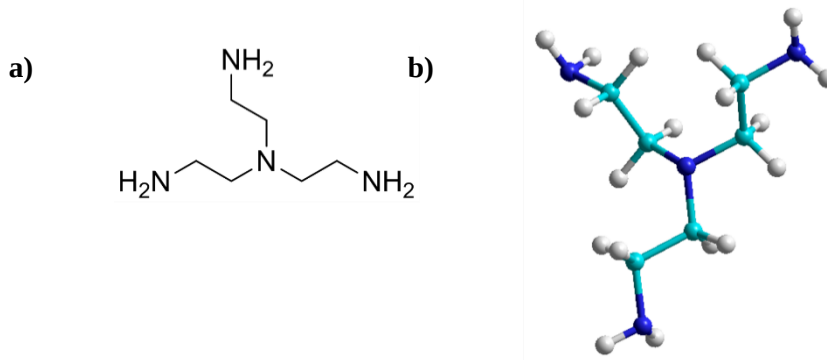
Tris(2-aminoethyl)amine compound is a tripodal ligand with well water solubility and used quite frequently in coordination chemistry. It forms stable complexes with transition metals. For this reason, it is used as a precursor compound in many chelation studies and in the preparation of complexes. Furthermore, it finds use in wastewater treatment by being modified on composite materials. Tris(2-aminoethyl)amine compound derivatives were synthesized as precursor compounds in the synthesis of cycloaddition products of MWCNT compounds by 1,3-dipolar cycloaddition reaction within the scope of this study. For this purpose, via the S_N2 reaction mechanism of tris(2-aminoethyl)amine compound and 2-bromoacetate compound in basic environment, ethyl 9-[[2-ethoxy-2-oxoethyl)amino]ethyl]-4-oxo-3-oxa-6,9,12-triazatetradecane-14-oate was synthesized.

It was characterized by FT-IR, NMR and UV-VIS techniques.

Keywords: Tris(2-aminoethyl)amine, Synthesis, Characterization.

1. GİRİŞ

Tris(2-aminoetil)amin bileşiği, özellikle anorganik kimyada geçiş metalleri ile oluşturduğu kararlı kompleksler sebebiyle birçok şelatlama çalışmasında ve komplekslerin sentezlenmesinde kullanılmaktadır. Bununla beraber, suda iyi çözünen, üç ayaklı bir liganttır (Şekil 1.1). Karbondioksit emici özelliği mevcuttur. Ayrıca, peptit sentezinde florenilmetiloksikarbonil (Fmoc) grubunun parçalanması için bir reaktif olarak kullanılır. Aril izosiyanat ve izotiyosiyanat türevleri ile tepkimeye girerek tris-üre ve -tiyoüre bileşiklerini açığa çıkarır. Genellikle birkaç grubun uç aminlere bağlanması için kullanılmaktadır (House, 2006; Sigma Aldrich, 2022).



Şekil 1.1. Tris(2-aminoetil)amin bileşiğinin açık yapısı (a) ve 3D gösterimi (b)

Bununla beraber kriptandlar için yapı taşıdır. Bu bileşik, atık suların arıtılmasında kompozit malzemeler üzerine modifiye edilerek kullanım alanı bulmaktadır. Literatür araştırması yapıldığında sentezlenen etil 9-[[2-etoksi-2-oksoetil)amino]etil]-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-oat bileşiğine rastlanmamıştır. Bununla beraber bazı şelat oluşturma çalışmalarında, adsorbsiyonda, oligonükleotit sentezinde, lüminesans özelliklerin tespitinde, katalizör olarak, vb. araştırmalarda farklı türevleri sentezlenmiştir (Fan et al., 2011; Liu et al., 2015; Patras et al., 2002; Pawlaczyk et al., 2019; Shah et al., 2013; Vasil'eva et al., 2004; Zain-ul-Abdin et al., 2018).

Amino asit esterleri ve N-süstitüe amino asit esterleri genel olarak peptit sentezinde ve enzim substratı olarak kullanılmaktadır. Peptoidler (N-süsbtitüe poliglisinler), biyolojik öneme sahip, değerli bir molekülerin eldesi için N-süstitüe glisinlerin oligomerleri (ara ürün) olan sentetik polimerlerdir. Peptoid kimyasının R.N. Zuckermann ve diğerleri tarafından 1992'de başlatılmasından günümüze peptoid hazırlama yöntemleri ve

uygulamaları oldukça artmıştır. Peptoid ikincil yapıların ve ilaç tasarımının araştırılmasına yönelik uygulamaları, N-süstitüe amino asit esterlerinin en önemli uygulamalarıdır. Bu oligomerik moleküllerin başlıca avantajları arasında, modüler yapılarının bir sonucu olarak neredeyse sınırsız çeşitlilik, sentezlenebilme ve dizilenebilme kolaylıkları ve doğal biyolojik uygunlukları yer almaktadır (Culf et al., 2010; Seo et al., 2011; Wetzer et al., 2012).

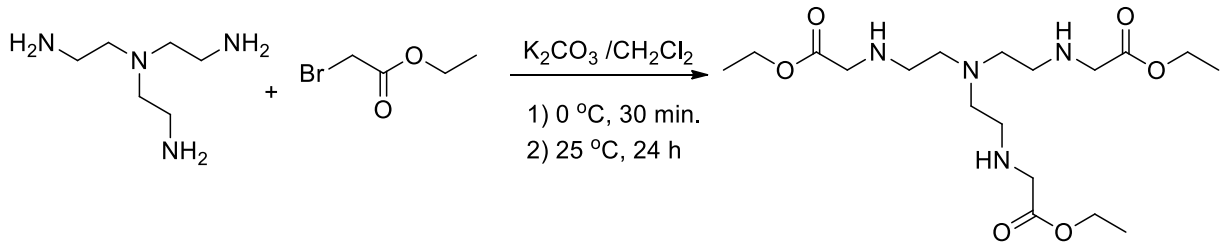
Tris(2-aminoetil)amin bileşiği türevleri, bu çalışmamız kapsamında ise 1,3-dipolar siklokatalizasyon reaksiyonu ile MWCNT bileşiklerinin siklokatalizasyon ürünlerinin sentezinde öncü bileşikler olarak sentezlenmiştir. Bu amaçla tris(2-aminoetil)amin bileşiği ve 2-bromoasetat bileşiğinin bazik ortamda S_N2 reaksiyonu mekanizması üzerinden etil 9-[[2-etoksi-2-oksoetil)amino]etil]-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-oat bileşiği sentezlenmiştir. FT-IR, NMR ve UV-VİS teknikleri ile karakterize edilmiştir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Deneysel Çalışmalar

Etil 9-[[2-etoksi-2-oksoetil)amino]etil]-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-oat bileşiğinin sentezi

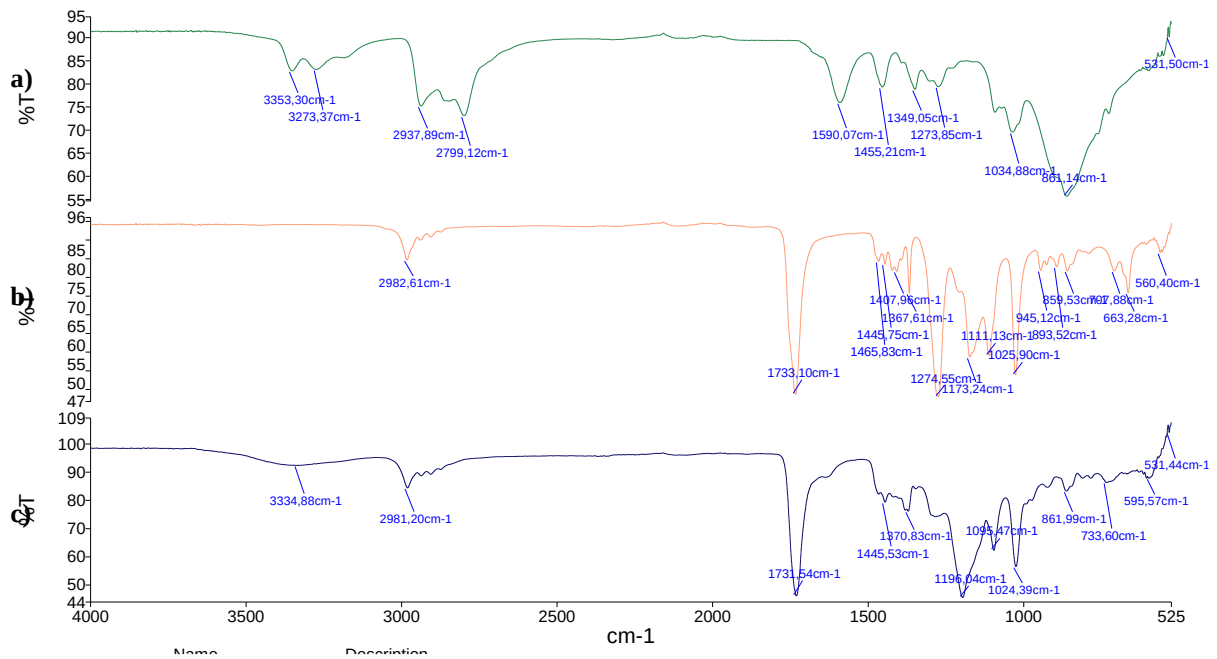
2.135 g (14.6 mmol) Tris(2-aminoetil)amin ve potasyum karbonat (1.52 g, 10.28 mmol) 100 ml iki boyunlu reaksiyon balonuna alındı. Üzerine 10 ml susuz diklorometan (DCM) eklendi. Buz banyosuna alınarak 0°C'ye ulaşması için beklendi. 10 ml susuz DCM içerisinde çözünmüş 4.86 ml (43.8 mmol) etilbromoasetat basınç kontrollü damlatma hunisine alındı. Reaksiyon balonuna üstten bağlanarak damla damla 45 dakikalık bir sürede 0°C'de ilave edildi. Ekleme işlemi tamamlandığında 10 dakika daha beklendi. Sonra reaksiyon karışımı buz banyosundan ayrılarak sıcaklığının oda sıcaklığına ulaşması sağlandı. 24 saat oda sıcaklığında karıştırıldı. Reaksiyon ince tabaka kromatografisi (TLC) ile kontrol edilerek (TLC görüntülemeye iyot ile yakma yöntemi kullanıldı) sonlandırıldı. 3 kere 10 ml doygun tuzlu su çözeltisi ile (3x10 ml) ekstrakte edildi. Organik faz ayrılarak kalsiyum klorür ile kurutuldu. İçerdiği DCM çözücüsü döner evaporatörde uzaklaştırıldı. FT-IR ile ürün kontrol edildi. (TLC çözücü sistemi: %50/50 etil asetat/hegzan, R_f , Amino: 0.38 ve R_f , Ürün:0.45 Verim: 4.86 g, %82.29).



Şekil 2.1. 9-[[[(2-etoksi-2-oksoetil)amino]etil]-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-oat bileşiğinin sentezi

2.2. DeneySEL Sonuçlar

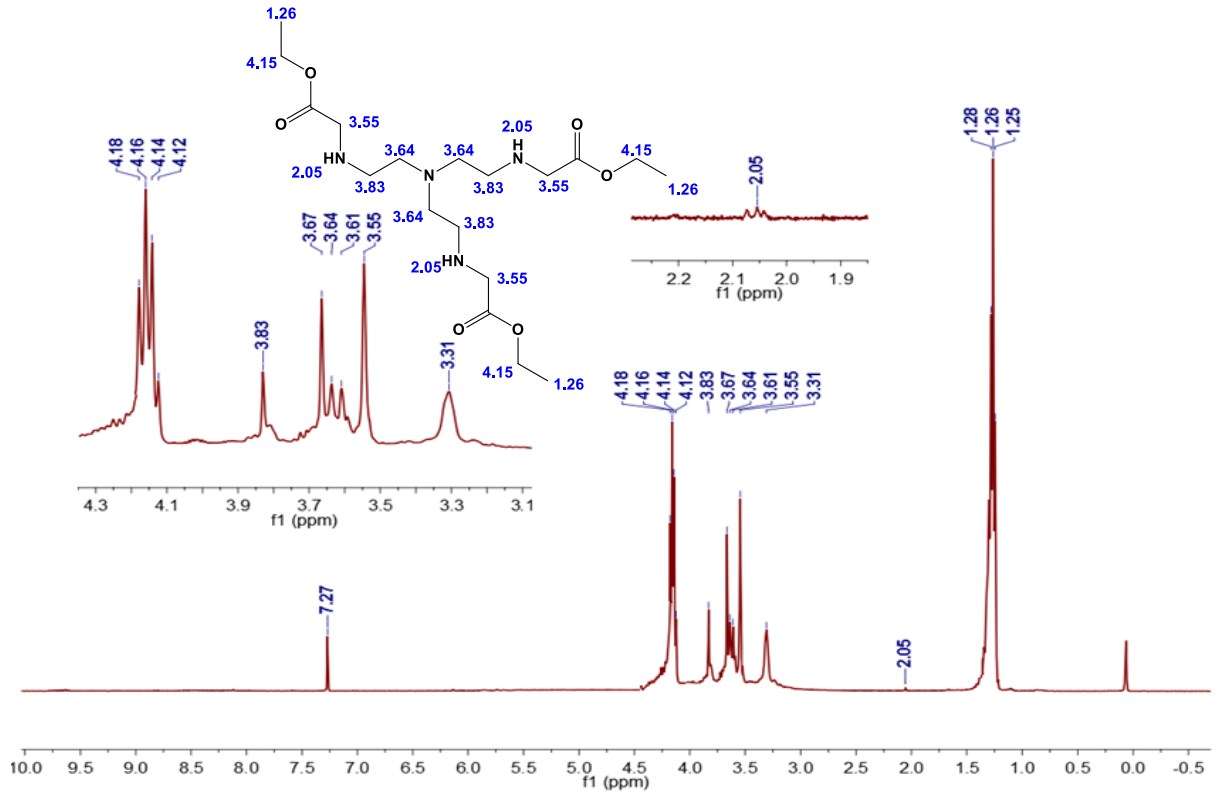
Sentezlenen 9-[[[(2-etoksi-2-oksoetil)amino]etil]-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-oat bileşiğinin karakterizasyonu FTIR, proton NMR, karbon NMR ve UV-VIS spektroskopik yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.2. a) Tris(2-aminoetil)amin, b) etil bromoasetat, c) 9-[[[(2-etoksi-2-oksoetil)amino]etil]-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-oat bileşiğinin FT-IR spektrumu

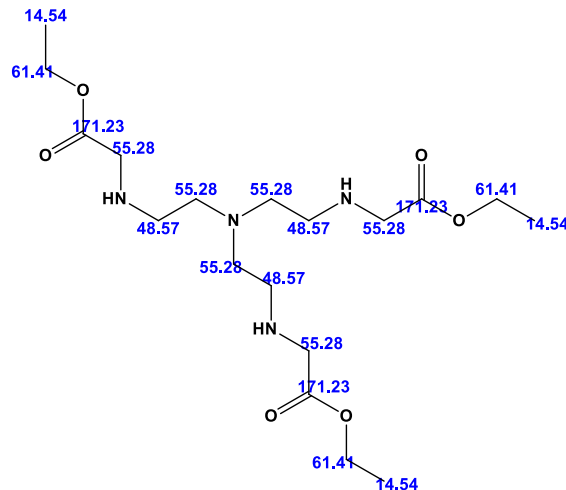
Sentezlenen bileşiğinin FTIR (ATR) spektrumu (Şekil 2.2) incelendiğinde ilk olarak tris(2-aminoetil)amin bileşiğine ait 3353 cm^{-1} 'de gözlenmesi gereken NH_2 amin antisimetrik gerilmesi sentezlenen bileşikte gözlenmemiştir. Tris(2-aminoetil)amin bileşiğine ait 3273 cm^{-1} 'de gözlenmesi gereken amin N-H simetrik gerilmesinin 3334 cm^{-1} 'de gözlenmesi sekonder amin/amit bileşiğinin oluştuğunu göstermektedir. Etil bromoasetat bileşiğinin

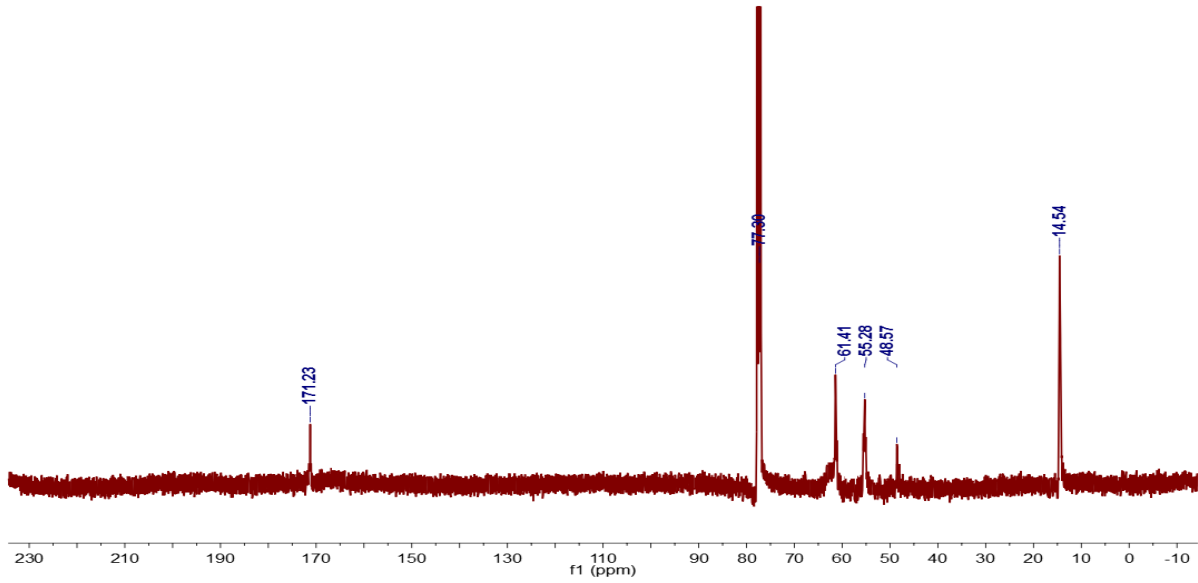
spektrumunda 1733 cm^{-1} 'de gözlenmesi gereken karbonil ($\text{C}=\text{O}$) gerilmesinin amit oluşumu sonrası 1731 cm^{-1} 'de gözlenmiştir.



Şekil 2.3. 9-[[2-etoksi-2-oksoetil]amino]etil-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-ate bileşiğinin ^1H -NMR spektrumu

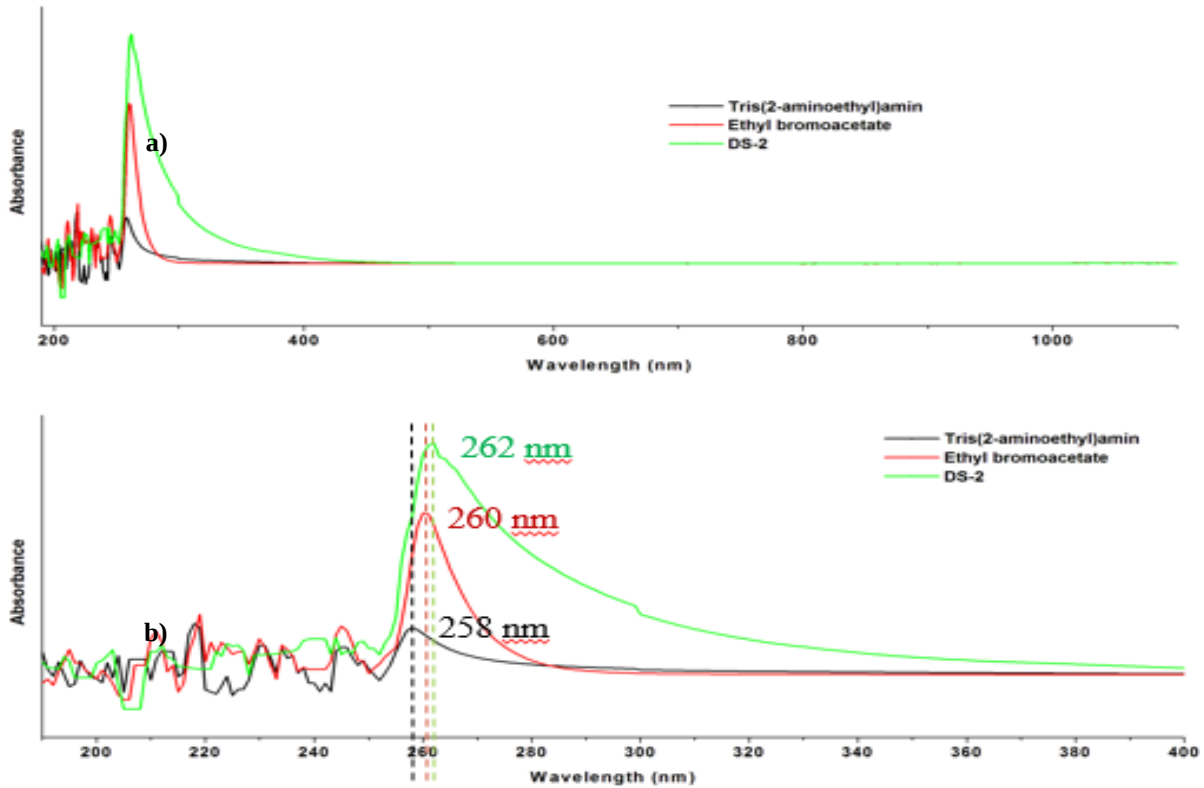
9-[[2-etoksi-2-oksoetil]amino]etil-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-ate bileşiğinin proton NMR spektrumu (Şekil 2.3) incelendiğinde 1.26-4.15 ppm arasında alifatik proton kimyasal kaymaları gözlenmiştir.





Şekil 2.4. 9-[[2-etoksi-2-oksoetil]amino]etil-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-ot bileşiğinin ^{13}C -NMR spektrumu

UV-VIS spektrumunun elde edilmesinde Thermo Scientific Evolution 201 spektrofotometre kullanılmıştır. Numunelerden yaklaşık 1 mg alınarak 5 mL dimetilsülfoksit içerisinde çözülmüştür. Dalga boyu taraması için her bir numune 10 kat seyreltilmiştir.



Şekil 2.4. 9-[[2-etoksi-2-oksoetil]amino]etil-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-ot bileşiğinin UV-VIS spektrumu: a) 190-1100 nm arası, b) 190-400 nm arası

Şekil 2.4’de verilen UV-VIS spektrumu incelendiğinde tris(2-aminoetil)amin ve etil bromoasetat bileşiklerinde 258 ve 260 nm’de gözlenen absorpsiyon bandı, 9-[(2-etoksi-2-oksoetil)amino]etil}-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-oat bileşiğinin spektrumunda 262 nm’de tespit edilmiştir. Bununla beraber, yeni sentezlenen bileşikte bu bant oldukça geniştir. Bu bant 250-270 nm arasında gözlenen amin ve karbonil gruplarının $n \rightarrow \pi^*$ ve $\pi \rightarrow \pi^*$ geçişlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

3. SONUÇ

- Etil 9-[(2-etoksi-2-oksoetil)amino]etil}-4-okso-3-oksa-6,9,12-triazatetradekan-14-oat bileşiği baz varlığında, diklorometan içerisinde düşük sıcaklıkta ve 24 saat reaksiyon süresinde tris(2-aminoetil)amin bileşiği ve etil bromoasetat bileşiğinden yola çıkarak sentezlenmiştir.
- FTIR, UV-VIS ve NMR teknikleriyle karakterize edilmiştir.
- Sentezlenen bileşik, CNT’lerin, aldehit türevleriyle 1,3-dipolar siklokatalizma tepkimeleri üzerinden kovalent modifikasyonu reaksiyonlarında öncü bileşik olarak kullanılacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (2021-SİÜLAB-15) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Culf, A. S., & Ouellette, R. J. (2010). Solid-phase synthesis of N-substituted glycine oligomers (alpha-peptoids) and derivatives. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 15(8), 5282–5335. doi: 10.3390/molecules15085282
- Fan, Y., Hou, Y., Xiang, J., Yu, D., Wu, C., Tian, M., Han, Y., & Wang, Y. (2011). Synthesis and aggregation behavior of a hexameric quaternary ammonium surfactant. *Langmuir*, 27(17), 10570–10579. doi: 10.1021/la202453c
- House, D. A. (2006). Ammonia & N-Donor Ligands. In *Encyclopedia of Inorganic Chemistry*. John Wiley & Sons, Ltd. doi: <https://doi.org/10.1002/0470862106.ia009>
- Liu, J., Wang, R., Ma, D., Ouyang, D., & Xi, Z. (2015). Efficient construction of stable gene nanoparticles through polymerase chain reaction with flexible branched primers for gene delivery. *Chemical Communications*, 51(44), 9208–9211. doi: 10.1039/c5cc01788b
- Patras, G., Qiao, G. G., Solomon, D. H., & Koch, R. (2002). Synthesis, Characterization, and Modelling of Novel Multifunctional Acryloyl-Based Monomers: An Experimental and Computational Study. *Aust. J. Chem.*, 55, 675–680. doi: 10.1071/CH01082
- Pawlaczyk, M., & Schroeder, G. (2019). Adsorption studies of Cu(II) ions on dendrimer-grafted silica-based materials. *Journal of Molecular Liquids*, 281, 176–185. doi: 10.1016/j.molliq.2019.02.043
- Seo, J., Lee, B.-C., & Zuckermann, R. N. (2011). 2.204 - Peptoids: Synthesis, Characterization, and Nanostructures. In P. Ducheyne (Ed.), *Comprehensive Biomaterials* (pp. 53–76). Oxford: Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-055294-1.00256-7>

- Shah, B., Yin, P. T., Ghoshal, S., & Lee, K. B. (2013). Multimodal magnetic core-shell nanoparticles for effective stem-cell differentiation and imaging. *Angewandte Chemie - International Edition*, 52(24), 6190–6195. doi: 10.1002/anie.201302245
- Sigma Aldrich. (2022). *Tris(2-aminoethyl)amine*. Sigma Aldrich Co.
- Vasil'eva, S. V., Abramova, T. V., Ivanova, T. M., Shishkin, G. V., & Sil'nikov, V. N. (2004). Monomers for oligonucleotide synthesis with linkers carrying reactive residues: II. The synthesis of phosphoamidites on the basis of uridine and cytosine and containing a linker with methoxyoxalamide groups in position 2'. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 30(3), 234–242. doi: 10.1023/B:RUBI.0000030130.99454.ae
- Wetzer, M., Kapoor, R., Huang, W., & Barron, A. E. (2012). 9.15 - Peptoid Oligomers: Peptidomimetics for Diverse Biomedical Applications. In K. Matyjaszewski & M. Möller (Eds.), *Polymer Science: A Comprehensive Reference* (pp. 267–287). Amsterdam: Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53349-4.00238-7>
- Zain-ul-Abdin, Wang, L., Yu, H., Khan, R. U., Ullah, R. S., & Haroon, M. (2018). Tris(2-aminoethyl)amine-based ferrocene-terminated dendrimers as burning rate catalysts for ammonium perchlorate-based propellant decomposition. *Applied Organometallic Chemistry*, 32(4), 1–11. doi: 10.1002/aoc.4268

ŞİKLOBÜTİL SÜBSTİTÜYE EDİLMİŞ BİR YENİ BENZİMİDAZOLYUM TUZUNUN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Neslihan ŞAHİN

Cumhuriyet University, Faculty of Education, Department of Basic Education

ORCID ID: 0000-0003-1498-4170

Elvan ÜSTÜN

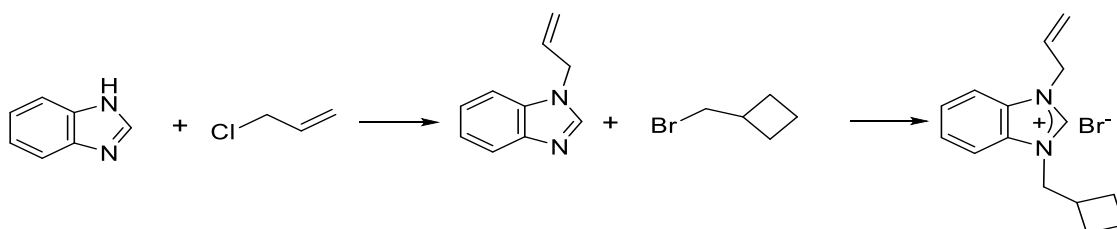
Ordu University, Faculty of Science and Arts, Chemistry Department, Cumhuriyet Campus

ORCID ID: 0000-0002-0587-7261

ÖZET

N-Heterosiklik karben (NHC) ligandlarının karakteristik özelliği, hacimli olmaları ve güçlü elektron verme özelliklerinden kaynaklanan yüksek koordinasyon yetenekleridir. Bu özellikleri ile NHC ligandları bazı metallerle güçlü bir şekilde kararlı kompleksler oluştururlar. Kararlı olan bu komplekslerin tekrar tekrar kullanılabilme özelliğinde olması ise bu bileşiklere ilgiyi arttırmaktadır. Bu yüzden literatüre yeni NHC ligantları kazandırmak ve bu ligantlardan yeni kompleksler elde ederek çeşitli özelliklerini incelemek oldukça önemlidir. N-Heterosiklik karben (NHC) ligandlarını içeren çok sayıda güçlü katalitik sistem tanımlanmış olsa da, bunları sentezleme yöntemleri daha yavaş ilerlemiştir. Ancak son zamanlarda bu bileşiklerin sentez yöntemleri oldukça geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, yeni bir N-heterosiklik karben bileşiği olan 1-allil-3-siklobütill-benzimidazolyum bromür ligantı sentezlenmiştir. Sentezlenen bu yeni bileşiğin yapısı FT-IR, ¹H NMR ve ¹³C NMR spektroskopileri aydınlatılmıştır.



Anahtar Kelimeler: N-Heterosiklik karbenler, siklobütill, NMR, FT-IR.

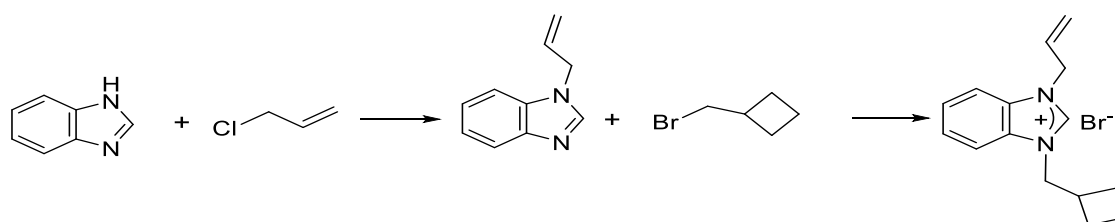
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF A NEW CYCLOBUTYL SUBSTITUTED BENZIMIDAZOLIUM SALT

ABSTRACT

A characteristic property of NHC (N-heterocyclic carbene) ligands is their high coordinating ability caused by their bulkiness and strong electron-donating property. With these properties, NHC ligands constitute strongly stable complexes with some metals. The fact that these stable complexes can be used fairly increases the interest in these compounds. Therefore, it is important to introduce new NHC ligands to the literature and to examine

their various properties by obtaining new complexes from these ligands. While numerous powerful catalytic systems incorporating NHC ligands have been described, methods of synthesizing them have advanced more slowly. However, recently, the synthesis methods of these compounds have been greatly improved.

In this study, 1-allyl-3-cyclobutyl-benzimidazolium bromide which a new N-heterocyclic carbene salt was synthesized. The structure of this novel compound was characterized by FT-IR, ^1H NMR and ^{13}C NMR spectroscopies.



Keywords: N-Heterocyclic carbenes, cyclobutyl, NMR, FT-IR.

1. INTRODUCTION

Since the discovery of the first N-heterocyclic carbene complexes by Öfele and Wanzlick in 1968 (Wanzlick and Schönherr, 1968; Öfele, 1968) and the first stable free carbene isolation by Arduengo in 1991 (Arduengo, 1991), N-Heterocyclic carbene precursor (NHCs) have been increasingly play an important role in many fields such as organometallic, organic synthesis, pharmaceutical and polymer chemistry. Although many powerful catalytic systems involving NHC ligands have been described, methods for synthesizing them have progressed more slowly (Wanzhi, 2010).

The most important property of NHC (N-heterocyclic carbene) ligands is high coordinating capability had by their bulkiness and strong electron-donating property. Its effects are stronger than those of trialkylphosphines and allow the formation of metal-NHC complexes by ligand exchange reactions of metal-phosphine complexes with NHC ligands (Nolan, 2006; Hartwig, 2009). In this way, NHC ligands form complexes strongly with some metals and also generate coordinated unsaturation species by pushing out a coordinated trans position ligand with the metal center. Therefore, metal complexes coordinated by NHC ligands are highly active species, chemically stable, and easy to handle, so they are expected to have a high turnover frequency.

Metal complexes of N-heterocyclic carbene precursors show catalytic activity in various reactions such as hydrogenation (Bernier and Merola, 2021), hydroformylation (Gil and

Trzeciak, 2011), C-C coupling (Wass et al., 2007), olefin metathesis (Yoon, et al., 2020), hydrosilylation (Hamdi et al., 2021), and biological properties such as antimicrobial and anticancer activity (Üstün et al., 2021; Şahin et al., 2019). Synthesis of different metal complexes of each new NHC ligand will make a contribution to the literature.

With this viewpoint, a new N-heterocyclic carbene ligand, 1-allyl-3-cyclobutyl-benzimidazolium bromide, was synthesized (Figure 1). The structure of this new obtained compound was clarified by FT-IR, ^1H NMR, and $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ NMR spectroscopies.

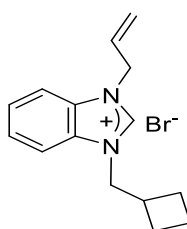


Figure 1. Structure of 1-allyl-3-cyclobutyl-benzimidazolium bromide.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materials and Method

Schlenk technique was used to synthesis of the N-heterocyclic carbene ligand under the argon gas. All chemicals and solvents were obtained from commercial sources. The solvents used were purified by distillation over the drying agents indicated and were transferred under Argon. Melting points were determined using Electrothermal 9100 melting point detection apparatus in capillary tubes and melting points are uncorrected values. Fourier transform infrared (FT-IR) spectra were recorded in the range $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$ on Perkin Elmer Spectrum 100 FT-IR. ^1H NMR and $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ NMR spectra were taken using a Bruker As 400 Mercury spectrometer operating at 400 MHz (^1H), 100 MHz (^{13}C) in CDCl_3 with tetramethylsilane as the internal reference.

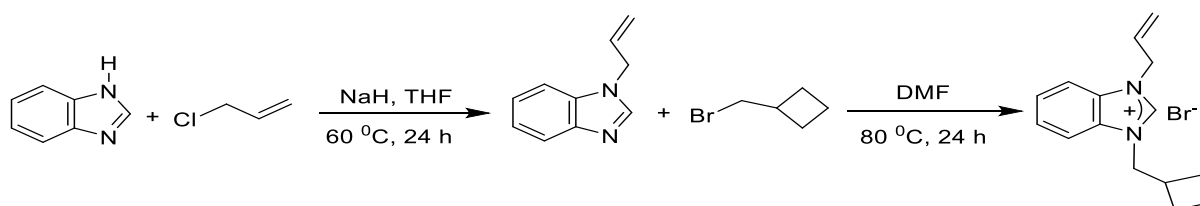
Synthesis of 1-allyl-3-cyclobutyl-benzimidazolium bromide

1-Allyl-3-cyclobutyl-benzimidazolium bromide was synthesized as described in the previous study by the current authors (Üstün et al, 2016). Benzimidazole (10 mmol) was added to a solution of NaH (10 mmol) in dry THF (30 mL) and the mixture was stirred for 1 h at room temperature. The allyl bromide (10.1 mmol) was added dropwise to the obtained solution and heated for 24 h at 60°C . Then, the solvent was removed under the vacuum. Dichloromethane (50 mL) was added to the solid. The mixture was filtered and the obtained

clear solution was concentrated under vacuum. The last solution was distilled and 1-allylbenzimidazole was obtained. The 1-allylbenzimidazole (1 mmol) and cyclobutylmethyl bromide (1 mmol) were stirred in DMF (5 mL) for 24 h at 80 °C and the product was precipitated. After the solution was filtered, the solid was rinsed out with diethyl ether and dried under vacuum. The crude product was recrystallized from dichloromethane/diethyl ether. Yield: 76%, mp 101-102 °C, ν_{CN} : 1556 cm^{-1} . ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ (ppm): 1.94-2.03 (m, 4H, $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$), 2.13-2.19 (m, 2H, $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$), 3.07 (hept, 1H, $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$), $J = 8$ Hz), 4.64 (d, 2H, $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$), $J = 8$ Hz), 5.39 (d, 2H, $\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$, $J = 8$ Hz), 5.45-5.51 (m, 2H, $\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$), 6.15 (quint, 1H, $\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$, $J = 4$ Hz), 7.64-7.67 (m, 2H, Ar-H), 7.75-7.77 (m, 2H, Ar-H), 11.17 (s, 1H, NCHN). $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ NMR (100 MHz, CDCl_3): $\delta = 18.0$ $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$, 25.9 $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$, 34.5 $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$, 50.1 ($\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$), 52.3 $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$, 121.6 ($\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$), 129.8 ($\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$), 113.1, 113.8, 127.2, 131.3, 131.5 (Ar-C), 142.4 (NCHN).

RESULT AND DISCUSSION

Functionalized N-heterocyclic carbene ligands containing classical donor groups have attracted much attention in synthesis chemistry. In this study, 1-allyl-3-cyclobutylbenzimidazolium bromide was synthesized by the reaction of 1-allylbenzimidazole with cyclobutylmethyl bromide in DMF at 80 °C for 24 h. The reaction pathway was shown in Scheme 1.



Scheme 1. Synthesis of the N-heterocyclic carbene ligand

The structure of this novel N-heterocyclic carbene precursor was clarified by FT-IR, ^1H NMR, and $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ NMR spectroscopies. NMR measurement of the compound was taken in d-CDCl_3 . According to the analysis results, in the ^1H NMR spectrum, the acidic proton (NHCN) of the compound gave peak at 11.17 ppm. The aromatic protons of the benzimidazole ring of the compound were seen in the range of 7.64-7.77 ppm as multiplets. At the allyl group in the compound, $\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$ proton peaked at 6.15 ppm as quintet, $\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$ protons peaked in the range of 5.45-5.51 ppm as multiplet, and $\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$ protons peaked at 5.39 ppm as doublet. At the cyclobutyl group, $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$ protons were

seen at 4.64 ppm as doublet, $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$ proton was seen at 3.07 ppm as heptet and $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$ protons were seen at in the 1.94-2.19 ppm (Figure 2). In the $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ NMR spectrum of the NHC precursor, the NHCN carbene peak was seen at 142.4 ppm. Aromatic carbons of the compound were seen in the range of 113.1-131.5 ppm. $\text{NCH}_2\text{CHCH}_2$ carbon peaked at 50.1 ppm. $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$ carbon peak was seen at 52.3 ppm and $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$ carbons gave peak at 18.0 ppm and 25.9 ppm in (Figure 3). And $\text{CH}_2(\text{CHC}_3\text{H}_6)$ carbon gave at peak 34.5 ppm.

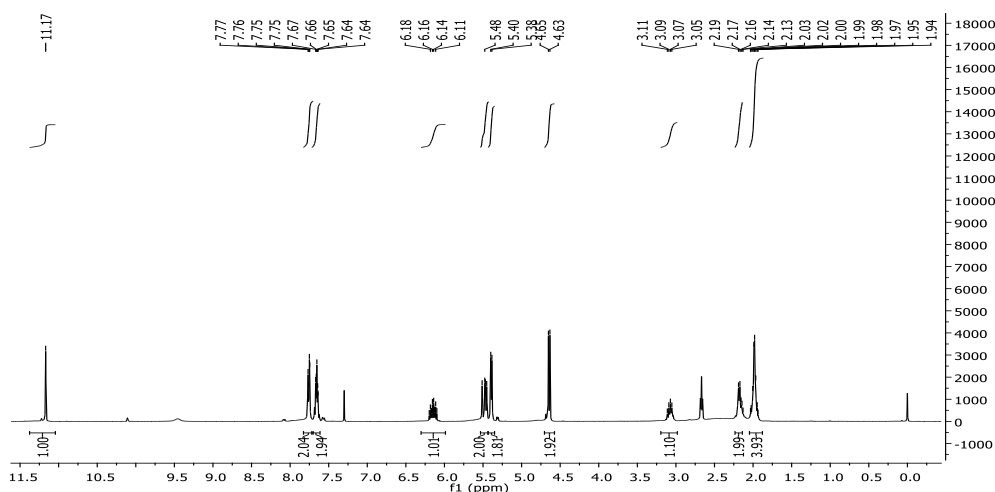


Figure 2. ^1H NMR spectra of the N-heterocyclic carbene precursor

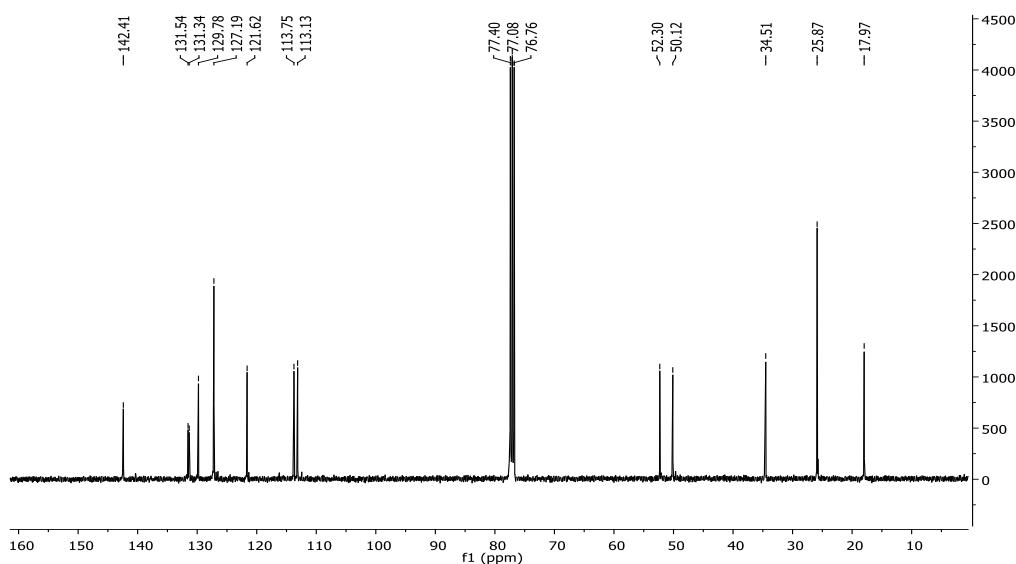


Figure 3. $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ NMR spectra of the N-heterocyclic carbene precursor

The FT-IR spectrum of the compound contains characteristic bands of stretching vibrations of C=N, C-N, C-H, and C=C groups. The FT-IR spectra for NHC precursor showed the aliphatic and aromatic C-H stretching vibrational bands in the range of 2770–3430 cm^{-1} . The C=N vibration in the benzimidazole ring of the NHC precursor was seen at 1556 cm^{-1} (Figure 4). The results are supported by previous similar studies (Çevik-Yıldız, Şahin and Şahin-Bölükbaşı, 2020).

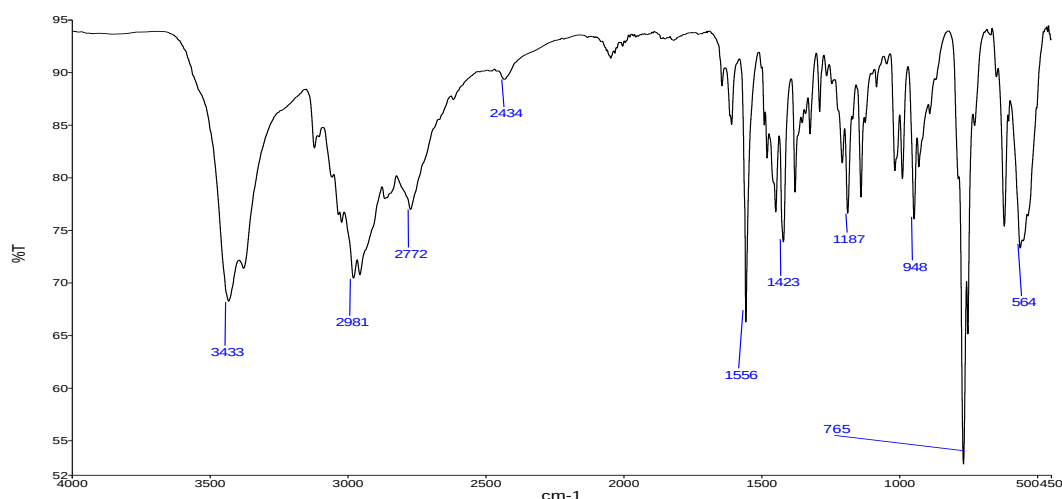


Figure 4. FT-IR spectra of the N-heterocyclic carbene ligand

4. CONCLUSIONS

In this study, a new NHC precursor that can be used in the synthesis of various metal complexes was synthesized and its structure was clarified by FT-IR, ^1H NMR and $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ NMR spectroscopies. The results of the analysis are in agreement with the literature. In future studies, it is planned to synthesize complexes of this compound with palladium, ruthenium and silver metals.

REFERENCES

- Arduengo, A.J., Harlow, R.L., & Kline, M. (1991) A Stable Crystalline Carbene. *Journal of the American Chemical Society*, 113(1), 361-363.
- Bernier, C. M., & Merola, J. S. (2021). Design of Iridium N-Heterocyclic Carbene Amino Acid Catalysts for Asymmetric Transfer Hydrogenation of Aryl Ketones. *Catalysts*, 11(6), 671.
- Çevik-Yıldız, E., Şahin, N., & Şahin-Bölükbaşı, S. (2020). Synthesis, characterization, and investigation of antiproliferative activity of novel Ag (I)-N-Heterocyclic Carbene (NHC) compounds. *Journal of Molecular Structure*, 1199, 126987.
- Gil, W., & Trzeciak, A. M. (2011). N-Heterocyclic carbene–rhodium complexes as catalysts for hydroformylation and related reactions. *Coordination Chemistry Reviews*, 255(3-4), 473-483.

- Hamdi, N., Slimani, I., Mansour, L., Alresheedi, F., Özdemir, I., & Gürbüz, N. (2021). Rhodium (I) complexes with N-heterocyclic carbene ligands: synthesis, biological properties and catalytic activity in the hydrosilylation of aromatic ketones. *Journal of Coordination Chemistry*, 1-22.
- Hartwig, J. F. (2009). *Organotransition Metal Chemistry: From Bonding to Catalysis*; University Science Book: Sausalito, CA, 2010.
- Nolan, S. P. (Ed.). (2006). *N-Heterocyclic carbenes in synthesis*. John Wiley & Sons.
- Öfele, K. (1968). 1,3-Dimethyl-4-imidazolinylliden-(2)-pentacarbonylchrom ein neuer Übergangsmetall-carben-komplex. *Journal of Organometallic Chemistry*, 12(3), P42-P43.
- Şahin, N., Şahin-Bölükbaşı, S., Tahir, M. N., Arıcı, C., Çevik, E., Gürbüz, N., ... & Cummings, B. S. (2019). Synthesis, characterization and anticancer activity of allyl substituted N-Heterocyclic carbene silver (I) complexes. *Journal of Molecular Structure*, 1179, 92-99.
- Üstün, E., Ayvaz, M. C., Çelebi, M. S., Aşçı, G., Demir, S., & Özdemir, İ. (2016). Structure, CO-releasing property, electrochemistry, DFT calculation, and antioxidant activity of benzimidazole derivative substituted [Mn (CO) 3 (bpy) L] PF6 type novel manganese complexes. *Inorganica Chimica Acta*, 450, 182-189.
- Üstün, E., Şahin, N., Çelik, C., Tutar, U., Özdemir, N., Gürbüz, N., & Özdemir, İ. (2021). Synthesis, characterization, antimicrobial and antibiofilm activity, and molecular docking analysis of NHC precursors and their Ag-NHC complexes. *Dalton Transactions*, 50(42), 15400-15412.
- Wanzhi, L. B. Z. N. C. (2010). *Synthesis of Metal N-Heterocyclic Carbene Complexes*. *Progress in Chemistry*, 11.
- Wanzlick, H. W., & Schönherr, H. J. (1968). Direct synthesis of a mercury salt-carbene complex. *Angewandte Chemie International Edition*, 7(2), 141-142.
- Wass, D. F., Haddow, M. F., Hey, T. W., Orpen, A. G., Russell, C. A., Wingad, R. L., & Green, M. (2007). Cyclopropenyldiene carbene ligands in palladium C–C coupling catalysis. *Chemical communications*, (26), 2704-2706.
- Yoon, J. S., Cena, N., & Schrodi, Y. (2020). Robust Olefin Metathesis Catalyst Bearing a Tridentate Hemilabile NHC Ligand. *Organometallics*, 39(5), 631-635.

STAFİLOKOKAL GIDA ZEHİRLENMELERİ**Ahmet Burak BİNİŞ**

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-9899-5151**Tuğba DEMİR**

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-5195-9372**Sema AĞAOĞLU**

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-5252-8040**Deniz YILMAZ**

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-9259-6566**ÖZET**

Stafilokokal gıda zehirlenmesi başta *Staphylococcus aureus* olmak üzere enterotoksijenik stafilokoklar tarafından üretilen, enterotoksin içeren gıdaların tüketilmesi sonucu oluşan ve tüm dünyada yaygın olarak görülen önemli intoksikasyonlardan biridir. *S. aureus*, insan ve hayvanların deri ve mukozalarında (boğaz, burun) normal flora üyesi olarak bulunur. Gıda zehirlenmelerine ve fırsatçı patojen olarak çeşitli enfeksiyonlara (bakteriyemi, menenjit, endokardit, pnömoni, cilt ve yumuşak doku enfeksiyonları, üriner sistem enfeksiyonları, hastane kaynaklı enfeksiyonlar) neden olur. Stafilokok zehirlenmelerinde insan en önemli kontaminasyon kaynağını oluşturur. Sağlıklı insanların %15-35'inin stafilokok taşıyıcısı olduğu bildirilmiştir. *S. aureus* taşıyıcısı olanlar (burun, boğaz ve el taşıyıcılığı), ellerinde apseli yara, kesik, yanık, sivilce olan ya da hastalık belirtisi gösteren gıda çalışanları ve kirli ekipman zehirlenmelerde potansiyel risk oluşturur. Süt, özellikle mastitisli hayvanlardan sağlanan sütler, süt ürünleri (dondurma, peynir), kırmızı et ve et ürünleri (sucuk, pastırma), kanatlı etleri, yumurta ve yumurta içeren gıdalar, önceden hazırlanıp oda sıcaklığında bekletilen kremalı pastalar, sandviçler, salatalar ve mayonezli yiyecekler stafilokok zehirlenmelerinde sıklıkla rastlanan gıdalardır. Stafilokoklarla kontamine olmuş gıdaların koku, lezzet ve görünümünde anormal bir değişiklik oluşmaz. Toksin içeren gıdanın alınmasından sonra (ort. 1-6 saat) ortaya çıkan şiddetli mide ağrısı, bulantı ve kusma zehirlenmelerde önemli bulgulardır. Bazı olgularda hafif ishal tablosu gelişebilir. Ateş nadiren görülür. Toksin düz kas ve vejetatif sinir sistemi üzerinde etkilidir. İntoksikasyon oluşturan toksin düzeyi 1 mg'dır. Çocuklar ve yaşlılar toksikasyona daha duyarlıdır. Hastalık kısa sürelidir. Genelde 1-2 gün içinde iyileşme görülür. Bu çalışmanın amacı, stafilokokal gıda zehirlenmelerinden korunmanın önemi vurgulanmaktadır. Öyle ki,

gıdaların hijyenik koşullarda hazırlanması ve sıcaklık kontrolü zehirlenme riskini azaltan en önemli faktörlerdir. Gıdalara etkin bir ısı işlemi uygulanması, servis öncesi bekletme süresinin kısa tutulması ve hızlı soğutma koruyucu önlemler arasındadır. Bunun yanında; gıda işyerlerinde çalışan personel periyodik olarak sağlık kontrolünden geçirilmeli, *S. aureus* taşıyıcısı olanlar mutfak bölümünde çalıştırılmamalıdır. Personel mutfak hijyeni ve kişisel hijyen konularında eğitilmelidir.

Anahtar Kelimeler: *Staphylococcus aureus*, Gıda Zehirlenmeleri, Gıda Hijyeni, Halk Sağlığı

STAPHYLOCOCCAL FOOD POISONING

ABSTRACT

Staphylococcal food poisoning occurs by ingestion of food containing enterotoxins produced by enterotoxigenic staphylococci strains mainly of *Staphylococcus aureus*. *S. aureus* is found as a member of the normal flora in the skin and mucous membranes (throat, nose) of humans and animals. It causes food poisoning and various infections (bacteremia, meningitis, endocarditis, pneumonia, skin and soft tissue infections, urinary system infections, hospital-acquired infections) as an opportunistic pathogen. Human is the most important source of contamination in staphylococcal poisoning. It has been reported that 15-35% of healthy people are carriers of staphylococcus. Those who are carriers of *S. aureus* (nose, throat and hand carriers), food workers with abscessed wounds, cuts, burns, acne on their hands or showing signs of illness, and dirty equipment pose a potential risk for poisoning. Milk, especially milk from animals with mastitis, dairy products (ice cream, cheese), red meat and meat products (sucuk, pastrami), poultry meat, eggs and egg-containing foods, cream cakes, sandwiches, salads and mayonnaise foods prepared beforehand and kept at room temperature Foods commonly found in staphylococcal poisoning. Food contaminated with staphylococci does not change in odour, taste and appearance abnormally. Severe stomach pain, nausea and vomiting that occur after ingestion of food containing toxin (average 1-6 hours) are important findings in poisoning. Mild diarrhea may develop in some cases. Fever is rare. The toxin acts on the smooth muscle and vegetative nervous system. The level of toxin causing intoxication is 1 mg. Children and the elderly are more susceptible to toxicity. The disease is short-lived. Generally, recovery is seen within 1-2 days. The aim of this study is to emphasize the importance of prevention from staphylococcal food poisoning. So much so that the preparation of food under hygienic conditions and temperature control are the most important factors that reduce the risk of poisoning. Protective measures include applying an effective heat treatment to foods,

keeping the waiting time short before serving, and rapid cooling. Besides; personel working in food establishments should undergo periodic health checks, and those who are carriers of *S. aureus* should not be employed in the kitchen area. Staff should be trained in kitchen hygiene and personal hygiene.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, Food Poisoning, Food Hygiene, Public Health

FIRST RECORD OF THE MASKED FINFOOT IN THE GORAI ESTUARY, MUMBAI, WESTERN INDIA

Vidya PADMAKUMAR

Department of Zoology, Bangalore University, Bengaluru, India.

ORCID ID: 0000-0002-3830-4232

ABSTRACT

One of Asia's most vulnerable waterbird species is the Masked Finfoot *Heliopais personatus*. The species is extensively distributed in north-east India, Bangladesh, and South-East Asia, however only a few reports of the species along India's western shore. A sparse population of the masked finfoot was discovered during an assessment of the variety of bird communities in the Gorai Creek area of Mumbai between June 2017 and June 2019. In the whole 12-km-long creek area, the species' estimated population was only 10 individuals. This is the first instance the masked finfoot was spotted along the subcontinent's western coast. The Masked Finfoot is now classified as Endangered. The Masked Finfoot is arguably one of the least well-known waterbirds in tropical Asia, and there are still many unknowns regarding its range and seasonal migrations, particularly in South-East Asia. The estuarine environment in the Gorai area has seldom been studied. An ecosystem's bird population is a good indicator of the area's environmental condition, amount of pollution, safety, and accessibility of food and habitat. The Masked Finfoot and many floodplain waterfowl species are particularly at risk from habitat destruction and degradation because low-lying, wooded wetlands in South-East Asia are being cleared or encroached upon by human activity more and more often. More thorough knowledge of the species might come from focused research on the Masked Finfoot's local nesting ecology.

Keywords: Masked Finfoot; *Heliopais personatus*; Gorai; West coast; India

FAST-FOOD TÜKETİMİNİN ÜREME ÜZERİNE ETKİSİ**Esra NARLIÇAY**

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Food Hygiene and Technology, Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-0752-1688**Sema AĞAOĞLU**

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Food Hygiene and Technology, Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-5252-8040**Salih NARLIÇAY**

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction and Artificial Insemination, Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-8043-3807**ÖZET**

Fast food yiyecekler aslında, tüketicinin karşısına çıkan ev dışında her hangi bir yerde kısa sürede hazırlanan, paketlenmiş veya dondurulmuş halde her an tüketilebilecek yiyecekler olarak söylenebilir. Fast food tüketimine yönelik beslenmeye Türkiye’de olduğu gibi tüm dünyada da bir yönelim vardır. Günümüzde fast food ürünlerine, sokaklarda, kafelerde, büfelerde, alışveriş merkezlerinde, okullarda, benzin istasyonlarında ve çeşitli mekanlarda rastlamak oldukça mümkündür. Literatürde fast food tüketimine yönelik enerji alımı ve vücut ağırlığı üzerine pek çok çalışma bulunmaktadır. Ayrıca konu ile ilgili yaşam tarzlarını, kuşaklar arası farkları, aile yapısını ve eğitim düzeylerini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Fakat diyetimizin sağlamlızı etkilediği halde, üreme üzerine düşündüğümüzden çok daha büyük bir etkiye sebep olacağı öne sürülmektedir. Yapılan araştırmalar sonucu üreme faaliyetleri üzerine etkisi ile ilgili pek çalışma bulunmamaktadır. Farklı çalışmalarda obezite ile serum testosteron seviyesi ilişkilendirilmiştir. Düşen testosteron seviyesi sperm yoğunluğunu olumsuz etkilemektedir. Yumurtacı tavuklarda yüksek enerjili beslenme ile erken dönemde (16. hafta) yumurtalamaya başladıkları bildirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda yüksek enerjili yiyecek tüketimi ve obeziteye sebep olurken, çocuklarda erken pubertasa neden olmaktadır. Çalışmalar arasında en dikkat çeken araştırma ise fast food alımı ile fitalatların bir korelasyon halinde olduğu bildirilmiştir. Araştırmaya göre erkek idrarında artan fitalat oranı ile spermatolojik parametreler karşılaştırılmıştır. Fitalat oranı yükseldikçe düşük testosteron seviyesi, düşük sperm konsantrasyonuna ve anormal sperm sayısında artışa neden olduğu bildirilmiştir. Yine fitalat üzerine yapılan diğer bir çalışmada ise kadınlarda in vitro fertilizasyon ve intra uterin tohumlamada başarılı implantasyon olasılığının azalması, başarılı bir doğumun azaldığı eğimi görülmüştür. Sonuç olarak fast food ürünü ve paketlerinin üreme üzerine olumsuz etkilerinin olduğu aşikardır. Aslında bu infertilite olgularının zamanla steriliteye, yani

kısırlık olgusuna, kadınlarda da, erken ergenliğin erken yaşta menopoza sebep olacağı anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fast food, Üreme, Ergenlik, Gebelik

THE EFFECT OF FAST-FOOD CONSUMPTION ON REPRODUCTION

ABSTRACT

In fact, fast food can be said to be the food that can be consumed in a short time, packaged or frozen in any place other than the home that the consumer encounters. There are a trend towards fast food consumption in the whole world as well as in Turkey. Nowadays, it is quite possible to come across fast food products on the streets, cafes, kiosks, shopping malls, schools, gas stations and various places. There are many studies in the literature on energy intake and body weight for fast food consumption. In addition, there are studies examining lifestyles, generational differences, family structure and education levels on the subject. But it has been suggested that while our diet does affect our health, it can have a much greater impact on reproduction than we thought. As a result of the researches, there are not many studies on the effect on reproductive activities. In different studies, obesity has been associated with serum testosterone levels. Falling testosterone levels negatively affect sperm density. It has been reported that laying hens start to lay eggs in the early (16th week) with high-energy nutrition. In some studies, while it causes high-energy food consumption and obesity, it causes early puberty in children. The most striking research among the studies reported that there is a correlation between fast food intake and phthalates. According to the study, increased phthalate rate in male urine and spermatological parameters were compared. It has been reported that the higher the phthalate ratio, the lower testosterone level, lower sperm concentration and an increase in abnormal sperm count. In another study on phthalates, a decrease in the probability of successful implantation and a decrease in the slope of a successful delivery were observed in in vitro fertilization and intra-uterine insemination in women. As a result, it is obvious that fast food products and packages have negative effects on reproduction. In fact, it is understood that these infertility cases will cause sterility, that is, infertility, and in women, precocious puberty will cause early menopause.

Keywords: Fast food, Reproduction, Puberty, Pregnancy

MİKOTOKSİNLERİN BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI ÜZERİNE ETKİLERİ**Dilara Pelçim ETE***,

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji, Diyarbakır, Türkiye

ORCID ID:0000-0003-1117-4818**Feray ALTAN**

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji, Diyarbakır, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-9017-763X**ÖZET**

İnsan ve hayvanların beslenmesinde en sık karşılaşılan ve doğal kirleticiler olarak kabul edilen mikotoksinler, enzimatik olmayan düşük moleküler ağırlıklı ve çok kararlı bileşikleridir. Bağırsak mikrobiyotası terimi gastrointestinal kanalda (GİK) yaşayan tüm mikroorganizmaları, bakterileri, virüsleri, protozoaları ve mantarları ifade etmek için kullanılır. Mikotoksinlerin toksik etkileri, çalışılan bileşiğe ve aynı zamanda hayvan türlerine göre büyük ölçüde değişir. GİK, insanlarda ve hayvanlarda, gıda alımı, sindirim, enerji ve besin emilimi, bağışıklık tepkisi ve boşaltımdan sorumludur. Son zamanlarda, ortaya çıkan hastalıkların birçoğu sonuç olarak bağırsak mikrobiyotasının disbiyozuna bağlanmıştır. Mikotoksinler esas olarak bağırsaklardan emildiği için bu yol mikotoksinlere maruziyetin de başladığı ilk yerdir. Bu nedenle mikotoksinler, bağışıklık sisteminde ve konak metabolizmasında hayati öneme sahip olan proteinleri ve peptitleri etkileyerek bağırsak sağlığının zayıflamasına ve bağırsak bütünlüğünün bozulmasına neden olabilir. Yapılan *in vivo* ve *in vitro* çalışmalar mikotoksinlere farklı dozlarda maruz kalmanın, besin emiliminde ve metabolizmasında bozukluklara yol açtığını dolayısıyla mikotoksin maruziyetinin bağırsak florasında değişimlere neden olarak çeşitli hastalıkların (disbiyoz) oluşmasına neden olduğunu göstermiştir. Ancak bu durumun altında yatan nedenler tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır. Bağırsaklarda yer alan mikrobiyal metabolizma ve bağırsakların kendine has savunma hücreleri ile bağırsak bariyerleri üzerindeki etkileri değerlendirildiği zaman mikotoksinlere maruz kalma ile bağırsak mikrobiyotası arasındaki ilişki aydınlatılmış olur. Bu bildiride yapılmış derlemeler sistematik bir şekilde analiz edilerek mikotoksinlerin bağırsak mikrobiyotası üzerine olan etkilerinin anlaşılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikotoksin, Bağırsak, Mikrobiyota

EFFECTS OF MYCOTOXINS ON GUT MICROBIOTA

ABSTRACT

Mycotoxins, which are the most common natural pollutants in human and animal nutrition, are non-enzymatic low molecular weight and very stable compounds. The term gut microbiota is used to refer to all microorganisms, bacteria, viruses, protozoa and fungi living in the gastrointestinal tract (GIT). The toxic effects of mycotoxins vary greatly depending on the compound studied as well as the animal species. The GIT is responsible for food intake, digestion, energy and nutrient absorption, immune response, and excretion in humans and animals. Recently, many of the emerging diseases have been ultimately attributed to dysbiosis of the gut microbiota. This pathway is also the first place where exposure to mycotoxins begins, as mycotoxins are primarily absorbed through the gut. Therefore, mycotoxins may cause weakening of intestinal health and deterioration of intestinal integrity by affecting proteins and peptides that are vital in the immune system and host metabolism. In vivo and in vitro studies have shown that exposure to mycotoxins at different doses leads to disorders in nutrient absorption and metabolism, so mycotoxin exposure causes changes in the intestinal flora and causes various diseases (dysbiosis). However, the underlying reasons for this situation have not been fully elucidated. When the microbial metabolism in the intestines and the effects on the intestinal defense cells and intestinal barriers are evaluated, the relationship between exposure to mycotoxins and the intestinal microbiota will be clarified.

It is aimed to understand the effects of mycotoxins on the intestinal microbiota by systematically analyzing the reviews made in this report.

Keywords: Mycotoxin, Intestine, Microbiota

1. Bağırsak Mikrobiyotası

Gastrointestinal kanalda yaşayan tüm mikroorganizmaları, bakterileri, virüsleri, protozoaları ve mantarları ifade eden bağırsak mikrobiyomu terimi insanlarda, esas olarak dört ana filumdan oluşmaktadır ve bunlar Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria ve Proteobacteria'lardır. Bu filumlar, diğer mikroorganizmalarla birlikte hayvan bağırsağı mikrobiyotasında da mevcut olabilir ancak analiz edilen bağırsak segmentine bağlı olarak fare, sıçan, domuz, piliç ve süt ineklerinde varyasyonlar tespit edilmiştir. Makromoleküllerin parçalanmasında bağırsak mikrobiyotasının rolü; besin ve mineral emiliminde, enzimlerin, vitaminlerin ve amino asitlerin sentezi ve kısa zincirli yağ asitlerinin üretiminde rol aldığı uzun zamandır bilinmektedir. Son zamanlarda, ortaya çıkan

hastalıkların birçoğu sonuç olarak bağırsak mikrobiyotasının disbiyozuna bağlanmıştır. Otizm, astım, kolon kanseri, Crohn Hastalığı, irritabl bağırsak sendromu (IBS), gıda alerjileri, kardiyovasküler hastalık, obezite, diyabet, egzama ve hepatik ensefalopati, zihinsel bozukluklar gibi çok çeşitli hastalıkların bağırsak mikrobiyotası ile ilişkili olduğu kanıtlanmıştır.

1.1. Bağırsak Mikrobiyotasının Bileşimi ve İşlevleri

Yetişkin memeli bağırsak mikrobiyotası, Bacteroidetes ve Firmicutes olmak üzere iki filum tarafından yönetilirken, Actinobacteria (Bifidobacterium spp. dahil), Proteobacteria (Escherichia coli ve Enterobacteriaceae familyası dahil) ve Verrucomicrobia (Akkermansia muciniphila dahil) filumlar daha küçük oranlarda mevcuttur. Gastrointestinal yol boyunca, mikrobiyota homojen değildir ve hem mideden distal kolona kadar longitudinal hem de kriptalardan lümeneye kadar enlemesine olacak şekilde heterojenite gösterir. Sağlıklı koşullar altında mikrobiyota bileşimi bireyler arasında filum düzeyinde nispeten kararlılık göstermesine rağmen, tür düzeyinde incelemeler yapıldığında yüksek değişkenlikte bakteri bileşimi tespit edilmiştir. Bununla birlikte, sindirilemeyen karbonhidratların, proteinlerin ve safra asitlerinin metabolizmasını içeren fonksiyonel bileşim nispeten stabil kalır. Dış konakçı faktörleri olarak bilinen diyet, stres etkenine maruz kalma ve antibiyotik tedavisi gibi faktörlerin de mikrobiyota üzerinde etki yarattığı bilinmektedir. Bakteriyel bağırsak mikrobiyotası üzerinde oluşan belirgin etki mikrobiyotanın nispeten kendini yenileyebilir olması düşünüldüğünde, meydana gelen değişiklikler orta veya kalıcı düzeyde olmayan bozulmalarda geçici olabilir. Bağırsak mikrobiyotasının konsantrasyonu ve mikrobiyal çeşitliliği duodenumdan distal kolon segmentlerine doğru artar. Aslında, insanlarda bakteri konsantrasyonu genellikle ince bağırsağın başlangıcından (10³-4 CFU/g) distal kolona (10¹¹-12CFU/g) kadar yaklaşık 8Log₁₀ büyüklük sırası kadar yükselir. Sağlıklı denekler için bu tür yüksek varyasyonlar pH, redoks potansiyeli, oksijen konsantrasyonu ve/veya anti mikrobiyal moleküllerin (α ve β -defensinler, lizozim, RegIII γ) varlığı dahil olmak üzere safra tuzları, reaktif oksijen türleri (ROS) ve konakçı tarafından lümeneye salgılanan sindirim enzimleri olarak bilinen lokal bağırsak fiziksel parametrelerine bağlıdır.

2. Mikotoksinler

1960 yılında 100.000'den fazla hindiye öldüren AF'nin neden olduğu Hindi X hastalığının ortaya çıkmasıyla mikotoksinlere ilgi başlamıştır. Daha sonra, AF'lerin kanserojen olduğu ve hem hayvanlarda hem de insanlarda hepatosellüler karsinomaya (HCC) neden olduğunun bulunması, mikotoksinler üzerine araştırmaları teşvik etmiştir ancak genel olarak AF'ler,

okratoksinler, zearalenon (ZEA), fumonisinler (FB'ler) ve trikotesenler gibi mikotoksinlerin neden olduğu halk sağlığı sorunlarına odaklanılmıştır. Mikotoksin maruziyeti sadece saf mikotoksinlerle sınırlı olmayıp, bitkilerin mikotoksinleri biyopolimerlere konjuge ederek kendilerini korudukları zaman oluşan maskeli mikotoksinleri de kapsar.

2.1. Mikotoksin ve Bağırsak Mikrobiyotası Arasındaki İki Yönlü Etkileşim

Bağırsak mikrobiyotası, çevresel maddeler ve konak metabolizması arasında önemli bir köprüdür. Bulgular, özellikle hayvanlarda bağırsak mikrobiyotasının, alınan mikotoksinlerle güçlü etkileşimlere girdiğini ortaya koymuştur. Mikroorganizmalar, mikotoksinleri metabolize ederek veya onlara bağlanarak mikotoksinlerin toksik etkisini giderme işleminde bağırsak yardımcı konakçısında bulunur. Bazı bakteriler mikotoksin uzaklaştırma kabiliyetine sahip olsa da aynı cinse ait bazı bakterilerin mikotoksini uzaklaştıramadıkları da belirtilmektedir. Yapılan az sayıda çalışma, mikotoksinlerin bağırsak mikrobiyotasını değiştirebileceğini göstermiştir. Bu tür bulgular, mikotoksin ve bağırsak mikrobiyotası arasında iki yönlü bir etkileşimin meydana geldiğini düşündürmektedir. Mikotoksin tarafından indüklenen bağırsak mikrobiyota modülasyonunda meydana gelen bozulmalar sadece hayvanlar üzerinde çalışılmış ve sonuçlar özetlenmiştir. İleri moleküler yaklaşımların kullanıldığı bazı çalışmalarda bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler tür düzeyine kadar gözlemlenebilmektedir. Bununla birlikte, bağırsak mikrobiyotasının bileşimleri, deney sırasında çeşitli faktörlerden büyük ölçüde etkilenir. Mikrobiyal bileşimi ve işlevi etkileyen faktörler arasında diyet, çevresel kimyasallara ve antibiyotiklere maruz kalma, genetik faktörler ve ayrıca konağın zihinsel sağlık durumu (stres) sayılabilir.

3. Mikotoksinlerin Bağırsak Mikrobiyotası Üzerine Etkileri

3.1 AFB1 ve Bağırsak Mikrobiyotası

AFB1 kronik maruziyetini takiben sıçanlarda yürütülen bir çalışmada, 16S rRNA dizilimini kullanarak kolonda mikrobiyal çeşitlilikte bir azalma gözlemlenmiştir. Firmicutes ve Bacteroidetes oranı değişmeden kalırken, tedaviden sonra laktik asit bakteri popülasyonu üzerinde olumsuz bir etki kaydedilmiştir. Kültürel bir yöntem kullanarak, yapılan başka bir çalışmada ise AFB1'e maruz kalan piliçlerin çekumlarındaki toplam aerobik, fakültatif anaerob (koliformları) ve laktik asit bakteri popülasyonlarını incelemiştir. Uygulanan en yüksek dozda AFB1 ile, koliform popülasyonunun öncekine göre 10 kat daha yüksek olduğu oysa incelenen diğer mikrobiyal popülasyonlar için sadece sayısal olarak önemli olmayan bir artış şekillendiği gözlemlenmiştir.

3.2. DON ve Bağırsak Mikrobiyotası

Domuzlarda yapılan ilk çalışmalardan biri, mikrobiyal popülasyonlar üzerindeki bir etkiyi belirlemek için Kapiler Elektroforez-Tek Zincirli Konformasyon Polimorfizmi (CE-SSCP) yönteminin kullanımına dayalı olarak DON ve bağırsak mikrobiyotası arasındaki olası etkileşimi incelemiştir. Dışkıda ekilebilir aerobik bakterilerin toplam sayısında artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, yapılan başka bir çalışma qPCR yaklaşımını kullanarak insan bağırsak mikrobiyotasını barındıran gnotobiyotik sıçanlar olarak bilinen insan mikrobiyotasıyla ilişkili sıçanlarda 4 haftalık bir DON uygulamasından sonra *Bacteroides/Prevotella* grubunda 0,5 log10'luk önemli bir artış olduğunu, dışkı popülasyonu incelendiğinde ise *E.coli* miktarında bir azalma olduğunu göstermiştir. Son zamanlarda 16S rRNA tabanlı mikrobiyota analizi, kemirgenlerde DON ile kontamine olmuş bir diyetin yenmesinin, bağırsak mikrobiyotasının bileşimini ve çeşitliliğini önemli ölçüde değiştirmediklerini göstermiştir. Yapılan bir diğer çalışmayla sıçan, domuz, inek ve tavuk dahil olmak üzere çeşitli hayvanların bağırsak mikrobiyotasının DON'u metabolize ettiği görülmüştür. Yapılan çalışmalardan bir diğerinde ise DON'un DOM-1'e (deepoksi-deoksinivalenol) epoksidasyonunu göstermiştir. Bir başka çalışma sonucunda ise tavuk bağırsak mikrobiyotası tarafından bu metabolitin daha az toksik olduğu belirlenmiştir. Entersan şekilde, *Eubacterium* cinsinin bir üyesi, ve sığır rumen sıvısından izole edilen BBSH 797 suşunun da DON'u de-epoksidize edebildiği gösterilmiştir ve ticari olarak kullanılmaktadır. Benzer şekilde, insanlarda, dışkı mikrobiyotasının DON'u DOM-1'e metabolize etme 14 kapasitesi belirtilmiştir, ancak bu süreç mikrobiyota bileşimine bağlı olarak bireyler arasında değişkendir.

3.3. ZEN ve Bağırsak Mikrobiyotası

Bir in vitro deney, zearalenon bileşiklerinin insan bağırsak mikrobiyotası tarafından bilinmeyen metabolitlere dönüştürüldüğünü göstermiştir. ZEA'nın bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkisine ilişkin ilk çalışma Piotrowska ve arkadaşları tarafından 2014 yılında yapılmıştır. Bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler, yalnızca kültürlenebilir bakterilerin miktarının belirlenmesine izin veren Biolog EcoPlate yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu yöntem, mikrobiyal topluluklar tarafından bireysel çift karbonlu substratların tüketim modellerini in vitro olarak analiz eder. 6 haftalık ZEA alımından sonra, veriler *Clostridium perfringens*, *Enterobacteriaceae* ve *E. coli* konsantrasyonunun önemli ölçüde azaldığını göstermiştir. ($P < 0.05$)

3.4. OTA ve Bağırsak Mikrobiyotası

Sıçanlara 28 gün boyunca OTA uygulaması yapılarak fekal mikrobiyota bileşimi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada bakteriyel kompozisyon ve meydana gelen değişimler ise 16S rRNA seviyeleri ile belirlenmiştir. Paralel olarak, fonksiyonel genlerdeki değişiklikleri değerlendirmek için av tüfeği dizilimi yöntemi kullanılmıştır. Yapılan çalışmayla ayrıca, Lactobacillaceae'nin nispi oranda arttığını, ancak Bacteroidaceae'nin azaldığını bildirilmiştir. Ayrıca, cins düzeyinde OTA, Bacteroides, Dorea, Escherichia, Oribacterium, Ruminococcus ve Syntrophococcus popülasyonunu azaltırken Lactobacillus sayısını artırmıştır. Sonuçlar, Lactobacillus'un OTA'ya daha dirençli olduğunu ve Lactobacillus'un OTA detoksifikasyon sürecinde rol oynayabileceğini göstermiştir. Bunun dışında OTA tedavisi ile toplam fakültatif anaerobların arttığı da bildirilmiştir. Aslında, fakültatif anaeroblardaki artış, sağlık komplikasyonu olan bireylerde ve yaşlılarda sıklıkla gözlenmiştir. Bu ayrıca OTA'nın bağırsak 15 mikrobiyota modülasyonu yoluyla konakçı sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabileceğini düşüncesini yaratmıştır.

Yapılan başka bir çalışmada biyoreaktörler kullanılarak ve her biyoreaktörün yetişkin insan bağırsağının farklı kısımlarını temsil ettiği, OTA'nın bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkisini araştıran bir çalışma yapılmıştır. Çalışmaya dayanarak, OTA'nın bağırsak mikrobiyota bozunması ve mikrobiyota çeşitliliği değişikliğinin, yalnızca OTA'ya 1 haftalık maruziyetten sonra inen kolonda olduğu gözlenmiştir. Lactobacilli popülasyonlarını hedefleyen PCR-TTGE, başlangıç döneminde mevcut olan Lactobacillus reuteri'nin, bifidobakteri popülasyonunda bazı küçük değişikliklerle birlikte OTA tedavi süresinin sonunda kalıcı olarak kaybolduğunu göstermiştir. Değişiklik asetik, butirik ve toplam SCFA konsantrasyonunda önemli bir azalma ile açıklanmıştır ($P < 0.05$). Yararlı mikroorganizmaların, laktobasillerin ve bifidobakterilerin azalması, OTA'nın mikrobiyota dengesini değiştirdiğini ve muhtemelen bağışıklığın bozulmasına yol açtığını göstermiştir.

3.5. Fumonisinler ve Bağırsak Mikrobiyotası

Bildirilen tek belirgin çalışma, Kılcal Elektroforez Tek Sarmallı Konformasyon Polimorfizmi (CE-SSCP) kullanılarak fumonisin bazlı bir beslemeden sonra mikrobiyotada oluşan değişimlerin gösterildiği çalışmadır. Bu çalışma ile fumonisinlerin, fumonisinlerle tedavi edilen domuzların dışkı mikrobiyota SSCP profilleri benzerliğini, tedavi edilmeyen kontrol grubuna kıyasla azalttığını göstermiştir ve sonuçlar mikrobiyota çeşitliliğinde bir artış olduğunu göstermiştir. Sindirim mikrobiyotasının dengesi ise FB1 ve FB2'nin bir

karişımından oluşan fumonisine 63 günlük kronik maruziyetten sonra geçici olarak ancak belirgin şekilde etkilenebildiğini göstermiştir.

3.6. PAT ve Bağırsak Epiteli

PAT'in tüketilmesi bağırsak bozukluklarına yol açmaktadır ve çocuklarda meydana gelen ishal salgınları kontamine meyvelerin tüketimine bağlanmıştır. Sıçanlarda, farelerde ve hamsterlarda, PAT, mide mukozasında epitel dejenerasyonu, kanama ve ülserasyonun yanı sıra duodenumda eksüdasyon ve epitelyal deskuamasyon dahil olmak üzere GIT'de histopatolojik lezyonları indüklemiştir. Yüksek dozlarda patulunin, TEER'i azalttığı, insan nitolüne karşı geçirgenliği artırdığı ve hücre ayrılması, epitelyal deskuamasyon ve submukozal şişme dahil olmak üzere belirgin morfolojik etkilere neden olduğu belirlenmiştir. Daha düşük dozlarda PAT'e maruz kalan domuz jejunal eksplantları için lezyon skorları ve villus yüksekliğinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

3.7. PAT ve bağırsak mukusu

Yakın tarihli bir çalışmada, domuz jejunal eksplantlarını kullanarak PAT maruziyetinin bağırsak mukusu üzerindeki etkisini araştırılmış ve PAT hem villuslardaki hem de kriptlerdeki goblet hücrelerinin sayısını önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir. Bu mikotoksin hakkında bugüne kadar başka hiçbir belirgin veri mevcut olmamakla birlikte bilindiği kadarıyla bağırsak mikrobiyotası üzerine olan etkisi hakkında bilgi bulunmamaktadır.

3.8. T-2 Toksini

Yapılan bir çalışmada, maskeli T-2 toksininin insan bağırsak mikrobiyotası tarafından ana mikotoksin olarak salındığını ve böylece mikotoksin maruziyetine katkıda bulunduğunu göstermiştir. Triketesen mikotoksinleri genellikle ökaryotik 28S rRNA'yı etkili bir şekilde bloke eden ribotoksik stres indükleyicileri olarak bilinir. Bu nedenle teorik açıdan, T-2 toksini, Schmeits ve diğerleri tarafından belirtildiği gibi bakteriyel protein translasyonu ve büyümesine müdahale etmeyecektir. Bununla birlikte, bu sonuç Tenk ve arkadaşları tarafından yürütülen bir çalışmada görülen gözlemin aksine bir sonuçtur. (1982). 1 hafta süreyle T-2 17 toksininin uygulanmasının, domuzların ve sıçanların bağırsaklarındaki aerobik bakteri sayısında önemli bir artışa neden olmak için yeterli olduğu göstermişlerdir. Bakteri popülasyonlarının triketesen tarafından büyük ölçüde etkilendiği gösterilmiş olsa da bakteri popülasyonunun bozulmasına neden olan mekanizma henüz açıklığa kavuşturulmamıştır.

4. MİKOTOKSİNLERİN BAĞIRSAKLARDA YARATTIĞI TAHRİBATLA OLUŞAN HASTALIKLAR

4.1. Hepatocelülcarcinom(HCC)

HCC gibi kronik mikotoksikoz, yüksek dozda mikotoksin kontaminasyonundan kaynaklanır. Bu hastalıkta patogeneze genellikle DNA eklentilerinin oluşumunu, DNA metilasyonunun düzenlenmesini ve gen ekspresyonunun değiştirilmesini içermektedir. İlginç bir şekilde, bağırsak mikrobiyota pertürbasyonunun mikotoksin kaynaklı HCC'yi etkileyen faktörlerden biri olduğu bulunmuştur. Dietilnitrozamin (DEN) ve hepatotoksin karbon tetraklorür (CCl₄) kombinasyonu ile indüklenen farelerde HCC gelişimi, insan HCC'sinin çoğunlukla ortaya çıktığı kronik olarak yaralanmış karaciğerlerin çeşitli özelliklerini içeren bir model, bağırsak sterilizasyonu yoluyla önlenir. Aynı çalışma ayrıca, spesifik GF koşullarında büyütülen farelerin, spesifik patojen içermeyen (SPF) koşullar altında yetiştirilenlere kıyasla daha az ve daha küçük tümör gösterdiğini göstermiştir. Hepatokarsinogenezin toksik bir modelinde, yapılan çalışmayla konakçı mikroflorasının tükenmesinin tümör oluşumunu baskıladığını bulmuştur. Ayrıca sıçanlarda antibiyotik olarak kullanılan, polimiksin B ve neomisin ile gram negatif organizmaları hedefleyen tedavi ile, HCC'yi indükleyen DEN enjeksiyonundan sonra HCC nodüllerinin boyutunun ve sayısının önemli ölçüde azalttığını göstermiştir.

Bazı spesifik bakteri türlerinin de HCC gelişimi ile ilişkili olduğu yapılan çalışmalarla bulunmuştur. Çalışmalar, *Helicobacter hepaticus* tarafından bağırsak kolonizasyonunun HCC'yi ve *Helicobacter ssp*'nin DNA'sını indüklediğini göstermiştir ki bu sadece HCC hastalarından alınan karaciğer biyopsilerinde bulunur, kontrol örneklerinde bulunmamaktadır. Hem hayvan hem de insan çalışmalarından elde edilen bulgular, karaciğer sirozu ve HCC'nin bir bağırsak disbiyozunu uyardığını ve bunun yanı sıra *E. coli* ve *Atopobium* kümesi popülasyonunda önemli bir artış ve buna ek olarak yararlı mikroorganizmaların yüzdelerinde önemli ($P < 0.05$) bir azalma olduğunu göstermiştir. Bu gruplar; *Lactobacillus* grubu, *Bifidobacterium* grubu ve *Enterococcus* grubudur. Ayrıca çeşitli çalışmalarda hepatokarsinogenezin patojenler tarafından yaygın olarak üretilen artmış lipopolisakkarit (LPS) seviyeleri ile ilişkili olduğunu bulmuştur. Probiyotikler, bağırsak sağlığı ve mikrobiyota restorasyonundaki rolleri ile bilinir. Ek olarak, birçok probiyotik suşu, özellikle bağlanma yoluyla mikotoksin seviyesini düşürme yeteneğine sahiptir. Probiyotik karışımı, Prohep [*Lactobacillus rhamnosus* GG, ısıyla inaktive edilmiş VSL#3 ve canlı *E. coli* Nissle 1917 (1:1:1)] ile tedavi, karaciğer tümörü büyümesini daha da azaltan

mikrobiyal dengesizliği ve hepatik iltihabı başarılı bir şekilde gidermiştir. Yapılan çalışmada plasebo grubuna kıyasla probiyotik (*L. rhamnosus* LC705 ve *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii*) karışım grubunda idrar AFB-N7-guanin düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma (5.haftada %55'e kadar; $P < 0.05$) göstermiştir. Benzer bir bulgu bu konu üzerine yapılan bir çalışmada daha bulunmuştur. Burada *Lactobacillus casei* Shirota takviyeli bireylerde serum AFB1-lys seviyesi önemli ölçüde daha düşük olduğu gözlenmiştir ($P < 0.05$). Ayrıca, AFB1'in neden olduğu HCC'deki hepatik transkriptom, probiyotikler tarafından pozitif olarak değiştirilmiştir. Probiyotik takviyesi, bağırsak mikrobiyotasını normalleştirme yeteneği ile birleştğinde biyolojik olarak mevcut etkili toksik mikotoksin dozunu azaltır, karaciğer kanseri riskini azaltmak için etkili bir diyet yaklaşımı sunar. Bu çalışmalarda gösterilmiş olduğu gibi, bağırsak mikrobiyota dengesinin restorasyonu HCC'de koruma ve tedavi etkileri sunarken, HCC'nin ortaya çıkması, gösterildiği gibi daha yüksek patojen bolluğu ile bağlantılıdır. HCC patogeneğinde, mikrobiyota ve HCC bağlantısı, ilgili mekanizmayı anlamak için inkâr edilemez derecede önemlidir.

KAYNAKÇA

- Burel C, Tanguy M, Guerre P, Boilletot E, Cariolet R, Queguiner M, ... & Fravalo P. Effect of low dose of fumonisins on pig health: Immune status, intestinal microbiota and sensitivity to *Salmonella*. *Toxins*. 2013; 5(4): 841- 864. <https://doi.org/10.3390/toxins5040841>
- Dai Y, Huang K, Zhang B, Zhu L, & Xu, W. Aflatoxin B1-induced epigenetic alterations: An overview. *Food and Chemical Toxicology*. 2017; 109, 683- 689. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.06.034>
- Dapito D. H, Mencin A, Gwak G. Y, Pradere J. P, Jang M. K, Mederacke I, ... & Schwabe R. F. Promotion of hepatocellular carcinoma by the intestinal microbiota and TLR4. *Cancer cell*. 2012; 21(4):504-516. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2012.02.007>
- Du K, Wang, C, Liu P, Li, Y, & Ma, X. Effects of dietary mycotoxins on gut microbiome. *Protein and Peptide Letters*. 2017; 24(5):397-405. <https://doi.org/10.2174/0929866524666170223095207>
- El-Nezami H. S, Polychronaki N. N, Ma J, Zhu H, Ling W, Salminen E. K, ... & Mykkänen H. M. Probiotic supplementation reduces a biomarker for increased risk of liver cancer in young men from Southern China. *The American journal of clinical nutrition*. 2006; 83(5):1199-1203. <https://doi.org/10.1093/ajcn/83.5.1199>
- Fuchs E, Binder E. M, Heidler D, & Krska R. Structural characterization of metabolites after the microbial degradation of type A trichothecenes by the bacterial strain BBSH 797. *Food Additives & Contaminants*. 2002; 19(4): 379-386. <https://doi.org/10.1080/02652030110091154>
- Galarza-Seeber, R, Latorre J. D, Bielke L. R, Kuttappan, V. A, Wolfenden, A. D, Hernandez-Velasco, X, ... & Tellez, G. Leaky gut and mycotoxins: 23 Aflatoxin B1 does not increase gut permeability in broiler chickens. *Frontiers in veterinary science*. 2016; 3, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00010>

Gratz S. W, Dinesh R, Yoshinari T, Holtrop G, Richardson A. J, Duncan G, ... & Tarbin J. Masked trichothecene and zearalenone mycotoxins withstand digestion and absorption in the upper GI tract but are efficiently hydrolyzed by human gut microbiota in vitro. *Molecular nutrition & food research*. 2017; 61(4):1600680. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600680>

Gratz S. W, Duncan G, & Richardson A. J. The human fecal microbiota metabolizes deoxynivalenol and deoxynivalenol-3-glucoside and may be responsible for urinary deepoxy-deoxynivalenol. *Applied and Environmental Microbiology*. 2013; 79(6):1821-1825. <https://doi.org/10.1128/aem.02987-12>

Guerre P. Mycotoxin and gut microbiota interactions. *Toxins*. 2020; 12(12):769. <https://doi.org/10.3390/toxins12120769>

Guo M, Huang K, Chen S, Qi X, He X, Cheng W. H, ... & Xu W. Combination of metagenomics and culture-based methods to study the interaction between ochratoxin a and gut microbiota. *Toxicological Sciences*. 2014; 141(1):314-323. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfu128>

He J, & Zhou T. Patented techniques for detoxification of mycotoxins in feeds and food matrices. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*. 2010; 2(2):96-104. <https://doi.org/10.2174/2212798411002020096>

Hedman R, & Pettersson H. Transformation of nivalenol by gastrointestinal microbes. *Archives of animal nutrition*. 1997; 50(4):321-329. <https://doi.org/10.1080/17450399709386142>

Lewis S. A, Berg J. R, & Kleine T. J. Modulation of epithelial permeability by extracellular macromolecules. *Physiological reviews*. 1995; 75(3):561- 589. <https://doi.org/10.1152/physrev.1995.75.3.561>

Li J, Sung C. Y. J, Lee N, Ni Y, Pihlajamäki J, Panagiotou G, & El Nezami H. Probiotics modulated gut microbiota suppresses hepatocellular carcinoma growth in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2016; 113(9):E1306-E1315. <https://doi.org/10.1073/pnas.1518189113>

Liew W, P. P, & Mohd-Redzwan, S. Mycotoxin: Its impact on gut health and microbiota. *Frontiers in cellular and infection microbiology*. 2018; 8, 60. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00060>

Maidana L, Gerez J. R, El Khoury R, Pinho F, Puel O, Oswald I. P, & Bracarense A. P. F. Effects of patulin and ascladiol on porcine intestinal mucosa: An ex vivo approach. *Food and Chemical Toxicology*. 2016; 98, 189-194. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.10.001>

McKinley E. R, & Carlton W. W. Patulin mycotoxicosis in the Syrian hamster. *Food and Cosmetics Toxicology*. 1980; 18(2):173-179. [https://doi.org/10.1016/0015-6264\(80\)90071-1](https://doi.org/10.1016/0015-6264(80)90071-1)

McKinley E. R, Carlton W. W, & Boon G. D. Patulin mycotoxicosis in the rat: toxicology, pathology and clinical pathology. *Food and Chemical Toxicology*. 1982; 20(3):289-300. [https://doi.org/10.1016/s0278-6915\(82\)80295-0](https://doi.org/10.1016/s0278-6915(82)80295-0)

Monson M. S, Settlege R. E, Mendoza K. M, Rawal S, El-Nezami H. S, Coulombe R. A, & Reed K. M. Modulation of the spleen transcriptome in domestic turkey (*Meleagris gallopavo*) in response to aflatoxin B1 and probiotics. *Immunogenetics*. 2015; 67(3):163-178. <https://doi.org/10.1007/s00251-014-0825-y>

Ouethrani M, Van de Wiele T, Verbeke E, Bruneau A, Carvalho M, Rabot S, & Camel V. Metabolic fate of ochratoxin A as a coffee contaminant in a dynamic simulator of the human colon. *Food chemistry*. 2013; 141(4):3291- 3300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.157>

Payros D, Dobrindt U, Martin P, Secher T, Bracarense A. P. F, Boury M, ... & Oswald I. P. The food contaminant deoxynivalenol exacerbates the genotoxicity of gut microbiota. *MBio*. 2017; 8(2): e00007-17. <https://doi.org/10.1128/mbio.00007-17>

- Pierron A, Mimoun S, Murate L. S, Loiseau N, Lippi Y, Bracarense A. P. F, ... & Oswald, I. P. Microbial biotransformation of DON: molecular basis for reduced toxicity. *Scientific reports*. 2016; 6(1):1-13. <https://doi.org/10.1038/srep29105>
- Piotrowska M, Śliżewska K, Nowak A, Zielonka Ł, Żakowska Z, Gajęcka M, & Gajęcki M. The effect of experimental fusarium mycotoxicosis on microbiota diversity in porcine ascending colon contents. *Toxins*. 2014; 6(7):2064-2081 <https://doi.org/10.3390/toxins6072064>
- Redzwan S. M, Abd Mutalib M. S, Wang J. S, Ahmad Z, Kang M. S, Nasrabadi E. N, & Jamaluddin R. Effect of supplementation of fermented milk drink containing probiotic *Lactobacillus casei* Shirota on the concentrations of aflatoxin biomarkers among employees of Universiti Putra Malaysia: a randomised, double-blind, cross-over, placebo-controlled study. *British Journal of Nutrition*. 2016; 115(1):39-54. <https://doi.org/10.1017/s0007114515004109>
- Ren Z, Guo C, Yu S, Zhu L, Wang Y, Hu H, & Deng, J. Progress in mycotoxins affecting intestinal mucosal barrier function. *International journal of molecular sciences*. 2019; 20(11):2777. <https://doi.org/10.3390/ijms20112777>
- Robert H, Payros D, Pinton P, Theodorou V, Mercier-Bonin M, & Oswald, I. P. Impact of mycotoxins on the intestine: are mucus and microbiota new targets?. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*. 2017; 20(5):249-275. <https://doi.org/10.1080/10937404.2017.1326071>
- Rodríguez J. M, Murphy K, Stanton C, Ross R. P, Kober O. I, Juge N, ... & Collado M. C. The composition of the gut microbiota throughout life, with an emphasis on early life. *Microbial ecology in health and disease*. 2015; 26(1):26050. 25 <https://doi.org/10.3402/mehd.v26.26050>
- Saint-Cyr M. J, Perrin-Guyomard A, Houée P, Rolland J. G, & Laurentie M. Evaluation of an oral subchronic exposure of deoxynivalenol on the composition of human gut microbiota in a model of human microbiota-associated rats. *PloS one*. 2013; 8(11): e80578. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080578>
- Schmeits P. C, Katika M. R, Peijnenburg A. A, van Loveren H, & Hendriksen P. J. DON shares a similar mode of action as the ribotoxic stress inducer anisomycin while TBTO shares ER stress patterns with the ER stress inducer thapsigargin based on comparative gene expression profiling in Jurkat T cells. *Toxicology Letters*. 2014; 224(3):395-406. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2013.11.005>
- Shimizu K, Ogura H, Hamasaki T, Goto M, Tasaki O, Asahara T, ... & Sugimoto H. Altered gut flora are associated with septic complications and death in critically ill patients with systemic inflammatory response syndrome. *Digestive diseases and sciences*. 2011; 56(4):1171-1177. <https://doi.org/10.1007/s10620-010-1418-8>
- Tenk I, Fodor E, & Szathmáry C. S. The effect of pure *Fusarium* toxins (T-2, F-2, DAS) on the microflora of the gut and on plasma glucocorticoid levels in rat and swine. *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene. 1. Abt. Originale. A, Medizinische Mikrobiologie, Infektionskrankheiten und Parasitologie*. 1982; 252(3): 384-393. [https://doi.org/10.1016/S0174-3031\(82\)80013-9](https://doi.org/10.1016/S0174-3031(82)80013-9)
- Waché Y. J, Valat C, Postollec G, Bougeard S, Burel C, Oswald I. P, & Fravallo P. Impact of deoxynivalenol on the intestinal microflora of pigs. *International Journal of Molecular Sciences*. 2008; 10(1):1-17. <https://doi.org/10.3390/ijms10010001>
- Wang J, Tang L, Glenn T. C, & Wang, J. S. Aflatoxin B1 induced compositional changes in gut microbial communities of male F344 rats. *Toxicological Sciences*. 2016; 150(1):54-63. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfv259>
- Young J. C, Zhou T, Yu H, Zhu H, & Gong, J. Degradation of trichothecene mycotoxins by chicken intestinal microbes. *Food and Chemical Toxicology*. 2007; 45(1):136-143. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.07.028>

Yu L. X, Yan H. X, Liu Q, Yang W, Wu H. P, Dong W, ... & Wang H. Y. Endotoxin accumulation prevents carcinogen-induced apoptosis and promotes liver tumorigenesis in rodents. *Hepatology*. 2010; 52(4):1322-1333. <https://doi.org/10.1002/hep.23845>

Zhu L, Zhang B, Dai Y, Li H, & Xu W. A review: epigenetic mechanism in ochratoxin a toxicity studies. *Toxins*. 2017; 9(4):113. <https://doi.org/10.3390/toxins9040113>

YENİDOĞAN BUZAĞILARDA TRAVMATİK KIRIKLARIN SERUM BİYOKİMYASAL PROFİL VE OKSİDATİF DURUMU ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Semih ALTAN

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Diyarbakır

Amaç: Bu çalışmanın amacı güç doğuma hatalı müdahale ile ekstremitelerde kırık oluşan yeni doğan buzağılarda meydana gelen metabolik değişiklikleri biyokimyasal profil ve oksidatif durum yönünden değerlendirmektir.

Materyal ve Metot: Araştırma 15'i travmalı, 7'si sağlıklı (kontrol) 22 adet buzağı üzerinde gerçekleştirildi. Buzağılardan alınan kan örneklerinden elde edilen serumlar; alkalen fosfataz (ALP), alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST), kreatin kinaz (CK), kreatin kinaz-MB (CK-MB), kalsiyum, fosfor kolesterol, kreatinin, gamma glutamil transferaz (GGT), laktat dehidrogenaz (LDH), total protein (TP), triglyserit, kan üre nitrojen (BUN) ve oksidatif stres parametrelerinden olan tiobarbutirik asit (TBARS) yönünden değerlendirildi.

Bulgular: Travmalı buzağılarda AST, CK, CK-MB ve TBARS seviyelerinde sağlıklı buzağılara göre istatistik olarak önemli artışlar ($P<0,05$) gözlenirken, serum kolesterol seviyesinde ise istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) azalış gözlemlendi.

Tartışma ve Sonuç: Buzağılardaki serum biyokimyasal profilde önemli değişikliklerin olmamasının nedeni ise travmaların buzağılarda lokal olmasından kaynaklanabileceği, TBARS seviyesinin yüksek bulunmasının ise oksidatif hasarın buzağılarda lokal travma da olsa yükselebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak biyokimyasal profil travmanın genişliğine bağlı olarak buzağılarda değişiklik gösterebilmektedir. Oksidatif stresin ise travma olgularında yükselebileceği ve mutlaka dikkate alınması gereken bir durumdur.

Anahtar kelimeler: buzağı, serum biyokimyasal profil, oksidatif stres

AN EVALUATION ON SERUM BIOCHEMICAL PROFILE AND OXIDATIVE STATUS OF TRAUMATIC FRACTURES IN NEWBORN CALF

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the metabolic changes in newborn calves with fractures in the extremities in terms of biochemical profile and oxidative status.

Materials and Methods: The study was carried out on 22 calves, 15 of which were traumatized and 7 of them were healthy (control). Serum obtained from blood samples taken from calves; alkaline phosphatase (ALP), alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), creatine kinase (CK), creatine kinase-MB (CK-MB), calcium, phosphorus cholesterol, creatinine, gamma glutamyl transferase (GGT), lactate dehydrogenase (LDH), total protein (TP), triglyceride, blood urea nitrogen (BUN) and thiobarbituric acid (TBARS), which is one of the oxidative stress parameters, were evaluated.

Results: Statistically significant increases ($P < 0.05$) were observed in AST, CK, CK-MB and TBARS levels in traumatized calves compared to healthy calves, while a statistically significant ($P < 0.05$) decrease was observed in serum cholesterol levels.

Discussion and Conclusion: The reason for the lack of significant changes in the serum biochemical profile of the calves may be due to the locality of the traumas in the calves, and the high level of TBARS indicates that oxidative damage may increase in calves even if there is local trauma. As a result, the biochemical profile may vary in calves depending on the extent of the trauma. Oxidative stress, on the other hand, may increase in trauma cases and is a condition that must be taken into account.

SÜRDÜRÜLEBİLİR HAYVANSAL ÜRETİMDE ANTİBAKTERİYEL İLAÇ ALTERNATİFLERİ

Özgür KUZUKIRAN

Çankırı Karatekin University, Veterinary Department, Çankırı, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-9294-2801

İlker ŞİMŞEK

Çankırı Karatekin University, Environmental Health Department, Çankırı, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-9181-9879

ÖZET

Küresel insan nüfusunun 2050 yılına kadar 9,7 milyar kişiye ulaşması beklenmektedir. Kaynakların sınırlı olması artan nüfusun güvenli, besleyici ve sağlıklı gıdaya erişimini giderek zorlaştırmaktadır. Önümüzdeki 30 yılda oluşacak gıda talebini karşılamak için gıda üretimimizin %50-100 oranında artması gerekmektedir. Bu da yaklaşık olarak 8,4 milyar ton olan üretimin 13,5 milyar tona çıkması anlamına gelmektedir. Beslenmemizin temel unsuru olan hayvansal proteinlerin en önemli kaynağı olan hayvansal üretimde buna paralel bir artış olmamaktadır. Artan talebin üretim üzerinde oluşturduğu baskıya bağlı olarak enfeksiyöz hastalıklar da artmaktadır. Yaşanan bu artış, üretim kayıplarına neden olmakta ve gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Enfeksiyonlarla mücadelede en önemli silahımız olan antibakteriyellerin uzun yıllar boyunca dikkatsiz ve kontrolsüz olarak kullanılması birden fazla antibakteriyele dirençli bakterilerin gelişmesini tetiklemiştir. Mevcut üretim modelleriyle artan talebi karşılamak ve gıda güvenliğini sağlamak mümkün görünmemektedir. Bu nedenle üretimin sürdürülebilir olması gerekmektedir. Sürdürülebilir bir hayvansal üretimde kullanılacak antibakteriyel miktarının da azaltılması böylece antibakteriyele dirençli bakteri gelişiminin yavaşlatılarak insan sağlığı açısından risk oluşturacak enfeksiyonların önüne geçilmesi daha da önem kazanmaktadır. Gelişen antibakteriyel direnci ve antibakteriyel kullanımının azaltılması enfeksiyonlarla mücadelede yeni silahlara duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Tespit edilen bu durum antibakteriyel ilaçlar yerine kullanılabilecek ürün ve uygulamalara yönelik çalışmaları hızlandırmıştır. Bu derlemede, antibakteriyel aşılar, bakteriyofajlar, endolizinler, bazı antimikrobiyal peptitler ve fitokimyasalların antibakteriyellerin yerine kullanılabilirliği özetlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Antibakteriyel alternatifleri, Bakteriyofaj, Endolizin, Fitokimyasal.

ANTIBACTERIAL MEDICINE ALTERNATIVES IN SUSTAINABLE LIVESTOCK PRODUCTION

ABSTRACT

The global human population is expected to reach 9.7 billion people by 2050. Limited resources make it increasingly difficult for the growing population to access safe, nutritious and healthy food. In order to meet the food demand that will occur in the next 30 years, our food production must increase by 50-100%. This means that the production, which is approximately 8.4 billion tons, will increase to 13.5 billion tons. There is no parallel increase in animal production, the most important source of animal originated protein, is the main element of our diet. Infectious diseases are also increasing due to the pressure of increasing demand on production. This increase causes production losses and threatens food security. The careless and uncontrolled use of antibacterials, our most important weapon in the fight against infections, has triggered the development of bacteria resistant to more than one antibacterial. It does not seem possible to meet the increasing demand and ensure food safety with current production models. Therefore, the production must be sustainable. It becomes even more important to reduce the amount of antibacterial to be used in a sustainable animal production, thus slowing down the development of bacteria resistant to antibacterial and preventing infections that will pose a risk to human health. Developing antibacterial resistance and decreasing antibacterial use increase the need for new weapons in the fight against infections. This situation has accelerated the studies on products and applications that can be used instead of antibacterial drugs. This review summarises the use of antibacterial vaccines, bacteriophages, endolysins, some antimicrobial peptides and herbal extracts which are use instead of antibacterials.

Keywords: Sustainability, Antibacterial alternatives, Bacteriophage, Endolysin, Phytochemicals.

1. GİRİŞ

Küresel insan nüfusunun 2050 yılına kadar 9,7 milyar kişiye ulaşması beklenmektedir. Kaynakların sınırlı olması artan nüfusun güvenli, besleyici ve sağlıklı gıdaya erişimini giderek zorlaştırmaktadır. Önümüzdeki 30 yılda oluşacak gıda talebini karşılamak için gıda üretimimizin %50-100 oranında artması gerekmektedir. Bu da yaklaşık olarak 8.4 milyar ton olan üretimin 13.5 milyar tona çıkması anlamına gelmektedir. Hızla artan nüfus ve daha yüksek kentleşme, işlenmiş gıda ürünlerine yönelik küresel talebi de artırmaktadır. Bununla birlikte gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde gelirlerin artmasına bağlı olarak et, süt ürünleri ve meyve, kabuklu yemişler ve sebzeler gibi özel ürünlere olan talebin de

arttığı bildirilmektedir (FAO, 2017). Yine gelişmiş ülkelerdeki tüketicilerin, organik veya yerel olarak yetiştirilmiş olarak pazarlanan özel ürünlere yönelik tercihlerinin de arttığı belirlenmiştir. Organik gıda ve içecek küresel satışları 2016 yılında 110.25, 2020 yılında ise 120 milyar dolara ulaşmıştır. Öte yandan, afetler, savaş ve sınır ötesi hastalıklar gıda arzını olumsuz yönde etkilemektedir (FAO, 2022).

Artan gıda ihtiyacını karşılamaya yönelik olan sayıları yıllar içinde artan ve yüksek miktarda üretim yapan endüstriyel işletmeler hayvan hastalıklarının ortaya çıkmasını kolaylaştırmaktadır. Aşırı kalabalık ve iyi yönetilmeyen atıkların yanı sıra hayvan hastalıkları, enfeksiyonlar ve stres gibi etkenler hayvanların bağışıklık sistemini zayıflatarak salgınların ortaya çıkışını ve yayılmasını kolaylaştırmaktadır. Paris merkezli Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (OIE), 2020'nin ortalarından itibaren dünya genelinde endüstriyel olarak yetiştirilen hayvanları etkileyen 117 enfeksiyon ve bulaşıcı hastalık tespit etmiştir (OIE, 2020).

Talebin oluşturduğu baskıya paralel olarak sayıları artan bulaşıcı hastalıkların önlenmesi, kontrolü ve tedavisinde çok önemli roller oynayan antibakteriyeller, penisilinin 1940'larda keşfedilmesi ve kullanıma sunulmasından beri yoğun şekilde kullanılmaktadır. Özellikle hayvan yemlerine ilave edilen antibiyotikler yemden yararlanma, büyümeyi teşvik ve hayvansal ürün kalitesini iyileştirmek amacıyla kullanılmışlardır. Bununla birlikte, antibiyotiklerin kontrolsüz kullanımı, dirençli bakterilerin gelişmesine ve direnç faktörlerinin bakteriler arasında transfer edilerek hayvanlarda ve insanlarda ciddi enfeksiyonların oluşmasına neden olmaktadır (Mazurek-Popczyk ve ark., 2020).

Özellikle yemlerde kullanılan antibiyotikler nedeniyle hiç tedavi uygulanmamış çiftliklerde bile antibiyotiğe dirençli bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların ortaya çıkması sağlık açısından duyulan endişelerin artmasına neden olmuştur. İlk kez 1996 yılında İsveç'te başlayarak 2006 yılında tüm Avrupa Birliği (AB) Ülkeleri'nde yemlere antibiyotik katılması yasaklanmıştır (EU, 2003).

Yapılan bu kısıtlama neticesinde AB'deki çiftlik hayvanlarında görülen enfeksiyonlar artmış ve hayvansal üretimde azalma olmuştur. Enfeksiyonlardaki artış nedeniyle tedavi amaçlı antibiyotik ve dezenfektan kullanımı da önemli ölçüde artmıştır. Buna ek olarak yeni antibiyotiklerin keşfi ve geliştirilmesi on yıllar boyunca önemli ölçüde azalmıştır (Yang ve ark., 2019). Antibakteriyel kılığın 2006~2010 yılları arasında % 283 arttığı bildirilmiştir (Borchardt ve Rolston, 2013).

Bir yandan artan hayvansal üretim talebi ve antibiyotik direnci, öte yandan organik gıdalara olan talep ve çevreye verilen zararın en aza indirilmesini sağlayacak sürdürülebilir üretim

kriterleri nedeniyle antibiyotik alternatifi olabilecek ürünlere olan yönelim ve talep de artmaktadır. Bu amaçla antibakteriyel aşılar, bakteriyofajlar, endolizinler, bazı antimikrobiyal peptitler ve fitokimyasalların kullanılabilirliği üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Bu derlemede sürdürülebilir hayvansal üretim için kullanılabilecek antibiyotik alternatifleri değerlendirilecektir.

2. ANTİBAKTERİYEL AŞILAR

Aşılar genellikle zayıflatılmış canlı, ölü ve metabolik ürün aşıları (toksoitler) olarak sınıflandırılmaktadırlar (Mohd-Aris ve ark., 2019). Sonradan bu gruplara rekombinant DNA aşıları da eklenmiştir. Canlı aşılardaki mikroorganizmalar avirü lent veya atenüasyon yoluyla avirü lent hale getirilebildikleri gibi düşük virülense de sahip olabilirler. Böylece patojenler konak içinde çoğalma yeteneğine sahip olmalarına rağmen hastalıklara neden olmazlar. Bu şekilde hazırlanmış pek çok aşı hayvansal üretim yapılan işletmelerde kullanılmaktadır. Yumurtacı tavukların canlı atenüe *S. gallinarum* 9 R suşu ile aşılması *S. enterica* enfeksiyonlarını azaltmış ve aşı yumurta içeriğine yayılmamıştır (Faberwee ve ark., 2001). Öte yandan canlı *Mycoplasma gallisepticum* (*M. gallisepticum*) aşısı suşlarının, ts-11 ve 6/85 ile aşılanmış yumurta yarkalarından aşılanmamış piliçlere, etlik damızlıklara, hindi yetiştiricilerine veya bunlarla dolaylı temasta bulunan et hindilerine bulaşabildiği gösterilmiştir (Ley ve ark., 1997). *Haemophilus somnus* aşısı ile ağızdan bağışıklama yapılan piliçlerin öldürücü *S. enteritidis* suşlarının neden olduğu enfeksiyondan korunduğu tespit edilmiştir (Wieliczko ark., 2000).

İnaktive (öldürülmüş) aşılar, bir adjuvan ile birleştirilmiş bütün bakteri preparasyonundan hazırlanabilmektedir. Genellikle formaldehit, aseton ve alkol gibi protein denatürantları veya etilen oksit, etilenamin asetilmetilamin ve β -propiolakton gibi alkalileştirici kimyasallar veya 1 saat boyunca 60 °C'de ısı uygulanarak inaktive edilebilecekleri gibi bazı özel kimyasal veya enzimler kullanılarak da hazırlanabilirler (Luzuriaga ve ark., 2021; Rogers ve ark., 2018). *Bordetella bronchiseptica*'ya karşı hazırlanan canlı attenüe aşının köpekleri *Bordetellaların* neden olduğu üst solunum yolu enfeksiyonlarına karşı koruduğu gösterilmiştir. Bu aşı hazırlanırken kullanılan E-spesifik lizis mekanizması sayesinde bakterinin hücre duvarında bir delik açılmakta ve tüm sitoplazmik yapısı hücre dışına çıkmaktadır. Böylece geriye sadece hücre duvarı kalarak oluşturulan hayalet bakterinin etkisi immunizasyon açısından azalmazken aşı uygulandığı organizma için de güvenli olmaktadır (Muhammad ve ark., 2019).

Metabolik ürün aşıları (toksoidler), toksin olmayan fakat formalin ilavesiyle veya hafifçe ısıtılarak zararlı hale getirilen çözünür toksinlerdir. Bu şekilde toksinin immünojenik

özellikleri etkilenmemektedir. Bir tür botulinum toksiniyle aşıl原因an ördeklerde *Clostridium bolulinum*'a karşı kısmi koruma sağlanmıştır. Tek dozda sağlanan bu bağışıklı çift doz uygulamalarında klinik semptomların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Silva ve ark., 2018). *S. enterica*'dan ve *S. gallinarum*'un kısmen saflaştırılmış enterotoksin ve sitotoksinlerinden formalin (FT) ve karbonat (CT) kullanılıp adjuvan ilave edilerek hazırlanan toksoidlerle aşıl原因an kanatlılarda tam koruma elde edilebilirken, adjuvansız gruplarda korumanın %50 ila %83,3 arasında değiştiğı tespit edilmiştir (Mishra ve Sharma 2001).

Rekombinant DNA aşıl原因ında ise antijen proteininin genini kodlayan DNA, bir plazmide bağlanır. Konakçı dokulara doğrudan aşıl原因an bu plazmit DNA, transfekte edilmiş hücreler içinde kodlanmış antijen proteininin ekspresyonuna neden olmaktadır. Eksprese edilen protein, konakçı bağışıklık sistemini spesifik bağışıklık tepkileri üretmesi için uyarır. DNA aşısı, daha önce bahsedilen aşılara göre birçok avantaj sunmaktadır. Hazırlık sırasında enfeksiyon riski, saflaştırma maliyeti veya antijen denatürasyonu yoktur. Ayrıca, mikrobiyal antijenin endojen sentezi, hücre aracılı bağışıklığı güçlü bir şekilde artırır; güçlü stabilitesi, soğuk zincir gereksinimi maliyetlerini %80 oranında azaltır. DNA aşıları anne bağışıklığına müdahale etmez ve tek doz uzun süreli bağışıklığı indükleyebilmektedir (Oshop ve ark. 2002).

3. BAKTERİYOFAJLAR

Bakteriyofajlar, bakterileri enfekte eden virüsler olup uzun yıllardır bakteriyel enfeksiyonları tedavi eden ajanlardan biri olarak kabul edilmektedir (Gordillo ve Barr, 2019). İlk olarak 1915'te İngiltere'de Frederick Twort ve 1917'de Fransa'da Félix d'Herell tarafından keşfedilmişlerdir. Fajın klinik kullanımı üzerine ilk çalışma ise 1921 yılında Belçika'da Bruynoghe ve Maisin tarafından *Staphylococcus* spesifik fajların derideki çıban ve karbonküllere enjekte edilmesiyle uygulanmıştır. Ticari fajlar, 1940'larda Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Fransa'da iki şirket tarafından tanıtılmıştır (Rios ve ark., 2016).

Fajların *E. coli* O157:H7, *Salmonella* ve *Campylobacter* gibi patojenler üzerinde belirli önleyici etkilerinin olduğu bildirilmektedir. 2006 yılında, altı tip saf bakteriyofaj içeren LMP-102TM olarak adlandırılan bir faj kokteyli, etlerdeki *Listeria* kontaminasyonunun önlenmesi için bir gıda katkı maddesi olarak Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanmıştır. 2007 yılında ABD Tarım Bakanlığı, sığır karkaslarındaki *E. coli*'nin dezenfeksiyonu için kullanılacak başka bir faj ürününü onaylamıştır. Bununla birlikte, bugüne kadarki bakteriyofaj ürünlerinin çoğu hala araştırma aşamasındadır.

Bakteriyofajlar konak hücrelerde çoğalabilmekte ve patojenlerin mutasyonuna ayak uydurmak için yeni litik fajlar üretebilmektedir. Bununla birlikte, bakteriyel hastalıkların tedavisinde antibiyotiklerin fajlarla değiştirilmesi tam olarak mümkün olmamaktadır. Bunun birçok nedeni bulunmaktadır. Fajların kesin konak suşu özgüllüğü bulunduğundan, enfeksiyona neden olan mikroorganizmanın faj tedavisi öncesi kesin olarak belirlenmesi gerekmektedir (Allen ve ark., 2014). Bu durum fajların etki alanlarını antibakteriyellerin geniş etki spektrumlarına göre kısıtlamaktadır.

Fajlar virüs oldukları için, konağın bağışıklık sistemi tarafından yabancı olarak algılanmakta ve buna karşı da bağışıklık gelişmektedir. Bu nedenle tekrarlı kullanımlarında etkileri azalmaktadır (Cisek ve ark., 2017). Bununla birlikte bakteriyofajlar DNA'larını bir bakteri hücresinden diğerine aktarırken bakterilerdeki patojenite belirleyicilerinin ve virülans faktörlerinin transferine de neden olabilmektedirler. Böylece daha dirençli bakterilerin ortaya çıkmasına neden olabilecekleri değerlendirilmektedir (Taylor ve ark., 2019). Faj tedavisi zamana duyarlıdır. Bir hastalık ortamında fajların erken kullanılması daha iyi bir terapötik etki sağlayabilmektedir. *E. coli* O18ac:K1:H7 ColV+ enfeksiyonundan hemen sonra uygulanan fajlarda etkinlik %100 iken enfeksiyondan 16 saat sonra faj tedavisi yapıldığında tedavi başarısızlıkla sonuçlanmıştır (Smith ve Huggins, 1982). Bakteriler mutasyon yoluyla fajlara karşı direnç elde edebilmektedirler. Antibiyotikler ve fajlar için mutasyon oranları sırasıyla 10^{-7} ve 10^{-6} olarak tespit edilmiştir. Belirli bir faja karşı bakteriyel dirençle ilgili olabilecek birden fazla mekanizma belirlenmiştir. Aynı zamanda hazırlanmaları için düşük sıcaklıklar gerekmektedir ve elde edilen ürünlerin stabilitesi düşüktür (Loh ve ark., 2021).

4. ENDOLİZİNLER

Bakteri hücre duvarının ana yapısal bileşeni peptidoglikan (PG)'dır. Bakteriler, hücrenin büyümesine ve bölünmesine izin veren otolitik PG hidrolazlarına sahiptirler. PG hidrolaz enzimlerinin bir diğer grubu da bakteriyofaj endolizindir. Glukosidaz, amidaz, endopeptidaz ve transglikosilaz dahil endolizinler, geç faj litik döngüsünde üretilmekte ve enfekte olmuş bakterilerden yeni fajların salınmasını kolaylaştırmak için bakteriyel peptidoglikanın yapısını bozmaktadırlar. Endolisinler ilk olarak 1950'lerde keşfedilmiş ve *Staphylococcus*, *Bacillus anthracis*, *L. monocytogenes* ve *Clostridium butyricum*'a karşı antibakteriyel aktiviteleri ortaya konmuştur (Nelson ve ark., 2012). Çok sayıda yayın, bu olgunun belirli patojenlere karşı etkili bir antibakteriyel olarak terapötik amaçla nasıl kullanılabileceğini açıklamıştır. Endolysin PAL, bademcik iltihabına ve diğer enfeksiyonlara neden olan Grup A *Streptococcus*'ları öldürebilmektedir. Faj Cpl-1'den

gelen amidaz PAL ve endopeptidaz Cpl-1'in lokal ve sistemik pnömokok hastalığının insidansını sinerjistik olarak azaltma yeteneğine sahip olduğu gösterilmiştir. K fajından elde edilen endolizinler LysK, metisiline dirençli *S. aureus* dahil olmak üzere dokuz *Staphylococcus*'u öldürebilmektedir (Rahman ve ark., 2021). Endolisin PlyV12, Enterokoklar, vankomisine dirençli *E. faecalis* ve *E. faecium*'a karşı iyi bir litik aktivite göstermektedir (Yoong ve ark., 2004).

Faj ve konağın birlikte evrimi nedeniyle, direnç başlatma olasılıklarının çok daha düşük olduğu düşünülmektedir. Endolizin mühendisliği, bu proteinler için gıda güvenliğinden çevresel dekontaminasyona ve direnç gelişimine dayanıklı olduğuna inanılan daha etkili antimikrobiyallere kadar bir dizi yeni uygulamanın da önünü açmıştır (Rahman ve ark., 2021).

5. ANTİMİKROBİYAL PEPTİTLER

Antimikrobiyal peptitler, peptit sentez mekanizmasına göre ribozomal olarak sentezlenmemiş antimikrobiyal peptitler (AMP'ler) ve ribozomal olarak sentezlenmiş AMP'ler olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadırlar. Esas olarak bakteriler tarafından üretilen ribozomal olmayan AMP'ler, peptit sentetazlar ve yapısal modifikasyonlarla sentezlenmektedir. Bunlar gramisidin, polimiksin, basitrasin ve şeker peptidi içermektedir. Polymyxin, *Bacillus polymyxa*'dan elde edilmekte olup bakteri hücre zarlarını yok ederek bakterisit etki göstermektedir. *P. aeruginosa*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Haemophilus* ve *Salmonella* gibi birçok Gram negatif bakteriye karşı etkilidir. Basitrasin, *Bacillus subtilis* ve *B. licheniformis* tarafından üretilen siklik bir peptittir ve Gram pozitif bakterilerde hücre duvarı peptidoglikanlarının ile glikoprotein çekirdekli oligosakkaritlerin sentezini inhibe ederek işlev görmektedir. Basitrasin, Gram pozitif bakterilere, Gram negatif koklara ve spiroketlere karşı bakterisidal etkiler gösterir. ABD ve Çin, sırasıyla 1960 ve 1990 yıllarında basitrasin çinko ve basitrasin metilen salisilik asidin yem katkı maddesi olarak kullanımını onaylamıştır. Bu iki basitrasin, diğer ilaçlarla geniş bir uyumluluğa sahiptir.

Ribozomal olarak sentezlenen AMP'ler, memeliler, amfibiler, böcekler, bitkiler, bakteriler, virüsler vb. gibi peptitlerin kaynaklarına göre de sınıflandırılabilir. Bu AMP'ler sadece bakteri ve mantaralara değil, aynı zamanda protozoon, virüs ve neoplasmlara da etki edebilen geniş uygulama alanlarına sahiptir. AMP'lerin pozitif yükleri, bakteri hücre zarları üzerinde negatif yüklü fosfolipid molekülleri ile elektrostatik adsorpsiyon oluşturmakta ve bu da zarların yapısal hasar görmesine neden olmaktadır (Bahar ve Ren, 2013). AMP'lerin insanlar ve hayvanlar üzerindeki koruyucu etkisi hakkında birçok rapor bulunmaktadır.

Bakteriler tarafından üretilen bakteriyosinler yani lantibiyotikler, ısıya dayanıklı küçük peptitler (SHSP'ler), ısıya dayanıklı büyük proteinler (LHLP'ler) ve tanımlanmamış lipid ve karbonhidrat karışım proteinleri olarak dört sınıfa ayrılmaktadır (Bierbaum ve Sahl, 2009). In vitro testler, bakteriyosinlerin dirençli patojenler de dahil olmak üzere çeşitli patojenler üzerinde güçlü öldürme ve baskılayıcı etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Field ve ark., 2011).

Bakteriyosinlerin birçok farklı etki mekanizmasına sahip olduğu bulunmuştur. Diğer AMP'lerin yaptığı gibi nisin, birkaç lantibiyotik ve bazı sınıf II bakteriyosinler hücre zarında delik açmaya ek olarak, peptidoglikan biyosentezinde önemli bir ara madde olan lipid II'yi de hedef almaktadır (Bierbaum ve Sahl, 2009). Ayrıca bakteriyosinler, DNA, RNA ve protein metabolizmasına müdahale ederek bakteri hücrelerini öldürebilir. MccB17, DNA giraz aracılı DNA süper-sarılmasını önleyerek DNA replikasyonuna müdahale etmektedir. MccC7-C51, aspartil-tRNA sentetazını inhibe ederek mRNA sentezini bloke etmektedir. Nokatiasinler ve diğer birkaç tiopeptit, 50S ribozomal alt biriminin 23S rRNA'sını bağlayarak bakteriyel ribozomun işlevini bozmaktadır (Ghosh ve ark., 2019).

AMP'lerin iyi bakterisit etkilere sahip olmalarına ve yemin tadını olumsuz etkilemeden veya çevreyi kirletmeden vücut tarafından kolayca sindirilmelerine rağmen kullanımlarını kısıtlayıcı bazı unsurlar bulunmaktadır. Bunlardan ilki yüksek üretim maliyetidir. Bakteriyosinler, geleneksel olarak yabani suşların kültürlenmesiyle üretildiklerinde verim düşüktür ve saflaştırma işlemi karmaşıktır. Peptit yapıları nedeniyle bakteriyosinleri sentezlemek için genetik mühendisliği tekniklerini kullanılması maliteyi biraz daha düşürmektedir. Ancak, genetik mühendisliği ile elde edilen AMP'lerin uzamsal yapılarının, genellikle aktivitelere farklılıklara neden olan doğal AMP'lerinkilerle tutarlı olduğu garanti edilememektedir (Benitez-Chao ve ark., 2021). Arı zehirinin başlıca aktif bileşeni olan Melittin, bir akrep zehiri polipeptidi olan butotoksin ve bitki AMP'leri gibi birçok doğal AMP, hemolitik etkilerinden dolayı ökaryotik hücreler için potansiyel olarak toksiktir (Jozefiak ve Engberg, 2017). Çoğu bakteriyosinin antibakteriyel spektrumu dardır, sadece ilgili bakteri türleri için etkilidir. Bakteriler, karşılık gelen reseptörleri azaltarak, hücre duvarının bileşimini veya bakteriyosinin birincil hedefini değiştirerek AMP'lere karşı direnç geliştirebilmektedir. Özellikle yaygın olarak kullanılan polimiksin AMP'ler, hem insan hem de veterinerlik tıbbında klinik olarak önemli bakteri türlerinde ciddi direnç neden olmuştur. Buna ilave olarak AMP'ler kullanım sırasında sindirim

kanalındaki proteazlar tarafından kolayca hidrolize edilebilmektedirler (Bechinger ve Gorr, 2017).

6. FİTOKİMYALSALLAR

Fitokimyasallar, bitkilerden türetilen ve verimliliği artırmak için hayvan yemlerine dahil edilen doğal biyoaktif bileşiklerdir. İdeal bir antibiyotik alternatifi olarak antibiyotik büyüme hızlandırıcılar (AGP) ile aynı yararlı etkilere sahip olmalı, optimum hayvan performansını sağlamalı ve besin kullanılabilirliğini artırmalıdır. AGP'lerin bağırsak mikrobiyomunu ve bağışıklığı modüle etmede önerilen etki mekanizması göz önüne alındığında, alternatif kimyasalın yem dönüşümü ve/veya hayvanın büyümesi üzerinde olumlu bir etki göstermesi gerekmektedir. Fitokimyasallar, katı, kurutulmuş ve öğütülmüş formda veya özüt (ham veya konsantre) olarak kullanılabilir. Bu kimyasallar uçucu yağlar ve oleoresinler olarak sınıflandırılabilir. Fitokimyasalların ana biyoaktif bileşikleri polifenollerdir. Bileşimleri ve konsantrasyonları bitkiye, bitkinin bölümlerine, coğrafi kökene, hasat mevsimine, çevresel faktörlere, depolama koşullarına ve işleme tekniklerine göre değişmektedir (Gadde ve ark., 2017).

Fitokimyasalların son yıllarda artan bir şekilde geniş getiren hayvanlar, domuz ve kümes hayvanı endüstrilerinde doğal büyüme destekleyicileri olarak kullanıldığı görülmektedir. Kekik, nane, biberiye, mercanköşk, civanperçemi, sarımsak, zencefil, yeşil çay, çörek otu, kişniş ve tarçın gibi çeşitli ot ve baharatın kanatlılarda AGP alternatifleri olarak potansiyel uygulamalarına rastlanmaktadır. Buna karşılık, üzüm posası, kıvılcık meyve özü, *Macleaya cordata* özü, sarımsak tozu, üzüm çekirdeği özü ve yuka özü gibi diğer bazı fitokimyasallar, büyüme destekleyicileri olarak test edildiğinde hayvanların performans parametreleri üzerinde herhangi bir etki göstermediği tespit edilmiştir. Otlar ve baharatlara ek olarak timol, karvakrol, sinnamaldehit ve öjenol, kişniş, yıldız anason, zencefil, sarımsak, biberiye, zerdeçal, fesleğen, kimyon, limon ve adaçayıdan elde edilen çeşitli uçucu yağların tek tek veya hayvan sağlığını iyileştirmek için karışımlar halinde kullanıldığı görülmektedir (Kim ve Lillehoj, 2019). Fitokimyasalların etki mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır ancak ortaya çıkan etkinin kullanılan ürünlerdeki aktif bileşenlerin bileşimine bağlı olabileceği düşünülmektedir. Fitokimyasalların faydalı etkileri, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerine atfedilmektedir. Ek olarak, fitokimyasalların diyetlere dahil edilmesi, bağırsak mikrobiyotasını değiştirerek stabilize etmekte ve çeşitli patojenik bakteriler üzerindeki doğrudan antimikrobiyal özellikleri nedeniyle bağırsaktaki mikrobiyal toksik metabolitleri azaltmaktadır. Bu da bağışıklık sistemi üzerindeki stresi azaltmakta ve gelişim performansını artırmaktadır (Kim ve ark.,

2015). Fitokimyasalların diyetle dahil edilmesinin bir diğer önemli yararlı etkisinin de oksidatif stresin azalması ve çeşitli dokularda antioksidan aktivitenin artması sonucunda sağlığın iyileştirilmesi olduğu belirtilmiştir (Settle ve ark., 2014). Fitokimyasalların bağışıklık hücrelerinin artan proliferasyonu, sitokinlerin modülasyonu ve artan antikor titreleri gibi immünomodülatör etkiler yoluyla da etki gösterdikleri, bağırsak mukozasında bağlantı proteinlerinin ekspresyonunun artmasıyla bariyer fonksiyonunu iyileştirdikleri bildirilmiştir (Lee ve ark., 2017).

7. SONUÇ

İdeal antibiyotik alternatiflerinin hayvanlar üzerinde toksik etkisi veya hiç yan etkisi olmamalı, vücuttan atılması kolay veya kalıntıdan arınma süreleri kısa olmalı, bakteriyel direnç oluşturmamalı, yemde ve hayvan gastrointestinal sisteminde stabil olmalı, kolayca parçalanabilmeli ve çevreyi etkilememeli, yemlerin lezzetini etkilememeli, hayvanların normal bağırsak florasını tahrip etmemeli, patojenik mikroorganizmaları öldürmeli veya büyümesini engellemeli, hastalığa karşı vücut direncini artırmalı, yem verimliliğini artırmalı ve hayvan büyümesini teşvik etmelidir. Öte yandan belirtilen bu özelliklerin tamamını karşılayan bir antibiyotik de bulunmamaktadır.

Antibiyotik alternatifleri ile antibiyotikler arasında hastalık önleme ve büyümeyi desteklemenin etkinliği konusunda hala önemli bir boşluk var. Antibakteriyel aşılar genellikle bakteriyel enfeksiyonların önlenmesi için kullanılmaktadır ve şu anda aşılarla sadece az sayıda bakteriyel enfeksiyöz hastalığı kontrol edilebilmektedir. Bakteriyofajlar şu anda sadece gıdalarda kullanılmaktadır ve güvenlik konusu hala tartışmalıdır. Bitkisel kimyasalların ise bileşimi karmaşıktır ve stabilite açısından sorunlar bulunmaktadır. Bu da değişen etkiler ve güvenlik risklerine neden olmaktadır. AMP'ler bakteriyel enfeksiyonları tedavi edebilmelerine rağmen, yüksek maliyeti ve dar antibakteriyel spektrumları geniş kullanımlarını kısıtlamaktadır.

Bütün bu olumsuzluklara rağmen ideal antibakteriyel alternatifleriyle ilgili çalışmalar gün geçtikçe artmakta ve ürün çeşitliliğini olumlu yönde etkilemektedir.

KAYNAKÇA

- Allen, H.K., Trachsel, J., Looft, T., Casey, T.A. (2014). Finding alternatives to antibiotics. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1323(1), 91-100.
- Bahar, A. A., Ren, D. (2013). Antimicrobial peptides. *Pharmaceuticals*, 6(12), 1543-1575.
- Bechinger, B., Gorr, S.U. (2017). Antimicrobial peptides: mechanisms of action and resistance. *Journal of Dental Research*, 96(3), 254-260.
- Benítez-Chao, D.F., León-Buitimea, A., Lerma-Escalera, J.A., Morones-Ramírez, J.R. (2021). Bacteriocins: an overview of antimicrobial, toxicity, and biosafety assessment by in vivo models. *Frontiers in Microbiology*, 12, 630695.

- Bierbaum, G., Sahl, H.G. (2009). Lantibiotics: mode of action, biosynthesis and bioengineering. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 10(1), 2-18.
- Borchardt, R.A., Rolston, K.V. (2013). Antibiotic shortages: effective alternatives in the face of a growing problem. *Journal of the American Academy of PAs*, 26(2), 13-18.
- Cisek, A.A., Dąbrowska, I., Gregorczyk, K.P., Wyżewski, Z. (2017). Phage therapy in bacterial infections treatment: one hundred years after the discovery of bacteriophages. *Current Microbiology*, 74(2), 277-283.
- EU 2003. European Parliament and Council Regulation EC No. 1831/2003. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R1831&rid=10> [25.09.2022].
- Feberwee, A., Hartman, E.G., De Wit, J.J., De Vries, T.S. (2001). The spread of *Salmonella gallinarum* 9R vaccine strain under field conditions. *Avian Diseases*, 1024-1029.
- FAO 2017. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. The Future of Food and Agriculture-Trends and Challenges. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf> [26.09.2022].
- FAO 2022. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. The World of Organic Agriculture Statistics & Emerging Trends 2021. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1150-organic-world-2021.pdf> [26.09.2022].
- Field, D., Hill, C., Cotter, P.D., Ross, R.P. (2010). The dawning of a 'Golden era' in lantibiotic bioengineering. *Molecular Microbiology*, 78(5), 1077-1087.
- Gadde, U., Kim, W.H., Oh, S.T., Lillehoj, H.S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal Health Research Reviews*, 18(1), 26-45.
- Ghosh, C., Sarkar, P., Issa, R., Halder, J. (2019). Alternatives to conventional antibiotics in the era of antimicrobial resistance. *Trends in Microbiology*, 27(4), 323-338.
- Gordillo Altamirano, F.L., Barr, J.J. (2019). Phage therapy in the postantibiotic era. *Clinical Microbiology Reviews*, 32(2), e00066-18.
- Jozefiak, A., Engberg, R.M. (2017). Insect proteins as a potential source of antimicrobial peptides in livestock production. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 26(2), 87-99.
- Kim, J.E., Lillehoj, H.S., Hong, Y.H., Kim, G.B., Lee, S.H., Lillehoj, E.P., Bravo, D.M. (2015). Dietary Capsicum and Curcuma longa oleoresins increase intestinal microbiome and necrotic enteritis in three commercial broiler breeds. *Research in Veterinary Science*, 102, 150-158.
- Kim, W.H., Lillehoj, H.S. (2019). Immunity, immunomodulation, and antibiotic alternatives to maximize the genetic potential of poultry for growth and disease response. *Animal Feed Science and Technology*, 250, 41-50.
- Lee, Y., Lee, S.H., Gadde, U.D., Oh, S.T., Lee, S.J., Lillehoj, H.S. (2017). Dietary *Allium hookeri* reduces inflammatory response and increases expression of intestinal tight junction proteins in LPS-induced young broiler chicken. *Research in Veterinary Science*, 112, 149-155.
- Ley, D.H., McLaren, J.M., Miles, A.M., Barnes, H.J., Miller, S.H., Franz, G. (1997). Transmissibility of live *Mycoplasma gallisepticum* vaccine strains ts-11 and 6/85 from vaccinated layer pullets to sentinel poultry. *Avian Diseases*, 187-194.
- Loh, B., Gondil, V.S., Manohar, P., Khan, F.M., Yang, H., Leptihn, S. (2021). Encapsulation and delivery of therapeutic phages. *Applied and Environmental Microbiology*, 87(5), e01979-20.
- Luzuriaga, M.A., Herbert, F.C., Brohlin, O.R., Gadhvi, J., Howlett, T., Shahrivarkevishahi, A., Gassensmith, J.J. (2021). Metal-Organic Framework Encapsulated Whole-Cell Vaccines Enhance Humoral Immunity against Bacterial Infection. *ACS nano*, 15(11), 17426-17438.
- Mazurek-Popczyk, J., Pisarska, J., Bok, E., Baldy-Chudzik, K. (2020). Antibacterial activity of bacteriocinogenic commensal *Escherichia coli* against zoonotic strains resistant and sensitive to antibiotics. *Antibiotics*, 9(7), 411.
- Mohd-Aris, A., Muhamad-Sofie, M.H.N., Zamri-Saad, M., Daud, H.M., Ina-Salwany, M.Y. (2019). Live vaccines against bacterial fish diseases: A review. *Veterinary World*, 12(11), 1806.
- Muhammad, A., Kassmannhuber, J., Rauscher, M., Falcon, A.A., Wheeler, D.W., Zhang, A.A., Lubitz, W. (2019). Subcutaneous immunization of dogs with *Bordetella bronchiseptica* bacterial ghost vaccine. *Frontiers in Immunology*, 10, 1377.
- Nelson, D.C., Schmelcher, M., Rodriguez-Rubio, L., Klumpp, J., Pritchard, D.G., Dong, S., Donovan, D. M. (2012). Endolysins as antimicrobials. *Advances in Virus Research*, 83, 299-365.

- OIE 2020. "OIE-Listed diseases, infections and infestations in force in 2020," accessed June 5, 2020, <https://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/oie-listed-diseases-2020/> [25.09.2022].
- Rahman, M.U., Wang, W., Sun, Q., Shah, J.A., Li, C., Sun, Y., Wang, S. (2021). Endolysin, a promising solution against antimicrobial resistance. *Antibiotics*, 10(11), 1277.
- Rios, A.C., Moutinho, C.G., Pinto, F.C., Del Fiol, F.S., Jozala, A., Chaud, M.V., Balcão, V.M. (2016). Alternatives to overcoming bacterial resistances: State-of-the-art. *Microbiological Research*, 191, 51-80.
- Rodgers, A.M., McCrudden, M.T., Vincente-Perez, E.M., Dubois, A.V., Ingram, R.J., Larrañeta, E., Donnelly, R.F. (2018). Design and characterisation of a dissolving microneedle patch for intradermal vaccination with heat-inactivated bacteria: a proof of concept study. *International Journal of Pharmaceutics*, 549(1-2), 87-95.
- Settle, T., Leonard, S.S., Falkenstein, E., Fix, N., Van Dyke, K., Klandorf, H. (2014). Effects of a phytogenic feed additive versus an antibiotic feed additive on oxidative stress in broiler chicks and a possible mechanism determined by electron spin resonance. *International Journal of Poultry Science*, 13(2), 62.
- Silva, R.O.S., Martins, R.A., Assis, R.A., Junior, C.A.O., Lobato, F.C.F. (2018). Type C botulism in domestic chickens, dogs and black-pencilled marmoset (*Callithrix penicillata*) in Minas Gerais, Brazil. *Anaerobe*, 51, 47-49.
- Smith, H.W., Huggins, M.B. (1982). Successful treatment of experimental *Escherichia coli* infections in mice using phage: its general superiority over antibiotics. *Microbiology*, 128(2), 307-318.
- Taylor, V.L., Fitzpatrick, A.D., Islam, Z., Maxwell, K.L. (2019). The diverse impacts of phage morons on bacterial fitness and virulence. *Advances in Virus Research*, 103, 1-31.
- Wieliczko, A., Stefaniak, T., Świder, A., Ługowski, C., Mazurkiewicz, M., Molenda, J., Nikolaiczuk, M. (2000). *Haemophilus somnus* oral vaccine in the control of *Salmonella* infections in poultry. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 3(2), 87-92.
- Yang, H., Paruch, L., Chen, X., Van Eerde, A., Skomedal, H., Wang, Y., Liu Clarke, J. (2019). Antibiotic application and resistance in swine production in China: current situation and future perspectives. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 136.
- Yoong, P., Schuch, R., Nelson, D., Fischetti, V.A. (2004). Identification of a broadly active phage lytic enzyme with lethal activity against antibiotic-resistant *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium*. *Journal of Bacteriology*, 186(14), 4808-4812.

YABAN HAYATI VE ANTİBAKTERİYEL DİRENÇ SÜRDÜRÜLEBİLİR HAYVANSAL ÜRETİMDE ANTİBAKTERİYEL İLAÇ ALTERNATİFLERİ

Özgür KUZUKIRAN

Çankırı Karatekin University, Veterinary Department, Çankırı, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-9294-2801

İlker ŞİMŞEK

Çankırı Karatekin University, Environmental Health Department, Çankırı, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-9181-9879

ÖZET

Antibakteriyel direnç dünyanın her yerinde tehlikeli derecede artmaktadır. Bu süreçte yeni direnç mekanizmaları ortaya çıkmakta ve bulaşıcı hastalıkları tedavi etme yeteneğimizi tehdit etmektedir. Antibakteriyellerin daha az etkili hale gelmesi, tedavi edilmesi giderek zorlaşan zatürree, tüberküloz, kan zehirlenmesi, bel soğukluğu ve gıda kaynaklı hastalıklar gibi hızla uzayan bir enfeksiyon listesiyle karşılaşmamıza neden olmaktadır. Sağlık tesisleri, antibakteriyel direncin ortaya çıkması, evrimi ve yayılmasında en önemli rolü oynamaktadır. Atık sular ile çiftlik hayvanları ve evcil hayvanlarda antibiyotik kullanımı da direnç gelişimine katkı sağlayan diğer önemli etkenlerdir. Bununla birlikte özellikle antropojenik kirliliğe bağlı olarak vahşi hayvanlarda antibiyotik direnç genlerinin ve/veya antibakteriyellere dirençli bakterilerin varlığıyla ilgili bulgulara da rastlanmaktadır. Antibakteriyel direncinin yaban hayatıda bir kere tespit edilmesi bunun farklı ekosistemler arasında bulaşması riskini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, günümüzde sağlık kuruluşlarında sorunlara neden olan direnç genlerinin, hamamböceği, pire veya sıçan gibi her yerde bulunabilen hayvanların mikrobiyotalarında bulunan bakteriler arasında yatay gen aktarımı yoluyla yayılabilmesi, bu canlıların insan patojenleri arasında antibakteriyel direnç genlerinin transferi için biyoreaktör gibi işlev görebilecekleri olasılığını desteklemektedir. Göç etmeyen bu hayvanların yanı sıra martılar, balıklar veya kuşlar gibi göç eden hayvanların neden olacağı tehditler küresel anlamda sağlık sorunları oluşturabilecek potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel direnç, Yaban hayatı, Direnç taşınımı.

WILDLIFE AND ANTIBACTERIAL RESISTANCE

ABSTRACT

Antibacterial resistance is increasing dangerously around the world. In this process, new resistance mechanisms emerge and threaten our ability to treat infectious diseases. The fact that antibacterials become less effective causes us to encounter a rapidly growing list of infections such as pneumonia, tuberculosis, blood poisoning, gonorrhea and foodborne diseases, which are becoming increasingly difficult to treat. Health facilities play the most

important role in the emergence, evolution and spread of antibacterial resistance. The use of antibiotics in waste water and farm animals and pets are other important factors contributing to the development of resistance. However, there are also findings related to the presence of antibiotic resistance genes and/or bacteria resistant to antibacterials in wild animals, especially due to anthropogenic pollution. Detection of antibacterial resistance once in wildlife poses the risk of transmission between different ecosystems. In addition, the fact that resistance genes, which cause problems in health institutions today, can spread among bacteria in the microbiota of ubiquitous animals such as cockroaches, fleas or rats, supports the possibility that these organisms can function as bioreactors for the transfer of antibacterial resistance genes between human pathogens. In addition to these non-migratory animals, the threats posed by migratory animals such as seagulls, fish or birds have the potential to create global health problems.

Keywords: Antibacterial resistance, wildlife, resistance transmission.

1.GİRİŞ

Birleşmiş Milletler (BM)'in 2019'da yayınlamış olduğu rapora göre dünya çapında her yıl en az 700 bin kişi antibakteriyellere dirençli bakterilerin sebep oldukları enfeksiyonlar nedeniyle ölmektedir. Eğer önlem alınmazsa bu rakamın 2050 yılında 10 milyona çıkacağı tahmin edilmektedir. Aynı raporda dirence bağlı olarak 2030 yılına kadar 24 milyon insanın aşırı yoksullukla karşı karşıya kalabileceği öngörülmektedir. Solunum yolu enfeksiyonları, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar ve idrar yolları enfeksiyonlarının tedavisinde yaşanan sıkıntıların her geçen gün arttığı, hayati tıbbi prosedürlerin uygulanmasında riskin yükseldiği ve özellikle gıda güvenliğimizin tehdit altında olduğu bildirilmektedir (UN, 2019).

Antibakteriyel direnci (AD)'nin gelişiminde birbiriyle bağlantılı 2 temel nokta bulunmaktadır. Bunlardan biri direncin ortaya çıkması diğeri ise yayılmasıdır. Direncin oluşmasında önemli olan ise kullanılacak ilacın seçimidir. Kullanılacak olan antibakteriyellere getirilecek kısıtlamalar direnç oluşumunun gecikmesini sağlamaktadır (Hernando-Amado ve ark., 2019). Öte yandan antibakteriyel direnç gen (ADG)'lerinin prevalansının yüksek olduğu yerlerdeki kişilerin herhangi bir antibiyotik tedavisi almamış ve hastalık belirtisi göstermiyor olmasına rağmen ADG taşıdıkları tespit edilmiştir. Bu insanların yolculukları sırasında bu genlerin gittikleri bölgelere de saçıldığı düşünüldüğünde, ilaç kullanımının kısıtlanmasının direncin yayılımında doğrudan bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmaktadır (Reuland ve ark., 2016; Armand-Lefevre ve ark., 2018).

AD'ne bakış açısından 2 yaklaşımdan bahsetmek mümkündür. Bunlardan ilki, “Tek Sağlık”tır. Bizim de içinde bulunduğumuz birbirine bağlı farklı ekosistemlerin (sağlık kuruluşları, kanalizasyon ve sulama sistemleri, evcil ve çiftlik hayvanları ile gıda üretim tesisleri) etkileşmesi nedeniyle bir sistemdeki ADG veya antibakteriyel dirençli bakteriler (ADM)'in diğer sistemlere de geçebilmesi nedeniyle bu konu tek sağlık altında incelenmektedir (Hernando-Amado ve ark., 2019). İkinci yaklaşım ise “Küresel Sağlık”tır. Bir bölgede ortaya çıkan direncin dünyanın değişik bölgelerine taşınması buraları nasıl etkileyeceği bu yaklaşımın konusudur (Hernando-Amado ve ark., 2020). Özellikle yaban hayatı düşünüldüğünde konu Küresel Sağlık'la ilişkili olmaktadır. Bu derlemede yaban hayatının AR ile olan ilişkisi ve etkileri değerlendirilecektir.

2. ANTROPOJENİK ETKİ

AD'in öncelikle antibakteriyelin kullanıldığı yerlerde olması beklenmektedir. Bu da bize doğal olarak antropojenik kaynakları işaret etmektedir. Yaban hayatında AD tespit edilmesi ise AD kirliliğini işaret etmektedir. Bu nedenle yaban hayatında ADG ve ADM tespit edilmesi, kirliliğin boyutlarının belirlenmesi açısından bir belirteç olarak değerlendirilmektedir.

Lee ve ark. (2022), tarafından yapılan çalışmada bunu destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada sığır ve domuz çiftliklerindeki hayvanlardan ve bu çiftliklere yakın bölgelerdeki yaban domuzlarından örneklemeler yapılarak mikrobiyotaları incelenmiş ARM ve ADG'ler araştırılmıştır. Bunun için çiftlik sığırları ve domuzları ile sığırların otlama alanları içindeki ve dışındaki yaban domuzlarından örneklemeler yapılmıştır. Otlama alanı içindeki ve dışındaki yaban domuzlarının mikrobiyotalarının sığırlarla benzer olduğu, monogastrik olmalarına rağmen çiftlik sığırlarının otladığı alandan örneklenen yaban domuzlarının mikrobiyotalarındaki bakteri çeşitliliği ve zenginliğinin çiftlik sığırlarıninkine yakın olduğu görülmüştür. ADM'lerin ise yaban domuzlarında ve çevresel örneklerde (su ve toprak) daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre vahşi hayvanların antibakteriyel uygulanmamasına rağmen ADM açısından rezervuar oldukları ileri sürülmüştür (Lee ve ark., 2022).

Avustralya deniz kaplumbağaları üzerinde yapılan bir çalışmada, bu hayvanların mikrobiyomlarının *Klebsiella*, *Citrobacter* veya *Escherichia* gibi insan mikrobiyotasında bulunan bakterileri içerdiği, insanlar için patojen olanlar da dahil antibiyotiğe dirençli Enterobacteriaceae'lerin özellikle kentsel alanlara yakın olan örneklem bölgelerinde, uzaktakilere göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Ahasan et al. al., 2017).

Küçük Antiller'e özgü bir ağaç kertenkelesi olan Iguana delicatissima ile yapılan çalışmada bu hayvanların antibiyotiğe dirençli Enterobacteriaceae barındırdığı ve çoklu antibiyotik direnci gösteren suşların insan etkisine yakın bölgelerde bulunduğu gösterilmiştir. Araştırmacılar, insanla ilişkili bakterilerin yanı sıra bunların taşıdıkları ADG'lerin, kertenkelelerin yaşadıkları ekosistemlerde insanların neden olduğu ADM kirliliğinin bir sonucu olarak yaban hayatı tarafından edinildiği sonucuna varmıştır (Di Lallo ve ark., 2021). Klinik açıdan önem taşıyan ADM'ler ve ADG'ler atık su arıtma tesislerinde beslenen ördek gibi kuşlarda nispeten daha temiz sulara yaşayan penguen gibi kuşlara göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir (Marcelino ve ark., 2019; Wang ve ark., 2020).

Fizyolojileri açısından insana daha yakın olan büyük maymunlarda da benzer bir durum gözlemlenmiştir. Özellikle, tutsak maymunların mikrobiyomlarının insanla ilişkili bakteri türleri açısından zenginleştiği, bunun yanında vahşi akrabalarına göre daha fazla ADG taşıdıkları gösterilmiştir (Houtz ve ark., 2021). Burada tutsak maymunlara ADM geçişi doğrudan temas yoluyla olabileceği gibi hayvanlara verilen su ve gıdaların bulaşık olmasından da kaynaklanabilecektir. Öte yandan maymunlardaki bakterilerin ve taşıdıkları ADG'lerin de insanlara geçişi söz konusudur. Dolayısıyla mikroorganizma ve gen transferi 2 yönlü olabilmektedir (Kim ve Cha, 2021).

İsveç yabani martılarında geniş spektrumlu β -laktamaz (ESBL) üreten *Escherichia coli*'nin varlığı, insan, çiftlik hayvanları ve yüzey sularından elde edilen izolatlarla karşılaştırıldığında benzer bulgular bildirilmiştir. Özellikle, insanlarda ve martılarda benzer ESBL içeren plazmitlerin bulunması, İsveç martılarında ESBL üreten *E. coli* varlığının muhtemelen antropik kirliliğin bir sonucu olduğunu desteklemektedir (Atterby ve ark., 2017).

Mevcut bilgiler değerlendirildiğinde ADM ve içerdikleri ADG'lerin neden olduğu antropik kirliliğin, yaban hayatındaki AD için ana itici güç olduğunu ve bu konakların mikrobiyomlarındaki ADG'lerin bolluğunun bu tür kirlilik için bir indikatör olabileceği görülmektedir. Bu durum, antropojenik olarak etkilenen ortamlardaki ADG'lerin bolluğunun insan dışkı kirliliği (insan mikrobiyotası ve ADG'leri taşıyan patojenler tarafından kontaminasyon) ile ilişkili olduğu bulgusu ile de uyumludur (Karkman ve ark., 2019). Esas olarak seçici konsantrasyonlarda antibiyotik ve insan bağlantılı mikrobiyom içeren ekosistemlerde görülen AD'nin ortaya çıkmasında yaban hayatı temel bir rol oynamasa da özellikle AD'nin iletimindeki rolünün önemli olduğu bildirilmektedir (Hernando-Amado ve ark., 2020). ADM'ler yaban hayattaki konakçılar tarafından edinildiğinde, insanlar da dahil olmak üzere diğer ortamlara iletilebilir ve farklı coğrafi alanlarda taşınabilmektedir.

Dolayısıyla AD'in yerel ve dünya çapında yayılmasına katkıda bulunmaktadır (Kim ve Cha, 2021).

3.YABAN HAYATINDA AD AKTARIMI

AD, antibakteriyellerin klinikte mikrobiyal enfeksiyonların tedavisinde kullanılmasına bağlı olarak ortaya çıkmışlardır. Bu noktadan hareketle yaban hayatında AD'nin oluşması için bir neden yokmuş gibi düşünülebilir. Fakat ADG'ler evrimsel olarak eski birer bileşen oldukları için klinik uygulamalardan önce de varolmuş olabilirler. Her canlı organizma ADG'lerine sahip olabilir. Dolayısıyla herhangi bir ekosistem ya da insanınki de dahil herhangi bir mikrobiyota ARG'ye sahip olabilir (Fajardo ve ark., 2008; Pawlowski ve ark., 2016; Peterson ve Kaur, 2018). Larsen ve ark., 2022, tarafından yapılan çalışmada antibiyotik kullanımı öncesi dönemde kirpillerde bazı metisiline dirençli *S. aureus* (MRSA) soylarının ortaya çıktığı gösterilmiştir. Bunun oluşmasında deride bulunan *Trichophyton erinacei*'nin ürettiği 2 β -laktamın etkili olabileceği bildirilmektedir.

Yaban hayattaki canlıların mikrobiyotaları da ADG'lerin yayılmasında etkili olabilmektedir. AD'nin yaygın olduğu hastane, çiftlik gibi hemen her ortamda yaşayan hamamböcekleri kullanılarak yapılan çalışmada bu olasılık gösterilmiştir (Anacarso ve ark., 2016). Ayrıntılı bir şekilde yapılan mikrobiyom ve rezistom analizi sonucunda diyetlerine dışkı katılan *Blattella germanica* (Alman hamamböceği) metagenomlarında ADG'lerin varlığı gösterilmiştir. Sağlık tesislerinde yakalanan hamamböceklerinin bağırsaklarında aynı tesisteki patojenlerin yüksek oranda bulunduğu tespit edilmiştir (Mehainaoui ve ark., 2021). Hayatı tehdit eden bulaşıcı hastalıkların bulaşmasında rol oynadığı bilinen sıçanlar, sinekler veya pireler gibi insanlarla birlikte bulunan diğer hayvanlar da ADG'lerin farklı patojenler arasında yatay transferine katkıda bulunabilmektedir. Hastane ortamında yakalanan *Rattus norvegicus* mikrobiyomunun analizi sonucunda transpozon Tn1549'a bağlı vankomisin direnç genlerinin diğer ortamlara göre yüksek bir bolluk gösterdiği tespit edilmiştir (Hansen ve ark., 2016). Yine sıçan, fare veya sineklerin kullanıldığı çalışmalar, ADG'lerin bu hayvanların mikrobiyomlarındaki bakteriler arasında verimli bir şekilde aktarılabilirliğini göstermiştir (Schjorring ve ark., 2008; Tomberlin ve ark., 2017; Thumu ve Halami, 2019). Tarih boyunca milyonlarca insanın ölümünden sorumlu *Yersinia pestis*'in neden olduğu hıyarcıklı veba hastalığının vektörü olan pirenin sadece hastalığın yayılmasından değil, özellikle orta bağırsağındaki ortam sayesinde bu ölümcül patojenin yatay gen transferi (YGT) yoluyla ADG'leri edinmesinden de sorumlu olduğu bildirilmiştir (Hinnebusch ve ark., 2002).

Antibiyotiğe dirençli insan patojenlerinin, beslenme sırasında sinekler tarafından yakalanabildiği, bu bakterilerin sineklerin sindirim sistemi ve ağız kısımları gibi bölgelerinde çoğaldıkları ve böylece yayılmalarının artabileceği bulunmuştur (Onwugamba ve ark., 2018).

Çok çeşitli vahşi hayvandan izole edilen bakterilerde, ESBL taşıyan insan patojenlerinde bulunan ve ADG'lerin YGT'ne katkıda bulunan plazmitlerin bulunduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla vahşi hayvanların ADM'lerin konakçılar arasında bulaşmasında rol oynamalarının yanı sıra, farklı konaklara yayılabilen farklı bakteriler arasında YGT yoluyla ADG'lerinin yayılmasında da rol oynayabilecekleri bildirilmektedir (Dolejska ve Papagiannitsis, 2018).

Guadeloupe'da yaşayan birkaç vahşi hayvanın (iguanalar, kuşlar, anoller ve kemirgenler) mikrobiyomunun incelenmesi sonucunda, en yüksek oranda kemirgenlerde olmak üzere insanlarda bulunan ADG'lerini içerdiği gösterilmiştir (Guyomard-Rabenirina ve ark, 2020). Her ne kadar sinekler ve hamamböcekleri sıklıkla ve istemeden insanlarla temas halinde olsalar da, insanlarla çok sık doğrudan temas halinde olmayan iguanalar veya anoller gibi vahşi hayvanların AD'nin yayılmasında ilgili bir rolü olup olmadığı tartışmalıdır.

Ayrıca, besi hayvanı leşleriyle beslenen akbabalar ile diğer leş yiyicilerin, karkaslarda bulunmaları durumunda ADM'yi yutabilecekleri öne sürülmüştür (Blanco ve Bautista, 2020). Canlı çiftlik hayvanları ile beslenen vampir yarasaların mikrobiyomlarında, dünya çapında enfeksiyonlara neden olan en yaygın dizi tiplerine ait *E. coli* izolatlarının yanı sıra hastanelerde özellikle endişe duyulan birkaç ESBL'yi de içerdiği gösterilmiştir (Benavides ve ark., 2022).

4.UZAK MESAFELERE TAŞINIM

Birkaç vahşi hayvan dışında kalan vahşi hayvanlar uzun mesafeler kat etmezler. Bu nedenle AD'nin sadece yerel olarak yayılmasına katkıda bulunurlar. Öte yandan göçmen kuşlar özellikle kıtalar arası uzun mesafeleri kat edebilmektedirler. Çeşitli araştırmalar, yabani kuşların mikrobiyomlarının sıklıkla ADM'lerin yanı sıra hastanelerde yaygın olan klonlar da dahil olmak üzere insan bakteriyel patojenlerini içerdiğini göstermiştir (Oteo ve ark., 2018; Stępień-Pyśniak ve ark., 2019; Dec ve ark., 2020). Bazı martı türlerinin, klinik olarak ilgili ADG'leri ve ADM'lerin bulunduğu atık su alanları da dahil olmak üzere, antropojenik olarak etkilenen ortamlara iyi adapte olduğu belirtilmektedir. Böylece bu kuşlar insan kaynaklı ADM'leri bünyelerine almaktadırlar. Vücutlarına aldıkları bu bakteri ve genleri uzak coğrafi alanlara taşıyarak dışkıları yoluyla yayılmasını sağlamaktadırlar (Weiser ve Powell, 2010; Bond, 2016). Düşük antibiyotik kirliliğine sahip ve görece seyrek bir insan

nüfusuna sahip olan Arktik bölge kuşlarından alınan örneklerde AD plazmitlerinin bulunması belirtilen taşınma hipotezini destekler niteliktedir (Sjölund ve ark., 2008). Ayrıca, martı hareketlerini izlemek için biyolojik ve uydu telemetri yöntemlerinin birlikte kullanılmasıyla yapılan analizler bu kuşların antropojenik kaynaklardan ADM olarak kıtalararası yayılmasını sağladıklarını göstermiştir (Ramey ve Ahlstrom, 2021, Laborda ve ark., 2022).

Öte yandan suda yaşayan hayvanlar da uzun mesafeler kat edebilmektedirler. Dolayısıyla bu tip yayılımda etkili olabilirler. Bu bağlamda, suda yaşayan bakterilerin, *qnr*, *fos* veya *oxa* ailelerinin üyeleri gibi bazı baskın ADG'lerinin kökeni olduğu belirtilmekte, sucul organizmaların da AD rezervuarı olabileceği gösterilmektedir (Poirel ve ark., 2005; Potron ve ark., 2011; Ortiz de la Rosa ve ark., 2022). ADG'lerinin ve ADM'in seçiminde sucul ekosistemlerin rolü üzerine yapılan çalışmaların çoğu düzenli olarak antibakteriyel kullanılan balık çiftliklerine odaklanmıştır. Bununla birlikte, serbest yaşayan hayvanlar, AD'nin su kütleleri yoluyla yayılmasına da katkıda bulunabilmektedirler. Kıyı sularındaki yaşayan hayvanlar alınan örneklerin analizi, bu tür sularda antibiyotik bulunmamasına rağmen, sülfonamid, tetrasiklin ve kloramfenikol'e direnç sağlayan çeşitli ADG'lerini içerdiklerini göstermiştir (Lulijva ve ark., 2020). Bu çalışmalar, ADG'lerinin antibiyotik kullanılsa bile suda yaşayan hayvanlara geçebileceğini desteklemektedir. Sucul canlılar tarafından alınan ADG'lerin sadece bağırsakta değil, aynı zamanda bu hayvanların derisinde de bulunması onların besin zinciri yoluyla transfer edilmesi olasılığını işaret etmektedir. Akdeniz'de yaşayan *Caretta caretta* kaplumbağalarında birkaç ADG ve ADM'nin bulunması bu hayvanların su ekosistemlerinin için sentinel olarak önerilmesine neden olmuştur (Trotta ve ark., 2021). Kuşlarda olduğu gibi, kaplumbağaların da üreme alanlarında beslenirken ADM'yi alması ve dışkılama yoluyla diğer coğrafi alanlar arasında yayması beklenmektedir. Çeşitli kanıtlar, vahşi hayvanların mikrobiyomlarında ADG'leri ve ADM'yi uzun mesafeler boyunca taşıyabildiğini desteklemektedir. Bununla birlikte, bu iletimin AD yayılımında ne ölçüde önemli bir adım olduğu bilinmemekle birlikte, uzun mesafeli iletimin diğer yolları (gıda ve hayvan taşınması, inşaların seyahatleri gibi) dikkate alındığında yayılımda yalnızca artan bir rolü bulunduğu belirtilmektedir.

5.SONUÇ

AD'nin ortaya çıkışı, evrimi ve yayılmasının farklı ekosistemlerin ve coğrafi alanların dahil olduğu bir Tek Sağlık ve Küresel Sağlık sorunu olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Sahadaki çalışmaların çoğu, insanlara en yakın ortamlara dayanmaktadır ve bunların arasında atık su, çiftlik hayvanları ve evcil hayvanlar özel ilgi görmektedir. Mevcut kanıtlar,

insanlarda sorunlara neden olan aynı ADM ve ADG'lerin vahşi yaşamda da bulunabileceğini ve insan varlığının yüksek olduğu bölgelerde yaygınlıklarının daha yüksek olduğunu desteklemektedir. Bu durum vahşi yaşamdaki AD'nin antropik kirliliğin bir işareti olduğunu göstermektedir. Ek olarak, vahşi organizmalar AD evrimine ve yayılmasına katkıda bulunabilmektedir. Bazıları AD'nin yerel olarak yayılması için rezervuar ve vektör olabilir. Ayrıca, göç eden hayvanlar, uzak coğrafi bölgelerde AD yayılmasına katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, bu bulgulara rağmen, diğerlerine kıyasla AD yayılımında yaban hayatı, insan gezginler ve göçmen kuşlara ilişkin nicel analizlere karşı insandan insana doğrudan temas yolu ile insanlarla bir arada var olan sinekler ve hamamböcekleriyle yayılımın değerlendirilmesi gerekmektedir. İklim değişikliğinin, bulaşıcı hastalıkların yayılmasında rol oynayan vektörler de dahil olmak üzere, yaban hayatının dünya çapındaki dağılımını değiştirebileceği mevcut durumda AD'nin kökeni, evrimi ve bulaşmasında yaban hayatının rolüne ilişkin nicel bilgiler ancak “Tek Sağlık” ve “Küresel Sağlık” perspektiflerinden ele alınarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Ahasan, M.S., Picard, J., Elliott, L., Kinobe, R., Owens, L., Ariel, E. (2017). Evidence of antibiotic resistance in Enterobacteriales isolated from green sea turtles, *Chelonia mydas* on the Great Barrier Reef. *Marine Pollution Bulletin*, 120(1-2), 18-27.
- Armand-Lefèvre, L., Andremont, A., Ruppé, E. (2018). Travel and acquisition of multidrug-resistant Enterobacteriaceae. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 48(7), 431-441.
- Atterby, C., Börjesson, S., Ny, S., Järhult, J.D., Byfors, S., Bonnedahl, J. (2017). ESBL-producing *Escherichia coli* in Swedish gulls—a case of environmental pollution from humans?. *PloS one*, 12(12), e0190380.
- Benavides, J.A., Godreuil, S., Opazo-Capurro, A., Mahamat, O.O., Falcon, N., Oravcova, K., Shiva, C. (2022). Long-term maintenance of multidrug-resistant *Escherichia coli* carried by vampire bats and shared with livestock in Peru. *Science of the Total Environment*, 810, 152045.
- Blanco, G., Bautista, L.M. (2020). Avian scavengers as bioindicators of antibiotic resistance due to livestock farming intensification. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3620.
- Bond, A. L. (2016). Diet changes in breeding herring gulls (*Larus argentatus*) in Witless Bay, Newfoundland and Labrador, Canada, over 40 years. *Waterbirds*, 39(sp1), 152-158.
- Dec, M., Stępień-Pyśniak, D., Gnat, S., Fratini, F., Urban-Chmiel, R., Cerri, D., and Turchi, B. (2020). Antibiotic susceptibility and virulence genes in *Enterococcus* isolates from wild mammals living in Tuscany, Italy. *Microbial Drug Resistance*, 26(5), 505-519.
- Di Lallo, G., D'Andrea, M.M., Sennati, S., Thaller, M.C., Migliore, L., Gentile, G. (2021). Evidence of another anthropic impact on *Iguana delicatissima* from the Lesser Antilles: The presence of antibiotic resistant enterobacteria. *Antibiotics*, 10(8), 885.
- Dolejska, M., Papagiannitsis, C.C. (2018). Plasmid-mediated resistance is going wild. *Plasmid*, 99, 99-111.
- Domínguez-Santos, R., Pérez-Cobas, A.E., Cuti, P., Pérez-Brocal, V., García-Ferris, C., Moya, A., Gil, R. (2021). Interkingdom gut microbiome and resistome of the cockroach *Blattella germanica*. *Msystems*, 6(3), e01213-20.
- Fajardo, A., Martinez-Martin, N., Mercadillo, M., Galán, J.C., Ghysels, B., Matthijs, S., Martinez, J.L. (2008). The neglected intrinsic resistome of bacterial pathogens. *PloS one*, 3(2), e1619.
- Guyomard-Rabenirina, S., Reynaud, Y., Pot, M., Albina, E., Couvin, D., Ducat, C., Breurec, S. (2020). Antimicrobial resistance in wildlife in Guadeloupe (French West Indies): distribution of a

- single bla CTX-M-1/IncI1/ST3 plasmid among humans and wild animals. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1524.
- Hansen, T.A., Joshi, T., Larsen, A.R., Andersen, P.S., Harms, K., Møllerup, S., Hansen, A.J. (2016). Vancomycin gene selection in the microbiome of urban *Rattus norvegicus* from hospital environment. *Evolution, Medicine, and Public Health*, 2016(1), 219-226.
- Hernando-Amado, S., Coque, T.M., Baquero, F., Martínez, J.L. (2019). Defining and combating antibiotic resistance from One Health and Global Health perspectives. *Nature Microbiology*, 4(9), 1432-1442.
- Hernando-Amado, S., Coque, T.M., Baquero, F., Martínez, J.L. (2020). Antibiotic resistance: moving from individual health norms to social norms in one health and global health. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1914.
- Hinnebusch, B.J., Rosso, M.L., Schwan, T.G., Carniel, E. (2002). High-frequency conjugative transfer of antibiotic resistance genes to *Yersinia pestis* in the flea midgut. *Molecular Microbiology*, 46(2), 349-354.
- Houtz, J.L., Sanders, J.G., Denice, A., Moeller, A.H. (2021). Predictable and host-species specific humanization of the gut microbiota in captive primates. *Molecular Ecology*, 30(15), 3677-3687.
- Karkman, A., Pärnänen, K., Larsson, D.G. (2019). Fecal pollution can explain antibiotic resistance gene abundances in anthropogenically impacted environments. *Nature Communications*, 10(1), 1-8.
- Kim, D.W., Cha, C.J. (2021). Antibiotic resistome from the One-Health perspective: understanding and controlling antimicrobial resistance transmission. *Experimental & Molecular Medicine*, 53(3), 301-309.
- Laborda, P., Sanz-García, F., Ochoa-Sánchez, L. E., Gil-Gil, T., Hernando-Amado, S., and Martínez, J. L. (2022). Wildlife and Antibiotic Resistance. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 568.
- Larsen, J., Raisen, C.L., Ba, X., Sadgrove, N.J., Padilla-González, G.F., Simmonds, M.S., Larsen, A.R. (2022). Emergence of methicillin resistance predates the clinical use of antibiotics. *Nature*, 602(7895), 135-141.
- Lee, S., Fan, P., Liu, T., Yang, A., Boughton, R.K., Pepin, K.M., Jeong, K.C. (2022). Transmission of antibiotic resistance at the wildlife-livestock interface. *Communications Biology*, 5(1), 1-12.
- Lei, C., Kumar, S. (2022). *Yersinia pestis* antibiotic resistance: a systematic review. *Osong Public Health and Research Perspectives*, 13(1), 24.
- Lulijwa, R., Rupia, E. J., and Alfaro, A. C. (2020). Antibiotic use in aquaculture, policies and regulation, health and environmental risks: a review of the top 15 major producers. *Reviews in Aquaculture*, 12(2), 640-663.
- Marcelino, V.R., Wille, M., Hurt, A.C., González-Acuña, D., Klaassen, M., Schlub, T.E., Holmes, E. C. (2019). Meta-transcriptomics reveals a diverse antibiotic resistance gene pool in avian microbiomes. *BMC Biology*, 17(1), 1-11.
- Mehainaoui, A., Menasria, T., Benouaguene, S., Benhadj, M., Lalaoui, R., Gacemi-Kirane, D. (2021). Rapid screening and characterization of bacteria associated with hospital cockroaches (*Blattella germanica* L.) using MALDI-TOF mass spectrometry. *Journal of Applied Microbiology*, 130(3), 960-970.
- Onwugamba, F.C., Fitzgerald, J.R., Rochon, K., Guardabassi, L., Alabi, A., Kühne, S., Schaumburg, F. (2018). The role of 'filth flies' in the spread of antimicrobial resistance. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 22, 8-17.
- Ortiz de la Rosa, J. M., Nordmann, P., Zong, Z., & Poirel, L. (2022). *Aliidiomarina shirensis* as Possible Source of the Integron-and Plasmid-Mediated Fosfomycin Resistance Gene fosC2. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 66(3), e02227-21.
- Oteo, J., Mencia, A., Bautista, V., Pastor, N., Lara, N., Gonzalez-Gonzalez, F., Campos, J. (2018). Colonization with Enterobacteriaceae-producing ESBLs, AmpCs, and OXA-48 in wild avian species, Spain 2015-2016. *Microbial Drug Resistance*, 24(7), 932-938.
- Pawlowski, A.C., Wang, W., Koteva, K., Barton, H.A., McArthur, A.G., Wright, G.D. (2016). A diverse intrinsic antibiotic resistome from a cave bacterium. *Nature Communications*, 7(1), 1-10.
- Peterson, E., Kaur, P. (2018). Antibiotic resistance mechanisms in bacteria: relationships between resistance determinants of antibiotic producers, environmental bacteria, and clinical pathogens. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2928.

- Poirel, L., Rodriguez-Martinez, J. M., Mammeri, H., Liard, A., and Nordmann, P. (2005). Origin of plasmid-mediated quinolone resistance determinant QnrA. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 49(8), 3523-3525.
- Potron, A., Poirel, L., and Nordmann, P. (2011). Origin of OXA-181, an emerging carbapenem-hydrolyzing oxacillinase, as a chromosomal gene in *Shewanella xiamenensis*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 55(9), 4405-4407.
- Ramey, A. M., and Ahlstrom, C. A. (2020). Antibiotic resistant bacteria in wildlife: Perspectives on trends, acquisition and dissemination, data gaps, and future directions. *Journal of Wildlife Diseases*, 56(1), 1-15.
- Reuland, E.A., Sonder, G.J.B., Stolte, I., Al Naiemi, N., Koek, A., Linde, G.B., van Dam, A.P. (2016). Travel to Asia and traveller's diarrhoea with antibiotic treatment are independent risk factors for acquiring ciprofloxacin-resistant and extended spectrum β -lactamase-producing Enterobacteriaceae-a prospective cohort study. *Clinical Microbiology and Infection*, 22(8), 731-e1.
- Schjørring, S., Struve, C., Krogfelt, K.A. (2008). Transfer of antimicrobial resistance plasmids from *Klebsiella pneumoniae* to *Escherichia coli* in the mouse intestine. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 62(5), 1086-1093.
- Sjolund, M., J. Bonnedahl, J. Hernandez, S. Bengtsson, G. Cederbrant, J. Pinhassi, G. Kahlmeter, and B. Olsen, (2008). Dissemination of multidrug-resistant bacteria into the Arctic. *Emerging Infectious Diseases*, 14, 70-72.
- Stępień-Pyśniak, D., Hauschild, T., Dec, M., Marek, A., and Urban-Chmiel, R. (2019). Clonal structure and antibiotic resistance of *Enterococcus* spp. from wild birds in Poland. *Microbial Drug Resistance*, 25(8), 1227-1237.
- Thumu, S.C.R., Halami, P.M. (2019). Conjugal transfer of *erm* (B) and multiple *tet* genes from *Lactobacillus* spp. to bacterial pathogens in animal gut, in vitro and during food fermentation. *Food Research International*, 116, 1066-1075.
- Tomberlin, J.K., Crippen, T.L., Tarone, A.M., Chaudhury, M.F., Singh, B., Cammack, J.A., Meisel, R. P. (2017). A review of bacterial interactions with blow flies (Diptera: Calliphoridae) of medical, veterinary, and forensic importance. *Annals of the Entomological Society of America*, 110(1), 19-36.
- Trotta, A., Cirilli, M., Marinaro, M., Bosak, S., Diakoudi, G., Ciccarelli, S., ... & Corrente, M. (2021). Detection of multi-drug resistance and AmpC β -lactamase/extended-spectrum β -lactamase genes in bacterial isolates of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 164, 112015.
- UN (2019). United Nations, <https://www.who.int/news/item/29-04-2019-new-report-calls-for-urgent-action-to-avert-antimicrobial-resistance-crisis> [11.09.2022].
- Wang, J., Chu, L., Wojnárovits, L., Takács, E. (2020). Occurrence and fate of antibiotics, antibiotic resistant genes (ARGs) and antibiotic resistant bacteria (ARB) in municipal wastewater treatment plant: An overview. *Science of the Total Environment*, 744, 140997.
- Weiser, E. L., and Powell, A. N. (2010). Does garbage in the diet improve reproductive output of Glaucous Gulls?. *The Condor*, 112(3), 530-538.

**ANALYSIS OF FEED USE BY VANAME SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*)
CULTIVATION GROUP IN SRIMINOSARI VILLAGE, LABUHAN MARINGGAI
DISTRICT, EAST LAMPUNG**

Muhammad Bangkit Ikhwan Nur FADLI*

Master in Coastal and Marine Management, Postgraduate, University of Lampung

Abdullah Aman DAMAI

Master in Coastal and Marine Management, Postgraduate, University of Lampung

Department of Fisheries and Marine Affairs, Faculty of Agriculture, University of Lampung

Erna ROCHANA

Master in Coastal and Marine Management, Postgraduate, University of Lampung

Department of Sociology, Faculty of Social and Political Sciences, University of Lampung

SUPONO

Master in Coastal and Marine Management, Postgraduate, University of Lampung

Department of Fisheries and Marine Affairs, Faculty of Agriculture, University of Lampung

Indra Gumay FEBRYANO

Master in Coastal and Marine Management, Postgraduate, University of Lampung

Department of Sociology, Faculty of Social and Political Sciences, University of Lampung

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung

Master of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung

ABSTRACT

Vaname shrimp cultivation usually requires a large cost for the operational process. Of course, this will be difficult for individuals or small farmers who have limited capital. So that with the group, it is estimated that these obstacles can be minimized. The purpose of this study was to analyze the use of feed by the "Maju Prima" Vaname Shrimp Cultivator Group in Labuhan Maringgai District, East Lampung Regency. The research method used is descriptive qualitative with data collected in the form of primary data and secondary data from in-depth interviews. While the data analysis used is interactive data analysis. The results of this study indicate that the use of feed by the "Maju Prima" group has decreased due to a decrease in production every year. This is influenced by several factors, both internal and external. This decrease in production results will certainly reduce the income of members of the "Maju Prima" group. Moreover, vaname shrimp cultivation is the main job for most members of the group. Seeing these results, our recommendation that can be given is the need for an active role of the government in fostering the "Maju Prima" group so that they have better production results in the future.

Key Words : Feed, "Maju Prima" group, vaname shrimp cultivation

**WELFARE OF COASTAL COMMUNITIES, MUARA GADING MAS VILLAGE,
LABUHAN MARINGGAI DISTRICT, LAMPUNG TIMUR, LAMPUNG
PROVINCE, INDONESIA**

Bayu SAPUTRO

Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung

Abdullah Aman DAMAI

Graduate Program of Coastal and Marine Area Management, University Lampung

Department of Fisheries and Marine Science, Faculty of Agriculture, University Lampung

Indra Gumay FEBRYANO

Master in Coastal and Marine Management, Postgraduate, University of Lampung

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung

Master of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung

Master in Environmental Science, Postgraduate, University of Lampung

Erna ROCHANA

Master in Coastal and Marine Management, Postgraduate, University of Lampung

Master in Environmental Science, Postgraduate, University of Lampung

Maya RIANTINI

Department of Agribusiness, Faculty of Agriculture, University of Lampung

ABSTRACT

Coastal policy has a goal to improve the level of prosperity and welfare of coastal communities. Education, health, and the economy are the basis for determining the welfare. One of the success factors is reflected in the implementation of its policies. The purpose of this study was to analyze the implementation of welfare policies for coastal communities in Muara Gading Mas Village, Labuhan Maringgai District, East Lampung Regency. Data was collected using the slovin method. Data analysis was carried out by descriptive qualitative method. The results showed that the welfare of the coastal community of Muara Gading Mas Village was not yet prosperous. This is evidenced by the low level of education, suboptimal health workers, and uneven income levels. In implementing policies on community welfare, it is necessary to evaluate policies related to these three indicators, so that the welfare of the coastal community of Muara Gading Mas can be felt.

Keywords: coastal, coastal community, implementation, policy

Introduction

Coastal areas and small islands with a very large area in Lampung Province have very potential resources such as fish, shrimp, coral reefs, lobsters, crabs, boats, mining materials, minerals, and tourism and environmental services. Marine wealth and resources have strategic economic value in the local, regional, national and international economies. Other coastal potentials scattered in several districts/cities include mangroves, seagrass beds, and seaweed. High potential must be in accordance with optimal utilization (Arkham et al.,

2018). Coastal areas require integrated development plans across sectors, upstream and downstream administrations.

Resource management will run well if there is support from the government and the private sector. The form of government support in this case is issuing policies related to resource management for the welfare of coastal communities. Various government policies in the field of fisheries and marine affairs should be intended to protect the interests of coastal communities, most of whom work as fishermen. A direct approach to the community is also needed so that the implementation of the policies made can be right on target. According to Zainal (2004) policy is a decision taken by the government or the leader of a group/organization related to the power to allocate values for society or its group members as a whole.

The main goal of developing coastal policies is to improve the level of prosperity and welfare of coastal communities (Chikmawati, 2019). Coastal welfare is closely related to four important things, namely poverty, education, environment, and health. Fisheries and marine related programs will also help in improving welfare. In order for coastal welfare to be a top priority in the policy-making process, it is necessary to know the implementation of policies that have been applied to a particular area. Based on this, it will be known how big the role of policy in developing the welfare of coastal communities is.

Research method

The method used in this study is a descriptive qualitative approach. The data was collected by using observation, interview and literature study and documentation methods. Interviews were conducted with the East Lampung Marine and Fisheries Service, officials from Muara Gading Mas Village and the coastal community of Muara Gading Mas Village. Data analysis was done descriptively.

Result and Discussion

Health

The results of research related to the health of coastal communities in Muara Gading Mas Village are contained in the following table:

Table 1. Coastal Community Health Facilities in Muara Gading Mas . Village

No	Sarana Kesehatan	Satuan	Jumlah
1	Dokter Umum	Orang	2
2	Bidan Desa	Orang	1
3	Dukun Terlatih	Orang	1

In 2021 there are only a few health workers in Muara Gading Mas Village, namely General Doctors (1 Person), Village Midwives (1 Person) and Trained Shaman (1 Person). The availability of health facilities in the village is generally still far from adequate. According to the World Health Organization (WHO) in Pradana (2021), the ideal condition for physicians in providing services is 1:2,500 population. That is, 1 doctor to serve 2,500 residents. This ideal condition according to WHO is also one of the targets set in the Regulation of the Minister of Law and Human Rights of the Republic of Indonesia Number 34 of 2016 concerning Regional Criteria for Districts/Cities Concerned for Human Rights (HAM), especially the fulfillment of the right to health.

Tabel 2. Prasarana Kesehatan Masyarakat Pesisir Desa Muara Gading Mas

No	Prasarana Kesehatan	Satuan	Jumlah
1	Puskesmas pembantu	Unit	1
2	Apotik	Unit	1
3	Posyandu	Unit	9
4	Tempat Dokter Praktek	Unit	2

Health has become one of the basic human needs. Health as a human right must be realized in the form of providing various health services to the entire community through the implementation of comprehensive health development by the government, regional governments, and the community in a directed, integrated and sustainable, fair and equitable manner, as well as safe, quality, and affordable by the community. (Law No. 36, 2014) one of the indicators related to the role of the community in utilizing health services is community health infrastructure. The availability of health infrastructure in Muara Gading Mas Village is generally not adequate, however, in 2021 there will be several health service places in the village, namely Supporting Health Centers (1 Unit), Pharmacies (1 Unit), Posyandu (9 Units) and Public Health Centers. Practicing Doctor (2 Units).

Tabel 3. Jaminan Pelayanan Kesehatan Masyarakat Pesisir Desa Muara Gading Mas

Jaminan Kesehatan	Persentase
BPJS	59,09%
Kartu Nelayan	29,55%
Mandiri	11,36%

Ownership of health service guarantees for coastal communities in Muara Gading Mas Village from BPJS and Fisherman's Cards has reached 80.64% while 19.36% do not yet have a health service guarantee card, even though this health insurance card is very important to provide free health services and health insurance. . According to Misnaniarti et al., (2017) the health insurance benefits provided in the National Health Insurance are health services which include promotive, preventive, curative, and rehabilitative services carried out through first-level services and advanced-level services.

Education

The results of research related to the education of coastal communities in Muara Gading Mas Village are contained in the following table:

Tingkat Pendidikan Masyarakat Pesisir Desa Muara Gading Mas

Pendidikan	Persentase Pendidikan
SD kebawah	20,31%
Sekolah Menengah Pertama	37,50%
SMA Umum	28,13%
SMK Kejuruan	14,06%
Diploma I/II/III/Universitas	

From the table above, it can be seen that 20.31% of Fishery Households (RTP) have completed their education up to Elementary School (SD), 37.50% of Junior High School (SMP), 28.13% of Public High School (SMA) and Middle School While no one has completed vocational education up to Diploma I/II/III/University. Another indicator commonly used in education analysis is the education level indicator of the population which shows the percentage of the population who has attained the education that should have been passed at a certain age. The higher this indicator indicates that the higher the quality of education owned by the population. The non-achievement of the target of the 9-year

compulsory education program is also reflected in the data on the percentage of the population according to the highest education completed. it appears that more than 50 percent of the population of Muara Gading Mas Village is unable to complete education up to the middle and high levels.

Sarana Prasarana Pendidikan Masyarakat Pesisir Desa Muara Gading Mas

Sarana Prasarana Pendidikan	Jumlah
Gedung SMA Umum	1
Gedung SLTP sederajat	1
Gedung SD	6
Pondok Pesantren	1

From the table above, it can be seen that the educational infrastructure for Senior High School (SMA) 1 school, Junior High School (SLTP) equals 1 building, Elementary School (SD) 6 schools and 1 Islamic boarding school. One of the factors that support the success of educational programs in the learning process is the availability of educational facilities, especially learning classrooms. Educational facilities are one of the resources that become a benchmark for school quality and need continuous improvement along with the development of science and technology according to developments (RPJMD East Lampung, 2016).

Economy

The results of research related to the economy of the coastal community of Muara Gading Mas Village are contained in the following table:

Table. Income of the Coastal Community of Muara Gading Mas Village

Pendapatan per bulan	Jumlah Responden	Persentase %
Rp0, - Rp5.000.000	12	27%
Rp5.000.100 - Rp10.000.000	14	32%
Rp10.000.100- Rp15.000.000	4	9%
>Rp15.000.000	14	32%
	44	100%

From the table above, it can be seen that the difference in the income of Fishery Households (RTP) from the lowest to the highest includes income of Rp0, - Rp5,000,000 by 27%,

Rp5,000,100 - Rp10,000,000 by 32%, Rp10,000,100-Rp15,000,000 by 9% and >Rp.15,000,000 by 32%. Household income is income earned by households from various sources of work. Other sources of work besides fishermen are as traders, construction workers, fishing workers and RT heads. In households other than fishermen, there are wives and children who also work to support the household economy. Generally, household members work as traders, fishermen and servants. The results of this study are in accordance with research by Agunggunanto (2011) which concluded that the number of working family members also affects the income level of fishermen's families.

Pengeluaran Masyarakat Pesisir Desa Muara Gading Mas

Pengeluaran per bulan	Jumlah Responden	Persentase %
Rp0, - Rp5.000.000	35	80%
Rp5.000.100 - Rp10.000.000	5	11%
Rp10.000.100- Rp15.000.000	2	5%
>Rp15.000.000	2	5%
	44	100%

From the table above, it can be seen that the expenditure on Fishery Household income (RTP) from the lowest to the highest includes income of Rp0, - Rp5,000,000 with the highest value of 80%, Rp5,000,100 - Rp10,000,000 at 11%, Rp10,000,100- IDR 15,000,000 by 5% and > IDR 15,000,000 by 5%. The Central Bureau of Statistics (2007) defines household consumption patterns as the proportion of household expenditures allocated for food and non-food needs.

Conclusion

Health in Muara Gading Mas Village, seen from the facilities, infrastructure, and facilities are still classified as less. The strategy for improving health in Muara Gading Mas Village can be

prioritized on increasing the number of health workers, the presence of the nearest hospital, and increasing socialization of health insurance, as well as integrated coordination so that distribution

Reference

Arkham, M. Nur. (2018). Identifikasi Isu dan Permasalahan Dalam Pembangunan Pesisir Di Kawasan Teluk Lampung (Sebuah Pendekatan Sistem Sosial Ekologi). *Coastal and Ocean Journal*, 4 (2), 57-68.

Badan Pusat Statistik. 2007. Indikator Kesejahteraan Rakyat 2007. Badan Pusat Statistik. Jakarta
Chikmawati, F.N. (2013). Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil Di Indonesia (Dalam Perspektif Perlindungan Hukum bagi Hak-hak Ekonomi Masyarakat Tradisional). *ADIL: Jurnal Hukum*, 4 (2), 396-417.

Misnaniarti., Hidayat B, Pujiyanto, Nadjib,M., Thabrany.H., Junadi.P., Besral, Purwoko.B., Trihono., Vivi. 2017 Ketersediaan fasilitas dan tenaga kesehatan dalam mendukung cakupan semesta jaminan kesehatan nasional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pelayanan Kesehatan*, 1 (1) : 6-16.

Pradana, R.S. 2021 Analisis rasio tenaga kesehatan serta kaitannya dengan kualitas kesehatan penduduk Provinsi Aceh tahun 2019. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan* 12 (1) : 1-15

Zainal Abidin, Said. (2004). Kebijakan Publik. Jakarta, ID: Yayasan Pancur Siwa.

ENTROPY ANALYSIS OF 2D MHD CASSON FLUID WITH THE INFLUENCE OF ACTIVATION ENERGY AND CHEMICAL REACTION OVER NON-LINIER EXPONENTIAL STRETCHING SURFACE

C. PARIDA

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

D. MOHANTY

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

G. MOHANTA

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

N. SETHY

Department of Mathematics and Statistical Sciences, Botswana International University of Science and Technology, Private Bag 16, Palapye, Botswana

S. SHAW

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

ABSTRACT

In the current article, investigations are considered under the influence of activation energy and chemical reactions of Casson nano fluid flow over an exponential stretching surface in the presence of porous media. All the parameters are diversified applications in medical as well as engineering science. The effect of measure parameters like thermal radiation, viscous dissipation is incorporated in the energy equations. Impact of the viscous dissipation, heat absorption and suction introduce in the system. Non linier PDEs are reduced to ODEs as a set of equations with the help of similarity transformations. The solutions of system of equations and its corresponding boundary conditions are solved through bvp4c MATLAB technique. Entropy and bejan number incorporated to the system to demonstrate the heat transfer rate. The results of velocity, temperature and concentration are explored in the form of graphs. The significance of heat and mass transfers are presented through tables. Finally, extremely matched with the comparison of the previous paper are found. After simulation, it is specified that the skin friction lessened with the Casson parameter as well as chemical reaction parameter whereas the heat transfer remaining the same with the enhanced value of the parameters. The motive of the current study is to elucidate the influence of Casson fluid flow due to the system's heat and concentration flux.

Keywords: Casson fluid; Thermal radiation; Activation energy; Chemical reaction.

ÇİFT KUTUPLU NÖTROSOFİK BEŞLİ SAYILAR VE ÇİFT KUTUPLU KÜME DEĞERLİ NÖTROSOFİK BEŞLİ SAYILAR

Prof. Dr. Memet ŞAHİN

Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Gaziantep, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-1066-1641

Dr. Abdullah KARGIN

Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Gaziantep, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0003-4314-5106

ÖZET

Bu çalışmada nütrosolik beşli kümelerin ve çift kutuplu nütrosolik kümelerin genellemesi olarak çift kutuplu nütrosolik beşli kümeler ve çift kutuplu nütrosolik beşli sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Böylece, nütrosolik beşli kümelerin ve çift kutuplu nütrosolik kümelerin birlikte kullanıldığı yeni bir yapı elde edildi. Ayrıca küme değerli nütrosolik beşli kümelerin ve çift kutuplu nütrosolik kümelerin genellemesi olarak çift kutuplu küme değerli nütrosolik beşli kümeler ve çift kutuplu küme değerli nütrosolik beşli sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Böylece, küme değerli nütrosolik beşli kümelerin ve çift kutuplu nütrosolik kümelerin birlikte kullanıldığı yeni bir yapı elde edildi. Elde edilen bu yeni yapı yardımıyla cebirsel yapılara ve karar verme uygulamalarına yeni yöntemler eklenebilir.

Anahtar Kelimeler: Nütrosolik Kümeler, Tek Değerli Çift Kutuplu Nütrosolik Kümeler, Nütrosolik Beşli Kümeler, Küme Değerli Nütrosolik Beşli Kümeler, Çift Kutuplu Nütrosolik Beşli Kümeler, Çift Kutuplu Küme Değerli Nütrosolik Beşli Kümeler

BIPOLAR NEUTROSOPHIC QUINTUPLE NUMBERS AND BIPOLAR SET VALUED NEUTROSOPHIC QUINTUPLE NUMBERS

ABSTRACT

In this study, as generalizations of neutrosophic quintuple sets and bipolar neutrosophic sets, bipolar neutrosophic quintuple sets and bipolar neutrosophic quintuple numbers is defined and their basic properties is given. Thus, a new structure was obtained in which neutrosophic quintuple sets and bipolar neutrosophic sets is used together. As generalizations of set valued neutrosophic quintuple sets and bipolar neutrosophic sets, bipolar set valued neutrosophic quintuple sets and bipolar set valued neutrosophic quintuple numbers is defined and their basic properties is given. Thus, a new structure was obtained in which set valued neutrosophic quintuple sets and bipolar neutrosophic sets is used together. With the help of

this new structure, new methods can be added to algebraic structures and decision making applications.

Keywords: Neutrosophic Sets, Single Valued Bipolar Neutrosophic Sets, Neutrosophic Quintuple Sets, Set Valued Neutrosophic Quintuple Sets, Bipolar Neutrosophic Quintuple Sets, Bipolar Set Valued Neutrosophic Quintuple Sets

GİRİŞ

Nötrosofik mantık ve nötrosofik küme kavramından meydana gelen nötrosofik teori [1] Florentin Smarandache tarafından 1998 yılında tanımlandı. Nötrosofik küme teorisindeki her bir eleman üyelik fonksiyonu T , belirsizlik fonksiyonu I ve üye olmama fonksiyonu F tarafından oluşmaktadır. Bu fonksiyonlar birbirinden bağımsız olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle, nötrosofik mantıkta tüm olası durumlar incelenmektedir. Bundan dolayı nötrosofik küme teorisi hemen hemen bütün bilim dallarında ve hemen bütün karar verme yöntemlerinde kullanılmıştır.

2015 yılında Broumi ve ark. çift kutuplu tek değerli nötrosofik kümeleri elde etti [2]. Çift kutuplu tek değerli nötrosofik kümeler, nötrosofik teoride ve özellikle karar verme uygulamalarında önemli bir yere sahiptir. Çünkü, karar verme uygulamalarında kesin bir çözüme varmak çoğu kez kolay olmamakta ve çift kutuplu tek değerli nötrosofik kümelerde sonuçların $[0, 1]$ aralığında bir pozitif sayı (pozitif sonuç veya pozitif karar) ve $[-1, 0]$ aralığında bir negatif sayı (negatif sonuç veya negatif karar) olarak verilmesi avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle birçok araştırmacı bu konu üzerinde çalışmalar yapmıştır

Chatterjee ve ark. 2016' da dört parçalı nötrosofik kümeleri tanımladı [3]. Dört bölümlü nötrosofik kümelerde nötrosofik kümelerden farklı olarak belirsizlik fonksiyonu I yerine C ve U fonksiyonları yer almaktadır. Sinha ve Majumdar 2020' de çift kutuplu dört parçalı nötrosofik kümeleri tanımladı [4]. Böylece, aralık nötrosofik kümelerin ve dört parçalı nötrosofik kümelerin özelliklerini sağlayan yeni bir küme elde edildi.

Şahin ve ark. 2022'de nötrosofik beşli küme ve nötrosofik beşli sayılar tanımlandı [5]. Nötrosofik dörtlü kümelerin ve dört parçalı nötrosofik kümelerin bir genelleştirilmiş hali olan bu yeni küme hem nötrosofik dörtlü kümelerin hem de dört parçalı nötrosofik kümelerin özelliklerini sağlamaktadır.

Bu çalışmanın Ön Bilgiler Bölümünde, çalışmada kullanılacak temel tanı ve özelliklere yer verildi. Araştırma ve Bulgular Bölümünde aralık nötrosofik beşli küme ve aralık nötrosofik beşli

sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Nötrosifik beşli kümelerin ve aralık nötrosifik kümelerin bir genelleştirilmiş hali olan bu yeni küme hem nötrosifik beşli kümelerin hem de aralık nötrosifik kümelerin özelliklerini sağlamaktadır. Böylece hem nötrosifik beşli kümeler için hem de aralık nötrosifik kümeler için yeni bir yapı elde etmiş olduk. Ayrıca, bu çalışmada aralık küme değerli nötrosifik beşli küme ve aralık küme değerli nötrosifik beşli sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Bu yapı elde edilirken, nötrosifik beşli küme ve nötrosifik beşli sayılardaki reel sayılar yerine kümeler alındı. Sonuç Bölümünde ise çalışmada elde edilen sonuçlar ve gelecek çalışmalar için öneriler verildi.

ÖN BİLGİLER

Tanım 2.1: [6] X bir evrensel küme olsun. $\forall x \in X$,

$$0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$$

olmak üzere,

$$T_A: X \rightarrow [0,1], I_A: X \rightarrow [0,1] \text{ ve } F_A: X \rightarrow [0,1]$$

fonksiyonları ile X üzerinde bir A tek değerli nötrosifik küme;

$$A = \{(x, T_A(x), I_A(x), F_A(x)) : x \in X\}$$

şeklinde tanımlanır. Burada $T_A(x), I_A(x), F_A(x)$ sırasıyla $x \in X$ 'in doğruluk, kararsızlık ve yanlışlık derecesidir

Tanım 2.2: [2] A , boştan farklı bir küme olsun. N , çift kutuplu tek değerli nötrosifik kümesi

$$N = \{(a, T_N^+(a), I_N^+(a), F_N^+(a), T_N^-(a), I_N^-(a), F_N^-(a)) : a \in A\}$$

şeklinde tanımlanır. Burada

$T_N^+, I_N^+, F_N^+ : X \rightarrow [0,1]$ fonksiyonları sırasıyla doğruluk değerlerinin, belirsizlik değerlerinin, yanlışlık değerlerinin pozitif fonksiyonlarıdır.

$T_N^-, I_N^-, F_N^- : X \rightarrow [-1, 0]$ fonksiyonları sırasıyla doğruluk değerlerinin, belirsizlik değerlerinin, yanlışlık değerlerinin negatif fonksiyonlarıdır.

Tanım 2.3: [2]

$$N_1 = \{(a, T_{N_1}^+(a), I_{N_1}^+(a), F_{N_1}^+(a), T_{N_1}^-(a), I_{N_1}^-(a), F_{N_1}^-(a)): a \in A\}$$

ve

$$N_2 = \{(a, T_{N_2}^+(a), I_{N_2}^+(a), F_{N_2}^+(a), T_{N_2}^-(a), I_{N_2}^-(a), F_{N_2}^-(a)): a \in A\}$$

iki çift kutuplu tek değerli nütrosifik sayı olsun.

i) N_2 alt kümesidir N_1 ($N_2 \subset N_1$) ancak ve ancak

$$T_{N_1}^+(a) \geq T_{N_2}^+(a), T_{N_1}^-(a) \geq T_{N_2}^-(a)$$

$$I_{N_1}^+(a) \leq I_{N_2}^+(a), I_{N_1}^-(a) \leq I_{N_2}^-(a)$$

$$F_{N_1}^+(a) \leq F_{N_2}^+(a), F_{N_1}^-(a) \leq F_{N_2}^-(a)$$

ii) $N_2 = N_1$ ancak ve ancak

$$T_{N_1}^+(a) = T_{N_2}^+(a), T_{N_1}^-(a) = T_{N_2}^-(a);$$

$$I_{N_1}^+(a) = I_{N_2}^+(a), I_{N_1}^-(a) = I_{N_2}^-(a);$$

$$F_{N_1}^+(a) = F_{N_2}^+(a), F_{N_1}^-(a) = F_{N_2}^-(a).$$

$$\text{iii) } N_1 \cup N_2 = \{(a: \max\{T_{N_1}^+(a), T_{N_2}^+(a)\}, \min\{I_{N_1}^+(a), I_{N_2}^+(a)\},$$

$$\min\{F_{N_1}^+(a), F_{N_2}^+(a)\}, \max\{T_{N_1}^-(a), T_{N_2}^-(a)\},$$

$$\min\{I_{N_1}^-(a), I_{N_2}^-(a)\}, \max\{F_{N_1}^-(a), F_{N_2}^-(a)\}, a \in A\}.$$

$$\text{iv) } N_1 \cap N_2 = \{(a: \min\{T_{N_1}^+(a), T_{N_2}^+(a)\}, \max\{I_{N_1}^+(a), I_{N_2}^+(a)\},$$

$$\max\{F_{N_1}^+(a), F_{N_2}^+(a)\}, \min\{T_{N_1}^-(a), T_{N_2}^-(a)\},$$

$$\max\{I_{N_1}^-(a), I_{N_2}^-(a)\}, \max\{F_{N_1}^-(a), F_{N_2}^-(a)\}, a \in A\}.$$

Tanım 2.2: [4] A , boştan farklı bir küme olsun. N , çift kutuplu dört parçalı nütrosifik kümesi

$$N = \{(a, T_N^+(a), U_N^+(a), C_N^+(a), F_N^+(a), T_N^-(a), U_N^-(a), C_N^-(a), F_N^-(a)): a \in A\}$$

şeklinde tanımlanır. Burada

$T_N^+(a), U_N^+(a), C_N^+(a), F_N^+(a) : X \rightarrow [0,1]$ fonksiyonları sırasıyla doğruluk değerlerinin, bilinmezlik değerlerinin, çelişki değerlerinin ve yanlışlık değerlerinin pozitif fonksiyonlarıdır.

$T_N^-(a), U_N^-(a), C_N^-(a), F_N^-(a) : X \rightarrow [-1, 0]$ fonksiyonları sırasıyla doğruluk değerlerinin, bilinmezlik değerlerinin, çelişki değerlerinin ve yanlışlık değerlerinin negatif fonksiyonlarıdır.

Tanım 2.4: [5] Bir nôtrosifik beşli sayı,

$$(b_1, b_2 T, b_3 U, b_4 C, b_5 F)$$

şeklinde gösterilir. Burada; T, U, C ve F bileşenleri dört parçalı nôtrosifik mantıktaki doğruluk, bilinmezlik, çelişki ve yanlışlık fonksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{R}$ veya $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{C}$.

Ayrıca, bir nôtrosifik beşli küme

$$NBK = \{(b_1, b_2 T, b_3 U, b_4 C, b_5 F) : b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{R} \text{ veya } b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{C}\}$$

şeklinde gösterilir. Burada, $(b_1, b_2 T, b_3 U, b_4 C, b_5 F)$; bir sayıyı, fikri, objeyi vb. temsil eder. “ b_1 ” bilinen kısım ve $(b_2 T, b_3 U, b_4 C, b_5 F)$ ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

Tanım 2.5 [5]: $b_1 = (b_{11}, b_{12} T, b_{13} U, b_{14} C, b_{15} F)$ ve $b_2 = (b_{21}, b_{22} T, b_{23} U, b_{24} C, b_{25} F)$ iki nôtrosifik beşli sayı olsun. $+, -, *_1, *_2, \#_1, \#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$i) b_1 + b_2 = (b_{11} + b_{21}, (b_{12} + b_{22})T, (b_{13} + b_{23})U, (b_{14} + b_{24})C, (b_{15} + b_{25})F)$$

$$ii) b_1 - b_2 = (b_{11} - b_{21}, (b_{12} - b_{22})T, (b_{13} - b_{23})U, (b_{14} - b_{24})C, (b_{15} - b_{25})F)$$

$$iii) T < U < C < F \text{ olmak üzere}$$

$$b_1 *_1 b_2 = (b_{11} b_{21}, (b_{11} b_{22} + b_{12} b_{21} + b_{12} b_{22})T, (b_{11} b_{23} + b_{12} b_{23} + b_{13} b_{21} + b_{13} b_{22} + b_{13} b_{23})U, (b_{11} b_{24} + b_{12} b_{24} + b_{13} b_{24} + b_{14} b_{21} + b_{14} b_{22} + b_{14} b_{23} + b_{14} b_{24})C, (b_{11} b_{25} + b_{12} b_{25} + b_{13} b_{25} + b_{14} b_{25} + b_{15} b_{21} + b_{15} b_{22} + b_{15} b_{23} + b_{15} b_{24} + b_{15} b_{25})F)$$

iv) $T < C < U < F$ olmak üzere

$$b_1 * b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22})T, (b_{11}b_{23} + b_{12}b_{23} + b_{14}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{22} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{24})U, (b_{11}b_{24} + b_{12}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{22} + b_{14}b_{24})C, (b_{11}b_{25} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{22} + b_{15}b_{23} + b_{15}b_{24} + b_{15}b_{25})F)$$

v) $T > U > C > F$ olmak üzere

$$b_1 \# b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22} + b_{12}b_{23} + b_{12}b_{24} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{22} + b_{14}b_{22} + b_{15}b_{22})T, (b_{11}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{23} + b_{13}b_{24} + b_{15}b_{23})U, (b_{11}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{24} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{24})C, (b_{11}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{25})F)$$

vi) $T > C > U > F$ olmak üzere

$$b_1 \# b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22} + b_{12}b_{23} + b_{12}b_{24} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{22} + b_{14}b_{22} + b_{15}b_{22})T, (b_{11}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{25} + b_{15}b_{23})U, (b_{11}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{13}b_{24} + b_{14}b_{23} + b_{14}b_{24} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{24})C, (b_{11}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{25})F)$$

Tanım 2.6: [5] N bir küme ve $P(N)$, N kümesinin kuvvet kümesi olsun. Bir küme değerli nötrosifik beşli sayı

$$(B_1, B_2T, B_3U, B_4C, B_5F)$$

şeklinde gösterilir. Burada; T, U, C ve F bileşenleri dört parçalı nötrosifik mantıktaki doğruluk, bilinmezlik, çelişki ve yanlışlık fonksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 \in P(N)$. Ayrıca, bir küme değerli nötrosifik beşli küme

$$KNBK = \{(B_1, B_2T, B_3U, B_4C, B_5F): B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 \in P(N)\}$$

şeklinde gösterilir. Burada, $(B_1, B_2T, B_3U, B_4C, B_5F)$; bir sayıyı, fikri, objeyi, topluluğu vb. temsil eder. “ B_1 ” bilinen kısım ve (B_2T, B_3U, B_4C, B_5F) ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

Tanım 2.7: [5] $B_1 = (B_{11}, B_{12}T, B_{13}U, B_{14}C, B_{15}F)$ ve $B_2 = (B_{21}, B_{22}T, B_{23}U, B_{24}C, B_{25}F)$ iki küme değerli nütrosifik beşli sayı olsun. $\cup, \cap, \setminus, A', *_1, *_2, \#_1, \#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$i) B_1 \cup B_2 = (B_{11} \cup B_{21}, (B_{12} \cup B_{22})T, (B_{13} \cup B_{23})U, (B_{14} \cup B_{24})C, (B_{15} \cup B_{25})F)$$

$$ii) B_1 \cap B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, (B_{12} \cap B_{22})T, (B_{13} \cap B_{23})U, (B_{14} \cap B_{24})C, (B_{15} \cap B_{25})F)$$

$$iii) B_1 \setminus B_2 = (B_{11} \setminus B_{21}, (B_{12} \setminus B_{22})T, (B_{13} \setminus B_{23})U, (B_{14} \setminus B_{24})C, (B_{15} \setminus B_{25})F)$$

$$iv) B' = (B'_{11}, B'_{12}T, B'_{13}U, B'_{14}C, B'_{15}F)$$

v) $T < U < C < F$ olmak üzere

$$B_1 *_1 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{21}) \cup (B_{12} \cap B_{22}))T, ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{13} \cap B_{23}))U, ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{14} \cap B_{24}))C, ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{24}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))F)$$

vi) $T < C < U < F$ olmak üzere

$$B_1 *_2 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{21}) \cup (B_{12} \cap B_{22}))T, ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{24}))U, ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{24}))C, ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{24}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))F)$$

vii) $T > U > C > F$ olmak üzere

$$B_1 \#_1 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{22}))T, ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{23}))U, ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{24}))C, ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))F)$$

viii) $T > C > U > F$ olmak üzere

$$B_1 \#_2 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{22}))T, ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{23}))U, ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{14} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{24}))C, ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))F)$$

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çift Kutuplu Nötrosifik Beşli Kümeler

Tanım 3.1: Bir çift kutuplu nötrosifik beşli sayı,

$$(b_1, b_2(T^-, T^+), b_3(U^-, U^+), b_4(C^-, C^+), b_5(F^-, F^+))$$

şeklinde gösterilir. Burada; $T^-, T^+, U^-, U^+, C^-, C^+, F^-, F^+$ bileşenleri çift kutuplu dört parçalı nötrosifik mantıktaki doğruluk, bilinmezlik, çelişki ve yanlışlık fonksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{R}$ veya $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{C}$.

Ayrıca, bir çift kutuplu nötrosifik beşli küme

$$NBK = \{(b_1, b_2(T^-, T^+), b_3(U^-, U^+), b_4(C^-, C^+), b_5(F^-, F^+)): b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{R} \text{ veya } b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{C}\}$$

şeklinde gösterilir. Burada,

$$(b_1, b_2(T^-, T^+), b_3(U^-, U^+), b_4(C^-, C^+), b_5(F^-, F^+))$$

bir sayıyı, fikri, objeyi vb. temsil eder.

$$“b_1”$$

bilinen kısım ve

$$(b_2(T^-, T^+), b_3(U^-, U^+), b_4(C^-, C^+), b_5(F^-, F^+))$$

ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

Sonuç 3.2: Bir çift kutuplu nütrosifik beşli küme; nütrosifik beşli küme ve çift kutuplu nütrosifik küme özelliklerinden meydana gelmektedir ve bu yapıların özelliklerini beraber barındıran yeni bir yapıdır. (U^-, U^+) ,

Tanım 3.3: $b_1 = (b_{11}, b_{12}(T^-, T^+), b_{13}(U^-, U^+), b_{14}(C^-, C^+), b_{15}(F^-, F^+))$

$$b_2 = (b_{21}, b_{22}(T^-, T^+), b_{23}(U^-, U^+), b_{24}(C^-, C^+), b_{25}(F^-, F^+))$$

iki çift kutuplu nütrosifik beşli sayı olsun. $+$, $-$, $*_1$, $*_2$, $\#_1$, $\#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$i) b_1 + b_2 = (b_{11} + b_{21}, (b_{12} + b_{22})(T^-, T^+), (b_{13} + b_{23})(U^-, U^+), (b_{14} + b_{24})(C^-, C^+), (b_{15} + b_{25})(F^-, F^+))$$

$$ii) b_1 - b_2 = (b_{11} - b_{21}, (b_{12} - b_{22})(T^-, T^+), (b_{13} - b_{23})(U^-, U^+), (b_{14} - b_{24})(C^-, C^+), (b_{15} - b_{25})(F^-, F^+))$$

$$iii) T^- < U^- < C^- < F^- \text{ ve } T^+ < U^+ < C^+ < F^+ \text{ olmak üzere}$$

$$b_1 *_1 b_2 = (b_{11} b_{21}, (b_{11} b_{22} + b_{12} b_{21} + b_{12} b_{22})(T^-, T^+), (b_{11} b_{23} + b_{12} b_{23} + b_{13} b_{21} + b_{13} b_{22} + b_{13} b_{23})(U^-, U^+), (b_{11} b_{24} + b_{12} b_{24} + b_{13} b_{24} + b_{14} b_{21} + b_{14} b_{22} + b_{14} b_{23} + b_{14} b_{24})(C^-, C^+), (b_{11} b_{25} + b_{12} b_{25} + b_{13} b_{25} + b_{14} b_{25} + b_{15} b_{21} + b_{15} b_{22} + b_{15} b_{23} + b_{15} b_{24} + b_{15} b_{25})(F^-, F^+))$$

iv) $T^- < C^- < U^- < F^-$ ve $T^+ < C^+ < U^+ < F^+$ olmak üzere

$$b_1 *_2 b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22})(T^-, T^+), (b_{11}b_{23} + b_{12}b_{23} + b_{14}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{22} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{24})(U^-, U^+), (b_{11}b_{24} + b_{12}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{22} + b_{14}b_{24})(C^-, C^+), (b_{11}b_{25} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{22} + b_{15}b_{23} + b_{15}b_{24} + b_{15}b_{25})(F^-, F^+))$$

v) $T^- > U^- > C^- > F^-$ ve $T^+ > U^+ > C^+ > F^+$ olmak üzere

$$b_1 \#_1 b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22} + b_{12}b_{23} + b_{12}b_{24} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{22} + b_{14}b_{22} + b_{15}b_{22})(T^-, T^+), (b_{11}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{23} + b_{13}b_{24} + b_{15}b_{23})(U^-, U^+), (b_{11}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{24} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{24})(C^-, C^+), (b_{11}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{25})(F^-, F^+))$$

vi) $T^- > C^- > U^- > F^-$ ve $T^+ > C^+ > U^+ > F^+$ olmak üzere

$$b_1 \#_2 b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22} + b_{12}b_{23} + b_{12}b_{24} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{22} + b_{14}b_{22} + b_{15}b_{22})(T^-, T^+), (b_{11}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{25} + b_{15}b_{23})(U^-, U^+), (b_{11}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{13}b_{24} + b_{14}b_{23} + b_{14}b_{24} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{24})(C^-, C^+), (b_{11}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{25})(F^-, F^+))$$

Örnek 3.4: $b_1 = (0, 1(T^-, T^+), 2(U^-, U^+), 3(C^-, C^+), 4(F^-, F^+))$

$$b_2 = (5, 4(T^-, T^+), 3(U^-, U^+), 2(C^-, C^+), 1(F^-, F^+))$$

iki çift kutuplu nütrosifik beşli sayı olsun.

$$i) b_1 + b_2 = (5, 5(T^-, T^+), 5(U^-, U^+), 5(C^-, C^+), 5(F^-, F^+))$$

$$ii) b_1 - b_2 = (-5, -3(T^-, T^+), -1(U^-, U^+), 1(C^-, C^+), 3(F^-, F^+))$$

iii) $T^- < U^- < C^- < F^-$ ve $T^+ < U^+ < C^+ < F^+$ olmak üzere

$$b_1 *_1 b_2 = (0, 9(T^-, T^+), 27(U^-, U^+), 53(C^-, C^+), 66(F^-, F^+))$$

iv) $T^- < C^- < U^- < F^-$ ve $T^+ < C^+ < U^+ < F^+$ olmak üzere

$$b_1 *_2 b_2 = (0, 9(T^-, T^+), 40(U^-, U^+), 35(C^-, C^+), 66(F^-, F^+))$$

v) $T^- > U^- > C^- > F^-$ ve $T^+ > U^+ > C^+ > F^+$ olmak üzere

$$b_1 \#_1 b_2 = (0, 51(T^-, T^+), 43(U^-, U^+), 32(C^-, C^+), 24(F^-, F^+))$$

vi) $T^- > C^- > U^- > F^-$ ve $T^+ > C^+ > U^+ > F^+$ olmak üzere

$$b_1 \#_2 b_2 = (0, 51(T^-, T^+), 30(U^-, U^+), 45(C^-, C^+), 24(F^-, F^+))$$

Özellik 3.5: $b_1 = (b_{1_1}, b_{1_2}(T^-, T^+), b_{1_3}(U^-, U^+), b_{1_4}(C^-, C^+), b_{1_5}(F^-, F^+))$,

$$b_2 = (b_{2_1}, b_{2_2}(T^-, T^+), b_{2_3}(U^-, U^+), b_{2_4}(C^-, C^+), b_{2_5}(F^-, F^+))$$

$$b_3 = (b_{3_1}, b_{3_2}(T^-, T^+), b_{3_3}(U^-, U^+), b_{3_4}(C^-, C^+), b_{3_5}(F^-, F^+))$$

üç çift kutuplu nütrosifik beşli sayı olsun.

$$i) b_1 + b_2 = b_2 + b_1, (b_1 + b_2) + b_3 = b_1 + (b_2 + b_3)$$

$$ii) b_1 *_1 b_2 = b_2 *_1 b_1, (b_1 *_1 b_2) *_1 b_3 = b_1 *_1 (b_2 *_1 b_3)$$

$$b_1 *_2 b_2 = b_2 *_2 b_1, (b_1 *_2 b_2) *_2 b_3 = b_1 *_2 (b_2 *_2 b_3)$$

$$iii) b_1 \#_1 b_2 = b_2 \#_1 b_1, (b_1 \#_1 b_2) \#_1 b_3 = b_1 \#_1 (b_2 \#_1 b_3)$$

$$b_1 \#_2 b_2 = b_2 \#_2 b_1, (b_1 \#_2 b_2) \#_2 b_3 = b_1 \#_2 (b_2 \#_2 b_3)$$

Çift Kutuplu Küme değerli Nötrosifik Beşli Kümeler

Tanım 4.1: N bir küme ve $P(N)$, N kümesinin kuvvet kümesi olsun. Bir çift kutuplu küme değerli nötrosifik beşli sayı

$$(B_1, B_2(T^-, T^+), B_3(U^-, U^+), B_4(C^-, C^+), B_5(F^-, F^+))$$

şeklinde gösterilir. Burada; $T^+, T^-, U^+, U^-, C^+, C^-, F^+, F^-$ bileşenleri çift kutuplu dört parçalı nötrosifik mantıktaki doğruluk, bilinmezlik, çelişki ve yanlışlık fonksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 \in P(N)$.

Ayrıca, bir çift kutuplu küme değerli nötrosifik beşli küme

$$NBK = \{(B_1, B_2(T^-, T^+), B_3(U^-, U^+), B_4(C^-, C^+), B_5(F^-, F^+)) : B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 \in P(N)\}$$

şeklinde gösterilir. Burada,

$$(B_1, B_2(T^-, T^+), B_3(U^-, U^+), B_4(C^-, C^+), B_5(F^-, F^+))$$

bir sayıyı, fikri, objeyi vb. temsil eder.

$$“B_1”$$

bilinen kısım ve

$$(B_2(T^-, T^+), B_3(U^-, U^+), B_4(C^-, C^+), B_5(F^-, F^+))$$

ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

Sonuç 4.2: Bir çift kutuplu küme değerli nötrosifik beşli küme; küme değerli nötrosifik beşli küme ve çift kutuplu nötrosifik küme özelliklerinden meydana gelmektedir ve bu yapıların özelliklerini beraber barındıran yeni bir yapıdır.

Tanım 4.3: $B_1 = (B_{11}, B_{12}(T^-, T^+), B_{13}(U^-, U^+), B_{14}(C^-, C^+), B_{15}(F^-, F^+))$

$$B_2 = (B_{21}, B_{22}(T^-, T^+), B_{23}(U^-, U^+), B_{24}(C^-, C^+), B_{25}(F^-, F^+))$$

iki çift kutuplu küme değerli nötrosifik beşli sayı olsun. $\cup, \cap, \setminus, A', *_1, *_2, \#_1, \#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

Tanım 4.4: $B_1 = (B_{11}, B_{12}(T^-, T^+), B_{13}(U^-, U^+), B_{14}(C^-, C^+), B_{15}(F^-, F^+))$

$$B_2 = (B_{2_1}, B_{2_2}(T^-, T^+), B_{2_3}(U^-, U^+), B_{2_4}(C^-, C^+), B_{2_5}(F^-, F^+))$$

iki çift kutuplu küme değerli nütrosifik beşli sayı olsun. $\cup, \cap, \setminus, A', *_1, *_2, \#_1, \#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\text{i) } B_1 \cup B_2 = (B_{1_1} \cup B_{2_1}, (B_{1_2} \cup B_{2_2})(T^-, T^+), (B_{1_3} \cup B_{2_3})(U^-, U^+), (B_{1_4} \cup B_{2_4})(C^-, C^+), (B_{1_5} \cup B_{2_5})(F^-, F^+))$$

$$\text{ii) } B_1 \cap B_2 = (B_{1_1} \cap B_{2_1}, (B_{1_2} \cap B_{2_2})(T^-, T^+), (B_{1_3} \cap B_{2_3})(U^-, U^+), (B_{1_4} \cap B_{2_4})(C^-, C^+), (B_{1_5} \cap B_{2_5})(F^-, F^+))$$

$$\text{iii) } B_1 \setminus B_2 = (B_{1_1} \setminus B_{2_1}, (B_{1_2} \setminus B_{2_2})(T^-, T^+), (B_{1_3} \setminus B_{2_3})(U^-, U^+), (B_{1_4} \setminus B_{2_4})(C^-, C^+), (B_{1_5} \setminus B_{2_5})(F^-, F^+))$$

$$\text{iv) } B' = (B'_{1_1}, B'_{2_1}(T^-, T^+), B'_{3_1}(U^-, U^+), B'_{4_1}(C^-, C^+), B'_{5_1}(F^-, F^+))$$

$$\text{v) } T^- < U^- < C^- < F^- \text{ ve } T^+ < U^+ < C^+ < F^+ \text{ olmak üzere}$$

$$\begin{aligned} B_1 *_1 B_2 = & (B_{1_1} \cap B_{2_1}, ((B_{1_1} \cap B_{2_2}) \cup (B_{1_2} \cap B_{2_1}) \cup (B_{1_2} \cap B_{2_2}))(T^-, T^+), ((B_{1_1} \cap B_{2_3}) \cup \\ & (B_{1_2} \cap B_{2_3}) \cup (B_{1_3} \cap B_{2_1}) \cup (B_{1_3} \cap B_{2_2}) \cup (B_{1_3} \cap B_{2_3}))(U^-, U^+), ((B_{1_1} \cap B_{2_4}) \cup \\ & (B_{1_2} \cap B_{2_4}) \cup (B_{1_3} \cap B_{2_4}) \cup (B_{1_4} \cap B_{2_1}) \cup (B_{1_4} \cap B_{2_2}) \cup (B_{1_4} \cap B_{2_3}) \cup (B_{1_4} \cap B_{2_4}))(C^-, \\ & C^+), ((B_{1_1} \cap B_{2_5}) \cup (B_{1_2} \cap B_{2_5}) \cup (B_{1_3} \cap B_{2_5}) \cup (B_{1_4} \cap B_{2_5}) \cup (B_{1_5} \cap B_{2_1}) \cup (B_{1_5} \cap B_{2_2}) \\ & \cup (B_{1_5} \cap B_{2_3}) \cup (B_{1_5} \cap B_{2_4}) \cup (B_{1_5} \cap B_{2_5}))(F^-, F^+)) \end{aligned}$$

$$\text{vi) } T^- < C^- < U^- < F^- \text{ ve } T^+ < C^+ < U^+ < F^+ \text{ olmak üzere}$$

$$\begin{aligned} B_1 *_2 B_2 = & (B_{1_1} \cap B_{2_1}, ((B_{1_1} \cap B_{2_2}) \cup (B_{1_2} \cap B_{2_1}) \cup (B_{1_2} \cap B_{2_2}))(T^-, T^+), ((B_{1_1} \cap B_{2_3}) \cup \\ & (B_{1_2} \cap B_{2_3}) \cup (B_{1_3} \cap B_{2_1}) \cup (B_{1_4} \cap B_{2_3}) \cup (B_{1_3} \cap B_{2_2}) \cup (B_{1_3} \cap B_{2_3}) \cup (B_{1_3} \cap B_{2_4})) \end{aligned}$$

$$(U^-, U^+), ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{24}))(C^-, C^+), ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{24}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))(F^-, F^+))$$

vii) $T^- > U^- > C^- > F^-$ ve $T^+ > U^+ > C^+ > F^+$ olmak üzere

$$B_1 \#_1 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{22}))(T^-, T^+), ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{23}))(U^-, U^+), ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{24}))(C^-, C^+), ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))(F^-, F^+))$$

viii) $T^- > C^- > U^- > F^-$ ve $T^+ > C^+ > U^+ > F^+$ olmak üzere

$$B_1 \#_2 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{22}))(T^-, T^+), ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{23}))(U^-, U^+), ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{14} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{24}))(C^-, C^+), ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))(F^-, F^+))$$

Özellik 4.5: $B_1 = (B_{11}, B_{12}(T^-, T^+), B_{13}(U^-, U^+), B_{14}[C^l, C^u], B_{15}(F^-, F^+))$,

$$B_2 = (B_{21}, B_{22}(T^-, T^+), B_{23}(U^-, U^+), B_{24}[C^l, C^u], B_{25}(F^-, F^+)),$$

$$B_3 = (B_{31}, B_{32}(T^-, T^+), B_{33}(U^-, U^+), B_{34}[C^l, C^u], B_{35}(F^-, F^+)),$$

üç çift kutuplu küme değerli nôtrosifik beşli sayı olsun.

$$i) B_1 \cup B_2 = B_2 \cup B_1, (B_1 \cup B_2) \cup B_3 = B_1 \cup (B_2 \cup B_3)$$

$$ii) B_1 \cap B_2 = B_2 \cap B_1, (B_1 \cap B_2) \cap B_3 = B_1 \cap (B_2 \cap B_3)$$

$$iii) B_1 *_1 B_2 = B_2 *_1 B_1, (B_1 *_1 B_2) *_1 B_3 = B_1 *_1 (B_2 *_1 B_3)$$

$$B_1 *_2 B_2 = B_2 *_2 B_1, (B_1 *_2 B_2) *_2 B_3 = B_1 *_2 (B_2 *_2 B_3)$$

$$iv) (B_1 \cup B_2) \cap B_3 = (B_1 \cap B_3) \cup (B_2 \cap B_3)$$

$$v) (B_1 \cap B_2) \cup B_3 = (B_1 \cup B_3) \cap (B_2 \cup B_3)$$

$$vi) B_1 \#_1 B_2 = B_2 \#_1 B_1, (B_1 \#_1 B_2) \#_1 B_3 = B_1 \#_1 (B_2 \#_1 B_3)$$

$$B_1 \#_2 B_2 = B_2 \#_2 B_1, (B_1 \#_2 B_2) \#_2 B_3 = B_1 \#_2 (B_2 \#_2 B_3)$$

SONUÇ

Bu çalışmada çift kutuplu nôtrosifik beşli sayılar ve çift kutuplu küme değerli nôtrosifik beşli sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Nôtrosifik beşli kümelerin ve çift kutuplu nôtrosifik kümelerin genelleştirilmiş bir hali olan bu yeni kümeler hem nôtrosifik beşli kümelerin hem de çift kutuplu nôtrosifik kümelerin özelliklerini sağlamaktadır. Özellikle cebirsel yapılarda kullanılabilecek bu kümeler sayesinde araştırmacılar cebirsel yapıları aralık nôtrosifik küme ve küme değerli nôtrosifik beşli sayılar üzerinde yeniden tanımlayabilir. Nôtrosifik beşli kümelerdeki belirsizliği, çelişki ve bilinmezlik olarak iki parçaya ayırmak ve değerleri negatif ile pozitif sonuç olarak almak uygulamalarda daha objektif çözüm elde edebilmek için kullanılabilir. Bu sebeple araştırmacılar bu çalışmadan faydalananarak aralık nôtrosifik beşli küme ve aralık küme değerli nôtrosifik beşli kümeleri karar verme uygulamalarında kullanılabilir hale getirebilir ve farklı karar verme metotlarını bu kümeler üzerinde uygulayabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Smarandache F. (1998) Neutrosophy: Neutrosophic Probability, Set and Logic, Rehoboth, Amer. Research Press
- [2] Broumi, S., Smarandache, F., Talea, M., & Bakali, A. (2016). An introduction to bipolar single valued neutrosophic graph theory. In Applied Mechanics and Materials (Vol. 841, pp. 184-191). Trans Tech Publications Ltd.
- [3] Chatterjee, R.; Majumdar, P.; Samanta, S.K. (2016) On some similarity measures and entropy on quadri partitioned single valued neutrosophic sets. J. Int. Fuzzy Syst. 30, 2475–2485.
- [4] Sinha, K., & Majumdar, P. (2020). Bipolar quadripartitioned single valued neutrosophic sets. *Proyecciones (Antofagasta)*, 39(6), 1597-1614.
- [5] Şahin M., Kargın A., Doğan K. (2022) Nötrosifik Beşli Sayılar ve Küme Değerli Nötrosifik Beşli Sayılar, Başkent 3. Uluslararası Multidisipliner Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 23-25 Eylül 2022, Ankara, Türkiye
- [6] Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y., & Sunderraman, R. (2010). Single valued neutrosophic sets. *Multispace and Multistructure*.4, 410-413.

ARALIK NÖTROSOFİK BEŞLİ SAYILAR VE ARALIK KÜME DEĞERLİ NÖTROSOFİK BEŞLİ SAYILAR

Dr. Abdullah KARGIN

Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Gaziantep, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0003-4314-5106

Prof. Dr. Memet ŞAHİN

Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Gaziantep, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-1066-1641

ÖZET

Bu çalışmada nütrosolik beşli kümelerin ve aralık nütrosolik kümelerin genellemesi olarak aralık nütrosolik beşli kümeler ve aralık nütrosolik beşli sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Böylece, nütrosolik beşli kümelerin ve aralık nütrosolik kümelerin birlikte kullanıldığı yeni bir yapı elde edildi. Ayrıca küme değerli nütrosolik beşli kümelerin ve aralık nütrosolik kümelerin genellemesi olarak aralı küme değerli nütrosolik beşli kümeler ve aralık küme değerli nütrosolik beşli sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Böylece, küme değerli nütrosolik beşli kümelerin ve aralık nütrosolik kümelerin birlikte kullanıldığı yeni bir yapı elde edildi. Elde edilen bu yeni yapı yardımıyla cebirsel yapılara ve karar verme uygulamalarına yeni yöntemler eklenebilir.

Anahtar Kelimeler: Nütrosolik Kümeler, Aralık Nütrosolik Kümeler, Nütrosolik Beşli Kümeler, Küme Değerli Nütrosolik Beşli Kümeler, Aralık Nütrosolik Beşli Kümeler, Aralık Küme Değerli Nütrosolik Beşli Kümeler

INTERVAL NEUTROSOPHIC QUINTUPLE NUMBERS AND INTERVAL SET VALUED NEUTROSOPHIC QUINTUPLE NUMBERS

ABSTRACT

In this study, as generalizations of neutrosophic quintuple sets and interval neutrosophic sets, interval neutrosophic quintuple sets and interval neutrosophic quintuple numbers is defined and their basic properties is given. Thus, a new structure was obtained in which neutrosophic quintuple sets and interval neutrosophic sets is used together. As generalizations of set valued neutrosophic quintuple sets and interval neutrosophic sets, interval set valued neutrosophic quintuple sets and interval set valued neutrosophic quintuple numbers is defined and their basic properties is given. Thus, a new structure was obtained in which set valued neutrosophic quintuple sets and interval neutrosophic sets is used together. With the help of this new structure, new methods can be added to algebraic structures and decision making applications.

Keywords: Neutrosophic Sets, Interval Neutrosophic Sets, Neutrosophic Quintuple Sets, Set Valued Neutrosophic Quintuple Sets, Interval Neutrosophic Quintuple Sets, Interval Set Valued Neutrosophic Quintuple Sets

GİRİŞ

Nötrosofik mantık ve nötrosofik küme kavramından meydana gelen nötrosofik teori [1] Florentin Smarandache tarafından 1998 yılında tanımlandı. Nötrosofik küme teorisindeki her bir eleman üyelik fonksiyonu T , belirsizlik fonksiyonu I ve üye olmama fonksiyonu F tarafından oluşmaktadır. Bu fonksiyonlar birbirinden bağımsız olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle, nötrosofik mantıkta tüm olası durumlar incelenmektedir. Bundan dolayı nötrosofik küme teorisi hemen hemen bütün bilim dallarında ve hemen bütün karar verme yöntemlerinde kullanılmıştır.

Wang ve ark. 2005'te aralık nötrosofik kümeleri ve mantığı tanımladılar [2]. Aralık nötrosofik kümeler, nötrosofik teori ve karar verme problemlerinde önemli bir role sahiptir. Aralık nötrosofik kümelerde değer olarak aralıkların kullanılması, bu kümeyi birçok problem çözümünde diğer kümelerden üstün kılar. Çünkü bir karar verme durumunda kesin bir yargıya varmak çoğu zaman zor olsa da, aralık olarak verilen bir karar daha faydalı olacaktır. Bu nedenle, birçok araştırmacı aralık nötrosofik kümeler ve mantık üzerine çalışmalar yaptı.

Chatterjee ve ark. 2016' da dört parçalı nötrosofik kümeleri tanımladı [3]. Dört bölümlü nötrosofik kümelerde nötrosofik kümelerden farklı olarak belirsizlik fonksiyonu I yerine C ve U fonksiyonları yer almaktadır. Pramanik 2022' de aralık dört parçalı nötrosofik kümeleri tanımladı [4]. Böylece, aralık nötrosofik kümelerin ve dört parçalı nötrosofik kümelerin özelliklerini sağlayan yeni bir küme elde edildi.

Şahin ve ark. 2022'de nötrosofik beşli küme ve nötrosofik beşli sayılar tanımlandı [5]. Nötrosofik dörtlü kümelerin ve dört parçalı nötrosofik kümelerin bir genelleştirilmiş hali olan bu yeni küme hem nötrosofik dörtlü kümelerin hem de dört parçalı nötrosofik kümelerin özelliklerini sağlamaktadır.

Bu çalışmanın Ön Bilgiler Bölümünde, çalışmada kullanılacak temel tanı ve özelliklere yer verildi. Araştırma ve Bulgular Bölümünde aralık nötrosofik beşli küme ve aralık nötrosofik beşli sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Nötrosofik beşli kümelerin ve aralık nötrosofik kümelerin bir genelleştirilmiş hali olan bu yeni küme hem nötrosofik beşli kümelerin hem de aralık nötrosofik kümelerin özelliklerini sağlamaktadır. Böylece hem nötrosofik beşli

kümeler için hem de aralık nôtrosifik kümeler için yeni bir yapı elde etmiş olduk. Ayrıca, bu çalışmada aralık küme değerli nôtrosifik beşli küme ve aralık küme değerli nôtrosifik beşli sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Bu yapı elde edilirken, nôtrosifik beşli küme ve nôtrosifik beşli sayılardaki reel sayılar yerine kümeler alındı. Sonuç Bölümünde ise çalışmada elde edilen sonuçlar ve gelecek çalışmalar için öneriler verildi.

ÖN BİLGİLER

Tanım 2.1: [6] X bir evrensel küme olsun. $\forall x \in X$,

$$0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$$

olmak üzere,

$$T_A: X \rightarrow [0,1], I_A: X \rightarrow [0,1] \text{ ve } F_A: X \rightarrow [0,1]$$

fonksiyonları ile X üzerinde bir A tek değerli nôtrosifik küme;

$$A = \{(x, T_A(x), I_A(x), F_A(x)) : x \in X\}$$

şeklinde tanımlanır. Burada $T_A(x), I_A(x), F_A(x)$ sırasıyla $x \in X$ 'in doğruluk, kararsızlık ve yanlışlık derecesidir

Tanım 2.2: [2] A , boştan farklı bir küme olsun. N , aralık nôtrosifik kümesi

$$N = \{ \langle a: [T_{N(a)}^l, T_{N(a)}^u], [I_{N(a)}^l, I_{N(a)}^u], [F_{N(a)}^l, F_{N(a)}^u], \rangle, a \in A \}$$

şeklinde tanımlanır. Burada,

$$[T_{N(a)}^l, T_{N(a)}^u], [I_{N(a)}^l, I_{N(a)}^u] \text{ ve } [F_{N(a)}^l, F_{N(a)}^u] \text{ birer aralık,}$$

$$T_N^l: A \rightarrow [0,1], T_N^u: A \rightarrow [0,1] \text{ doğruluk fonksiyonları,}$$

$$I_N^l: A \rightarrow [0,1], I_N^u: A \rightarrow [0,1] \text{ belirsizlik fonksiyonları;}$$

$$F_N^l: A \rightarrow [0,1], F_N^u: A \rightarrow [0,1] \text{ yanlışlık fonksiyonlarıdır.}$$

Definition 2.3: [2]

$$N_1 = \{ \langle a: [T_{N_1(a)}^l, T_{N_1(a)}^u], [I_{N_1(a)}^l, I_{N_1(a)}^u], [F_{N_1(a)}^l, F_{N_1(a)}^u], \rangle, a \in A \}$$

ve

$$N_2 = \{ \langle a: [T^l_{N_2(a)}, T^u_{N_2(a)}], [I^l_{N_2(a)}, I^u_{N_2(a)}], [F^l_{N_2(a)}, F^u_{N_2(a)}], \rangle, a \in A \}$$

iki aralık nütrosifik küme olsun.

i) N_2, N_1 'in alt kümesidir ($N_2 \subseteq^1 N_1$) ancak ve ancak

$$T^l_{N_1(a)} \geq T^l_{N_2(a)}, T^u_{N_1(a)} \geq T^u_{N_2(a)},$$

$$I^l_{N_1(a)} \leq I^l_{N_2(a)}, I^u_{N_1(a)} \leq I^u_{N_2(a)},$$

$$F^l_{N_1(a)} \leq F^l_{N_2(a)}, F^u_{N_1(a)} \leq F^u_{N_2(a)}.$$

ii) $N_1 \cup N_2 =$

$$\{ \langle a: [\max\{T^l_{N_1(a)}, T^l_{N_2(a)}\}, \max\{T^u_{N_1(a)}, T^u_{N_2(a)}\}], \quad [\min\{I^l_{N_1(a)}, I^l_{N_2(a)}\}, \min\{I^u_{N_1(a)}, I^u_{N_2(a)}\}], \quad [\min\{F^l_{N_1(a)}, F^l_{N_2(a)}\}, \min\{F^u_{N_1(a)}, F^u_{N_2(a)}\}] \rangle, a \in A \}.$$

iv) $N_1 \cap N_2 =$

$$\{ \langle a: [\min\{T^l_{N_1(a)}, T^l_{N_2(a)}\}, \min\{T^u_{N_1(a)}, T^u_{N_2(a)}\}], \quad [\max\{I^l_{N_1(a)}, I^l_{N_2(a)}\}, \max\{I^u_{N_1(a)}, I^u_{N_2(a)}\}], \quad [\max\{F^l_{N_1(a)}, F^l_{N_2(a)}\}, \max\{F^u_{N_1(a)}, F^u_{N_2(a)}\}] \rangle, a \in A \}.$$

Tanım 2.2: [4] A, boştan farklı bir küme olsun. N, aralık dört parçalı nütrosifik kümesi

$$N = \{ \langle a: [T^l_{N(a)}, T^u_{N(a)}], [U^l_{N(a)}, U^u_{N(a)}], [C^l_{N(a)}, C^u_{N(a)}], [F^l_{N(a)}, F^u_{N(a)}], \rangle, a \in A \}$$

şeklinde tanımlanır. Burada,

$$[T^l_{N(a)}, T^u_{N(a)}], [I^l_{N(a)}, I^u_{N(a)}] \text{ ve } [F^l_{N(a)}, F^u_{N(a)}] \text{ birer aralık,}$$

$$T^l_N : A \rightarrow [0,1], T^u_N : A \rightarrow [0,1] \text{ doğruluk fonksiyonları,}$$

$U^l_N : A \rightarrow [0,1], U^u_N : A \rightarrow [0,1]$ bilinmezlik fonksiyonları;

$C^l_N : A \rightarrow [0,1], C^u_N : A \rightarrow [0,1]$ çelişki fonksiyonları;

$F^l_N : A \rightarrow [0,1], F^u_N : A \rightarrow [0,1]$ yanlışlık fonksiyonlarıdır.

Tanım 2.4: [5] Bir nötrosifik beşli sayı,

$$(b_1, b_2 T, b_3 U, b_4 C, b_5 F)$$

şeklinde gösterilir. Burada; T, U, C ve F bileşenleri dört parçalı nötrosifik mantıktaki doğruluk, bilinmezlik, çelişki ve yanlışlık fonksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{R}$ veya $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{C}$.

Ayrıca, bir nötrosifik beşli küme

$$NBK = \{(b_1, b_2 T, b_3 U, b_4 C, b_5 F) : b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{R} \text{ veya } b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{C}\}$$

şeklinde gösterilir. Burada, $(b_1, b_2 T, b_3 U, b_4 C, b_5 F)$; bir sayıyı, fikri, objeyi vb. temsil eder. “ b_1 ” bilinen kısım ve $(b_2 T, b_3 U, b_4 C, b_5 F)$ ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

Tanım 2.5 [5]: $b_1 = (b_{11}, b_{12} T, b_{13} U, b_{14} C, b_{15} F)$ ve $b_2 = (b_{21}, b_{22} T, b_{23} U, b_{24} C, b_{25} F)$ iki nötrosifik beşli sayı olsun. $+, -, *_1, *_2, \#_1, \#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$i) b_1 + b_2 = (b_{11} + b_{21}, (b_{12} + b_{22})T, (b_{13} + b_{23})U, (b_{14} + b_{24})C, (b_{15} + b_{25})F)$$

$$ii) b_1 - b_2 = (b_{11} - b_{21}, (b_{12} - b_{22})T, (b_{13} - b_{23})U, (b_{14} - b_{24})C, (b_{15} - b_{25})F)$$

$$iii) T < U < C < F \text{ olmak üzere}$$

$$b_1 *_1 b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22})T, (b_{11}b_{23} + b_{12}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{22} + b_{13}b_{23})U, (b_{11}b_{24} + b_{12}b_{24} + b_{13}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{22} + b_{14}b_{23} + b_{14}b_{24})C, (b_{11}b_{25} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{22} + b_{15}b_{23} + b_{15}b_{24} + b_{15}b_{25})F)$$

$$iv) T < C < U < F \text{ olmak üzere}$$

$$b_1 * b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22})T, (b_{11}b_{23} + b_{12}b_{23} + b_{14}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{22} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{24})U, (b_{11}b_{24} + b_{12}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{22} + b_{14}b_{24})C, (b_{11}b_{25} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{22} + b_{15}b_{23} + b_{15}b_{24} + b_{15}b_{25})F)$$

v) $T > U > C > F$ olmak üzere

$$b_1 \# b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22} + b_{12}b_{23} + b_{12}b_{24} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{22} + b_{14}b_{22} + b_{15}b_{22})T, (b_{11}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{23} + b_{13}b_{24} + b_{15}b_{23})U, (b_{11}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{24} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{24})C, (b_{11}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{25})F)$$

vi) $T > C > U > F$ olmak üzere

$$b_1 \# b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22} + b_{12}b_{23} + b_{12}b_{24} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{22} + b_{14}b_{22} + b_{15}b_{22})T, (b_{11}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{25} + b_{15}b_{23})U, (b_{11}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{13}b_{24} + b_{14}b_{23} + b_{14}b_{24} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{24})C, (b_{11}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{25})F)$$

Tanım 2.6: [5] N bir küme ve $P(N)$, N kümesinin kuvvet kümesi olsun. Bir küme değerli nötrosifik beşli sayı

$$(B_1, B_2 T, B_3 U, B_4 C, B_5 F)$$

şeklinde gösterilir. Burada; T, U, C ve F bileşenleri dört parçalı nötrosifik mantıktaki doğruluk, bilinmezlik, çelişki ve yanlışlık fonksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 \in P(N)$. Ayrıca, bir küme değerli nötrosifik beşli küme

$$KNBK = \{(B_1, B_2 T, B_3 U, B_4 C, B_5 F) : B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 \in P(N)\}$$

şeklinde gösterilir. Burada, $(B_1, B_2 T, B_3 U, B_4 C, B_5 F)$; bir sayıyı, fikri, objeyi, topluluğu vb. temsil eder. “ B_1 ” bilinen kısım ve $(B_2 T, B_3 U, B_4 C, B_5 F)$ ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

Tanım 2.7: [5] $B_1 = (B_{11}, B_{12}T, B_{13}U, B_{14}C, B_{15}F)$ ve $B_2 = (B_{21}, B_{22}T, B_{23}U, B_{24}C, B_{25}F)$ iki küme değerli nôtrosifik beşli sayı olsun. $\cup, \cap, \setminus, A', *_1, *_2, \#_1, \#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$i) B_1 \cup B_2 = (B_{11} \cup B_{21}, (B_{12} \cup B_{22})T, (B_{13} \cup B_{23})U, (B_{14} \cup B_{24})C, (B_{15} \cup B_{25})F)$$

$$ii) B_1 \cap B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, (B_{12} \cap B_{22})T, (B_{13} \cap B_{23})U, (B_{14} \cap B_{24})C, (B_{15} \cap B_{25})F)$$

$$iii) B_1 \setminus B_2 = (B_{11} \setminus B_{21}, (B_{12} \setminus B_{22})T, (B_{13} \setminus B_{23})U, (B_{14} \setminus B_{24})C, (B_{15} \setminus B_{25})F)$$

$$iv) B' = (B'_{11}, B'_{12}T, B'_{13}U, B'_{14}C, B'_{15}F)$$

$$v) T < U < C < F \text{ olmak üzere}$$

$$B_1 *_1 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{21}) \cup (B_{12} \cap B_{22}))T, ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{13} \cap B_{23}))U, ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{14} \cap B_{24}))C, ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{24}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))F)$$

$$vi) T < C < U < F \text{ olmak üzere}$$

$$B_1 *_2 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{21}) \cup (B_{12} \cap B_{22}))T, ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{24}))U, ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{24}))C, ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{24}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))F)$$

$$vii) T > U > C > F \text{ olmak üzere}$$

$$B_1 \#_1 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{22}))T, ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{23}))U, ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{24}))C, ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))F)$$

viii) $T > C > U > F$ olmak üzere

$$B_1 \#_2 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{22}))T, ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{23}))U, ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{14} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{24}))C, ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))F)$$

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Aralık Nötrosofik Beşli Kümeler

Tanım 3.1: Bir aralık nötrosofik beşli sayı,

$$(b_1, b_2[T^l, T^u], b_3[U^l, U^u], b_4[C^l, C^u], b_5[F^l, F^u])$$

şeklinde gösterilir. Burada; $T^u, T^l, U^u, U^l, C^u, C^l, F^u, F^l$ bileşenleri aralık dört parçalı nötrosofik mantıktaki doğruluk, bilinmezlik, çelişki ve yanlışlık fonksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{R}$ veya $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{C}$.

Ayrıca, bir aralık nötrosofik beşli küme

$$NBK = \{(b_1, b_2[T^l, T^u], b_3[U^l, U^u], b_4[C^l, C^u], b_5[F^l, F^u]): b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{R} \text{ veya } b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 \in \mathbb{C}\}$$

şeklinde gösterilir. Burada,

$$(b_1, b_2[T^l, T^u], b_3[U^l, U^u], b_4[C^l, C^u], b_5[F^l, F^u])$$

bir sayıyı, fikri, objeyi vb. temsil eder.

$$“b_1”$$

bilinen kısım ve

$$(b_2[T^l, T^u], b_3[U^l, U^u], b_4[C^l, C^u], b_5[F^l, F^u])$$

ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

Sonuç 3.2: Bir aralık nütrosifik beşli küme; nütrosifik beşli küme ve aralık nütrosifik küme özelliklerinden meydana gelmektedir ve bu yapıların özelliklerini beraber barındıran yeni bir yapıdır.

Tanım 3.3: $b_1 = (b_{11}, b_{12}[T^l, T^u], b_{13}[U^l, U^u], b_{14}[C^l, C^u], b_{15}[F^l, F^u])$

$$b_2 = (b_{21}, b_{22}[T^l, T^u], b_{23}[U^l, U^u], b_{24}[C^l, C^u], b_{25}[F^l, F^u])$$

iki aralık nütrosifik beşli sayı olsun. $+$, $-$, $*_1$, $*_2$, $\#_1$, $\#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\text{i) } b_1 + b_2 = (b_{11} + b_{21}, (b_{12} + b_{22}) [T^l, T^u], (b_{13} + b_{23}) [U^l, U^u], (b_{14} + b_{24}) [C^l, C^u], (b_{15} + b_{25}) [F^l, F^u])$$

$$\text{ii) } b_1 - b_2 = (b_{11} - b_{21}, (b_{12} - b_{22}) [T^l, T^u], (b_{13} - b_{23}) [U^l, U^u], (b_{14} - b_{24}) [C^l, C^u], (b_{15} - b_{25}) [F^l, F^u])$$

$$\text{iii) } T^u > U^u > C^u > F^u \text{ ve } T^l < U^l < C^l < F^l \text{ olmak üzere}$$

$$\begin{aligned} b_1 *_1 b_2 = & (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22})[T^l, T^u], (b_{11}b_{23} + b_{12}b_{23} + b_{13}b_{21} + \\ & b_{13}b_{22} + b_{13}b_{23})[U^l, U^u], (b_{11}b_{24} + b_{12}b_{24} + b_{13}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{22} + b_{14}b_{23} + \\ & b_{14}b_{24})[C^l, C^u], (b_{11}b_{25} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{22} + \\ & b_{15}b_{23} + b_{15}b_{24} + b_{15}b_{25})[F^l, F^u]) \end{aligned}$$

iv) $T^u > C^u > U^u > F^u$ ve $T^l < C^l < U^l < F^l$ olmak üzere

$$b_1 *_2 b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22})[T^l, T^u], (b_{11}b_{23} + b_{12}b_{23} + b_{14}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{22} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{24})[U^l, U^u], (b_{11}b_{24} + b_{12}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{22} + b_{14}b_{24})[C^l, C^u], (b_{11}b_{25} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{22} + b_{15}b_{23} + b_{15}b_{24} + b_{15}b_{25})[F^l, F^u])$$

v) $T^u < U^u < C^u < F^u$ ve $T^l > U^l > C^l > F^l$ olmak üzere

$$b_1 \#_1 b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22} + b_{12}b_{23} + b_{12}b_{24} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{22} + b_{14}b_{22} + b_{15}b_{22})[T^l, T^u], (b_{11}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{25} + b_{14}b_{23} + b_{13}b_{24} + b_{15}b_{23})[U^l, U^u], (b_{11}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{14}b_{24} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{24})[C^u, C^l], (b_{11}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{25})[F^l, F^u])$$

vi) $T^u < C^u < U^u < F^u$ ve $T^l > C^l > U^l > F^l$ olmak üzere

$$b_1 \#_2 b_2 = (b_{11}b_{21}, (b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21} + b_{12}b_{22} + b_{12}b_{23} + b_{12}b_{24} + b_{12}b_{25} + b_{13}b_{22} + b_{14}b_{22} + b_{15}b_{22})[T^l, T^u], (b_{11}b_{23} + b_{13}b_{21} + b_{13}b_{23} + b_{13}b_{25} + b_{15}b_{23})[U^l, U^u], (b_{11}b_{24} + b_{14}b_{21} + b_{13}b_{24} + b_{14}b_{23} + b_{14}b_{24} + b_{14}b_{25} + b_{15}b_{24})[C^l, C^u], (b_{11}b_{25} + b_{15}b_{21} + b_{15}b_{25})[F^l, F^u])$$

Örnek 3.4: $b_1 = (0, 1[T^l, T^u], 2[U^l, U^u], 3[C^l, C^u], 4[F^l, F^u])$

$$b_2 = (5, 4[T^l, T^u], 3[U^l, U^u], 2[C^l, C^u], 1[F^l, F^u])$$

iki aralık nütrosifik beşli sayı olsun

$$i) b_1 + b_2 = (5, 5[T^l, T^u], 5[U^l, U^u], 5[C^l, C^u], 5[F^l, F^u])$$

$$\text{ii) } b_1 - b_2 = (-5, -3[T^l, T^u], -1[U^l, U^u], 1[C^l, C^u], 3[F^l, F^u])$$

$$\text{iii) } T^u > U^u > C^u > F^u \text{ ve } T^l < U^l < C^l < F^l \text{ olmak üzere}$$

$$b_1 *_1 b_2 = (0, 9[T^l, T^u], 27[U^l, U^u], 53[C^l, C^u], 66[F^l, F^u])$$

$$\text{iv) } T^u > C^u > U^u > F^u \text{ ve } T^l < C^l < U^l < F^l \text{ olmak üzere}$$

$$b_1 *_2 b_2 = (0, 9[T^l, T^u], 40[U^l, U^u], 35[C^l, C^u], 66[F^l, F^u])$$

$$\text{v) } T^u < U^u < C^u < F^u \text{ ve } T^l > U^l > C^l > F^l \text{ olmak üzere}$$

$$b_1 \#_1 b_2 = (0, 51[T^l, T^u], 43[U^l, U^u], 32[C^l, C^u], 24[F^l, F^u])$$

$$\text{vi) } T^u < C^u < U^u < F^u \text{ ve } T^l > C^l > U^l > F^l \text{ olmak üzere}$$

$$b_1 \#_2 b_2 = (0, 51[T^l, T^u], 30[U^l, U^u], 45[C^l, C^u], 24[F^l, F^u])$$

$$\text{Özellik 3.5: } b_1 = (b_{1_1}, b_{1_2}[T^l, T^u], b_{1_3}[U^l, U^u], b_{1_4}[C^l, C^u], b_{1_5}[F^l, F^u]),$$

$$b_2 = (b_{2_1}, b_{2_2}[T^l, T^u], b_{2_3}[U^l, U^u], b_{2_4}[C^l, C^u], b_{2_5}[F^l, F^u])$$

$$b_3 = (b_{3_1}, b_{3_2}[T^l, T^u], b_{3_3}[U^l, U^u], b_{3_4}[C^l, C^u], b_{3_5}[F^l, F^u])$$

üç aralık nütrosifik beşli sayı olsun.

$$\text{i) } b_1 + b_2 = b_2 + b_1, (b_1 + b_2) + b_3 = b_1 + (b_2 + b_3)$$

$$\text{ii) } b_1 *_1 b_2 = b_2 *_1 b_1, (b_1 *_1 b_2) *_1 b_3 = b_1 *_1 (b_2 *_1 b_3)$$

$$b_1 *_2 b_2 = b_2 *_2 b_1, (b_1 *_2 b_2) *_2 b_3 = b_1 *_2 (b_2 *_2 b_3)$$

$$\text{iii) } b_1 \#_1 b_2 = b_2 \#_1 b_1, (b_1 \#_1 b_2) \#_1 b_3 = b_1 \#_1 (b_2 \#_1 b_3)$$

$$b_1 \#_2 b_2 = b_2 \#_2 b_1, (b_1 \#_2 b_2) \#_2 b_3 = b_1 \#_2 (b_2 \#_2 b_3)$$

Aralık Küme değerli Nötrosifik Beşli Kümeler

Tanım 4.1: N bir küme ve P(N), N kümesinin kuvvet kümesi olsun. Bir aralık küme değerli nötrosifik beşli sayı

$$(B_1, B_2[T^l, T^u], B_3[U^l, U^u], B_4[C^l, C^u], B_5[F^l, F^u])$$

şeklinde gösterilir. Burada; $T^u, T^l, U^u, U^l, C^u, C^l, F^u, F^l$ bileşenleri aralık dört parçalı nötrosifik mantıktaki doğruluk, bilinmezlik, çelişki ve yanlışlık fonksiyonlarıdır. Bunun yanı sıra $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 \in P(N)$.

Ayrıca, bir aralık küme değerli nötrosifik beşli küme

$$NBK = \{(B_1, B_2[T^l, T^u], B_3[U^l, U^u], B_4[C^l, C^u], B_5[F^l, F^u]): B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 \in P(N)\}$$

şeklinde gösterilir. Burada,

$$(B_1, B_2[T^l, T^u], B_3[U^l, U^u], B_4[C^l, C^u], B_5[F^l, F^u])$$

bir sayıyı, fikri, objeyi vb. temsil eder.

$$“B_1”$$

bilinen kısım ve

$$(B_2[T^l, T^u], B_3[U^l, U^u], B_4[C^l, C^u], B_5[F^l, F^u])$$

ise bilinmeyen kısım olarak adlandırılır.

Sonuç 4.2: Bir aralık küme değerli nötrosifik beşli küme; küme değerli nötrosifik beşli küme ve aralık nötrosifik küme özelliklerinden meydana gelmektedir ve bu yapıların özelliklerini beraber barındıran yeni bir yapıdır.

$$\textbf{Tanım 4.3: } B_1 = (B_{11}, B_{12}[T^l, T^u], B_{13}[U^l, U^u], B_{14}[C^l, C^u], B_{15}[F^l, F^u])$$

$$B_2 = (B_{21}, B_{22}[T^l, T^u], B_{23}[U^l, U^u], B_{24}[C^l, C^u], B_{25}[F^l, F^u])$$

iki aralık küme değerli nütrosifik beşli sayı olsun. $\cup, \cap, \setminus, A', *_1, *_2, \#_1, \#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

Tanım 4.4: $B_1 = (B_{11}, B_{12}[T^l, T^u], B_{13}[U^l, U^u], B_{14}[C^l, C^u], B_{15}[F^l, F^u])$

$$B_2 = (B_{21}, B_{22}[T^l, T^u], B_{23}[U^l, U^u], B_{24}[C^l, C^u], B_{25}[F^l, F^u])$$

iki aralık küme değerli nütrosifik beşli sayı olsun. $\cup, \cap, \setminus, A', *_1, *_2, \#_1, \#_2$ işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\text{i) } B_1 \cup B_2 = (B_{11} \cup B_{21}, (B_{12} \cup B_{22})[T^l, T^u], (B_{13} \cup B_{23})[U^l, U^u], (B_{14} \cup B_{24})[C^l, C^u], (B_{15} \cup B_{25})[F^l, F^u])$$

$$\text{ii) } B_1 \cap B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, (B_{12} \cap B_{22})[T^l, T^u], (B_{13} \cap B_{23})[U^l, U^u], (B_{14} \cap B_{24})[C^l, C^u], (B_{15} \cap B_{25})[F^l, F^u])$$

$$\text{iii) } B_1 \setminus B_2 = (B_{11} \setminus B_{21}, (B_{12} \setminus B_{22})[T^l, T^u], (B_{13} \setminus B_{23})[U^l, U^u], (B_{14} \setminus B_{24})[C^l, C^u], (B_{15} \setminus B_{25})[F^l, F^u])$$

$$\text{iv) } B' = (B'_{11}, B'_{12}[T^l, T^u], B'_{13}[U^l, U^u], B'_{14}[C^l, C^u], B'_{15}[F^l, F^u])$$

$$\text{v) } T^u > U^u > C^u > F^u \text{ ve } T^l < U^l < C^l < F^l \text{ olmak üzere}$$

$$\begin{aligned} B_1 *_1 B_2 = & (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{21}) \cup (B_{12} \cap B_{22}))[T^l, T^u], ((B_{11} \cap B_{23}) \\ & \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{13} \cap B_{23}))[U^l, U^u], ((B_{11} \cap B_{24}) \cup \\ & (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup \\ & (B_{14} \cap B_{24}))[C^l, C^u], ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup \\ & (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{24}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))[F^l, F^u]) \end{aligned}$$

$$\text{vi) } T^u > C^u > U^u > F^u \text{ ve } T^l < C^l < U^l < F^l \text{ olmak üzere}$$

$$B_1 *_2 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{21}) \cup (B_{12} \cap B_{22}))[T^l, T^u], ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{24}))[U^l, U^u], ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{24}))[C^l, C^u], ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{24}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))[F^l, F^u])$$

vii) $T^u < U^u < C^u < F^u$ ve $T^l > U^l > C^l > F^l$ olmak üzere

$$B_1 \#_1 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{22}))[T^l, T^u], ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{15} \cap B_{23}))[U^l, U^u], ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{14} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{24}))[C^l, C^u], ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))[F^l, F^u])$$

viii) $T^u < C^u < U^u < F^u$ ve $T^l > C^l > U^l > F^l$ olmak üzere

$$B_1 \#_2 B_2 = (B_{11} \cap B_{21}, ((B_{11} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{22}) \cup (B_{12} \cap B_{23}) \cup (B_{12} \cap B_{24}) \cup (B_{12} \cap B_{25}) \cup (B_{13} \cap B_{22}) \cup (B_{14} \cap B_{22}) \cup (B_{15} \cap B_{22}))[T^l, T^u], ((B_{11} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{23}) \cup (B_{13} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{23}))[U^l, U^u], ((B_{11} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{21}) \cup (B_{13} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{23}) \cup (B_{14} \cap B_{24}) \cup (B_{14} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{24}))[C^l, C^u], ((B_{11} \cap B_{25}) \cup (B_{15} \cap B_{21}) \cup (B_{15} \cap B_{25}))[F^l, F^u])$$

Özellik 4.5: $B_1 = (B_{11}, B_{12}[T^l, T^u], B_{13}[U^l, U^u], B_{14}[C^l, C^u], B_{15}[F^l, F^u])$,

$$B_2 = (B_{2_1}, B_{2_2}[T^l, T^u], B_{2_3}[U^l, U^u], B_{2_4}[C^l, C^u], B_{2_5}[F^l, F^u])$$

$$B_3 = (B_{3_1}, B_{3_2}[T^l, T^u], B_{3_3}[U^l, U^u], B_{3_4}[C^l, C^u], B_{3_5}[F^l, F^u])$$

üç aralık küme değerli nôtrosifik beşli sayı olsun.

$$i) B_1 \cup B_2 = B_2 \cup B_1, (B_1 \cup B_2) \cup B_3 = B_1 \cup (B_2 \cup B_3)$$

$$ii) B_1 \cap B_2 = B_2 \cap B_1, (B_1 \cap B_2) \cap B_3 = B_1 \cap (B_2 \cap B_3)$$

$$iii) B_1 *_1 B_2 = B_2 *_1 B_1, (B_1 *_1 B_2) *_1 B_3 = B_1 *_1 (B_2 *_1 B_3)$$

$$B_1 *_2 B_2 = B_2 *_2 B_1, (B_1 *_2 B_2) *_2 B_3 = B_1 *_2 (B_2 *_2 B_3)$$

$$iv) (B_1 \cup B_2) \cap B_3 = (B_1 \cap B_3) \cup (B_2 \cap B_3)$$

$$v) (B_1 \cap B_2) \cup B_3 = (B_1 \cup B_3) \cap (B_2 \cup B_3)$$

$$vi) B_1 \#_1 B_2 = B_2 \#_1 B_1, (B_1 \#_1 B_2) \#_1 B_3 = B_1 \#_1 (B_2 \#_1 B_3)$$

$$B_1 \#_2 B_2 = B_2 \#_2 B_1, (B_1 \#_2 B_2) \#_2 B_3 = B_1 \#_2 (B_2 \#_2 B_3)$$

SONUÇ

Bu çalışmada aralık nôtrosifik beşli sayılar ve aralık küme değerli nôtrosifik beşli sayılar tanımlandı ve temel özellikleri verildi. Nôtrosifik beşli kümelerin ve aralık nôtrosifik kümelerin genelleştirilmiş bir hali olan bu yeni kümeler hem nôtrosifik beşli kümelerin hem de aralık nôtrosifik kümelerin özelliklerini sağlamaktadır. Özellikle cebirsel yapılarda kullanılabilecek bu kümeler sayesinde araştırmacılar cebirsel yapıları aralık nôtrosifik küme ve küme değerli nôtrosifik beşli sayılar üzerinde yeniden tanımlayabilir. Nôtrosifik beşli kümelerdeki belirsizliği, çelişki ve bilinmezlik olarak iki parçaya ayırmak ve değerleri aralık olarak almak uygulamalarda daha objektif çözüm elde edebilmek için kullanılabilir. Bu

sebeple araştırmacılar bu çalışmadan faydalanarak aralık nötrosofik beşli küme ve aralık küme değerli nötrosofik beşli kümeleri karar verme uygulamalarında kullanılabilir hale getirebilir ve farklı karar verme metotlarını bu kümeler üzerinde uygulayabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Smarandache F. (1998) Neutrosophy: Neutrosophic Probability, Set and Logic, Rehoboth, Amer. Research Press
- [2] H. Wang, F. Smarandache, Y.Q. Zhang and R. Sunderraman, Interval neutrosophic sets and logic: Theory and applications in computing, Hexis, Phoenix, AZ, 2005
- [3] Chatterjee, R.; Majumdar, P.; Samanta, S.K. (2016) On some similarity measures and entropy on quadri partitioned single valued neutrosophic sets. J. Int. Fuzzy Syst. 30, 2475–2485.
- [4] Pramanik, S. (2022). Interval quadripartitioned neutrosophic sets. *Neutrosophic Sets & Systems*, 51.
- [5] şahin M., Kargın A., Doğan K. (2022) Nötrosofik Beşli Sayılar ve Kme Değerli Nötrosofik Beşli Sayılar, Başkent 3. Uluslararası Multidisipliner Bilimsel alışmalar Kongresi, 23-25 Eylül 2022, Ankara, Türkiye
- [6] Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y., & Sunderraman, R. (2010). Single valued neutrosophic sets. *Multispace and Multistructure*.4, 410-413.

MATHEMATICAL MODEL AND SIMULATION OF MODIFIED SIRD MODEL ON COVID-19 OUTBREAK IN INDIA

N. K. SETHY

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

D. MOHANTY

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

G. MAHANTA

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

S. SHAW

Department of Mathematics Botswana International University of Science and Technology, Private Bag 16, Palapye, Botswana

ABSTRACT

A worldwide unexpected explosion is created by COVID-19 and which gives a great challenges for health and economic conditions. It is energizing globally one of the biggest problem, even after Government has taken a proactive still growth of COVID-19 is raises continually. So that questions arises regarding its extent and servility. In the present article uses SIRD model for estimations of parameter and successful prediction of COVID-19. Further, various technique utilized for optimization such as (PSO - Particle Swarn Optimization), (G- Gradient) and PS-Pattern Search. For instance, the simulation study like PSO with or without G and G+PS+G is ongoing for pandemic assessment. The infection rate, death rate, and production rate have been estimated over 60 days to 70 days and 4.78 respectively utilized the optimum results due to various regions. The India has passed its peak duration with more than 81% recovery and death rate only 1.59%. An analysis of short duration around 15 days is considered against reported data which validates the developments for the effectiveness model for ongoing pandemic assessment.

Introduction

The novel corona virus disease 2019 (COVID-19) has created one of the biggest challenges in the history of mankind. With over 63.89 million positive cases and 1.48 million deaths as of 1 December 2020 (e.g. Corona virus Update (Live), 2020), the COVID-19 continues to its deadly killing spree in all corners of the world. The disease caused by SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) is primarily spread between people during close contact mainly via small droplets produced by coughing, sneezing and talking (e.g. Wang and Du, 2020; Liu et al., 2020). It is the third virus of corona family and other two are SARS-CoV (Severe Acute Respiratory Syndrome Corona virus) and MERS-CoV (Middle East Respiratory Syndrome Corona virus) (Misra et al., 2020). Compared to the other two viruses, SARS-Cov-2 not only display sun usual epidemiological traits but the number of deaths

associated with it also exceeds greatly. This poses a colossal threat to the global public health and economy (Wu et al., 2020). The first case was reported in late December 2019 in Wuhan, Hubei, China and after that despite the radical measures taken by various countries to contain it; the number of COVID-19 patients grew exponentially across the globe. As a result of this, World Health Organization (WHO) declared this pneumonia a pandemic on 11 March 2020, a first of its kind since World War II (Chatterjee et al., 2020; Ndairou et al., 2020). The symptoms of COVID-19 are around 80% mild (which include fever, cough and shortness of breath with the mean incubation period of 5–6 days), 13.8% severe and 6.2% critical (which include respiratory failure, septic shock, and/or multiple organ failure). The median time for mild and severe/critical patients from the onset to clinical recovery is approximately 2 weeks and 3–6 weeks respectively (Bedford et al., 2020). Further, it has been found that the deadly effect of COVID-19 is also associated with demographic conditions such as population, population density, age structure and so forth and pre-existing medical condition of an individual. The COVID-19 has triggered one of the largest annual migrations in the world which resulted in a rapid global spread of the virus. Because of this, the epidemic center was shifted to Europe and now to USA which has already more than 117,834 deaths by 14 June 2020 (Jung and Agulto, 2020; Alamo et al., 2020). India has also felt the impact of this global pandemic with the first reported case on 30 January 2020 which gradually increased to 519 positive cases and 40 deaths by 24 March 2020 (MoHFW, 2020). In the absence of any vaccine, Indian policy makers, like other countries, have implemented a nationwide lockdown which after some relaxations still continues as of the submission date of this study on 3 December 2020. The situation in overpopulated countries like India is very threatening as even after 60 days of lockdown exponential growth in the number of infected people is observed. Currently, the ever-infected people in India have already crossed 9.48 million. Moreover, with significantly increased testing rate per million population (which is still much less as compared to others), a greater number of cases are expected to come. The rate of corona virus tests performed per million in most impacted countries as of 26 November 2020 is shown in Figure 1. As impact of health on severe economic measures are well known, policymakers in India, like others, are facing a difficult situation when trying to balance between draconian public health actions and keeping the economy alive.

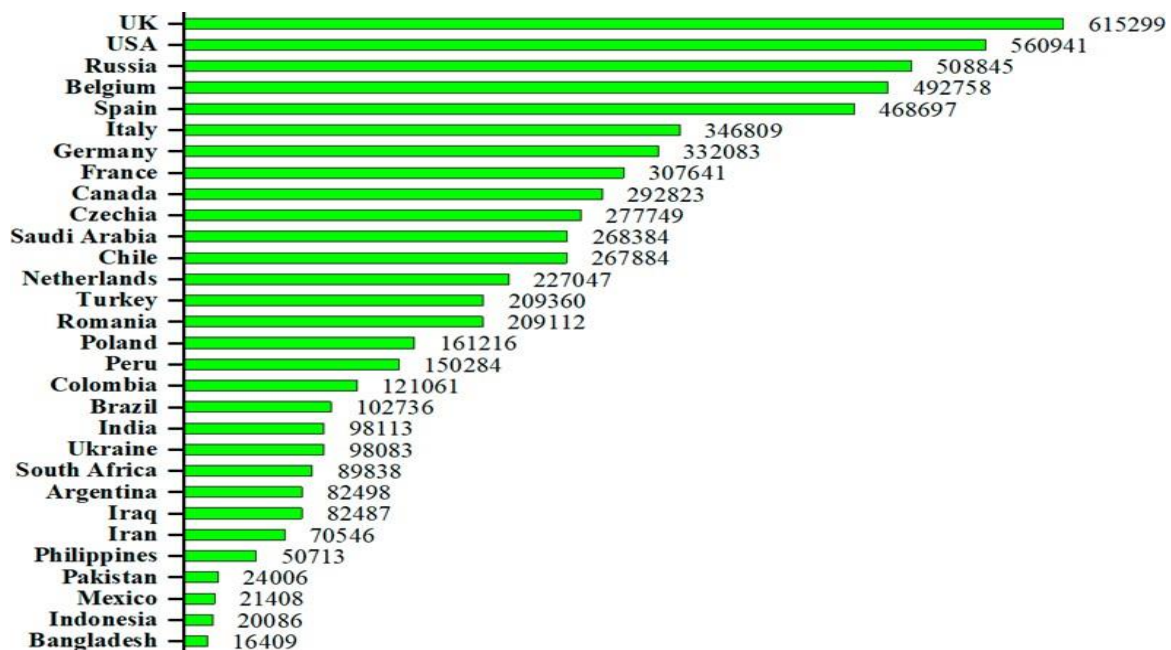


Fig.1. Testing performance corona virus (Per million) of 26 countries in November 2020
(McKibbin and Fernando, 2021)

Due to the lack of previous exposure and still unknown behavior of the novel corona virus, future prediction of its spread and acquired herd-immunity cannot be properly anticipated. Nevertheless, the epidemiological models could help in understanding the dynamics of COVID-19. Moreover, this will help the authorities in optimum resource sharing including medical infrastructure and administrative service (COVID-19, 2020). A number of heuristic models have been proposed to predict COVID-19 outbreak which may be broadly categorized into time series and compartment models. Long term prediction, especially for the current pandemic using time series models (which are mainly based on exponential (COVID-19, 2020) or logistic (Remuzzi and Remuzzi, 2020) curve fitting and are used to describe infection data using scarce (or none) physical meaning parameters), should be avoided. On the other hand, compartment models provide right trade-off between the ease of solution, need of having physical-based parameters and the limited available data of the ongoing epidemic (Batista, 2020; Lalwani et al., 2020). The study of spread of infectious disease using compartment model started in 1927 when Kermack–McKendrick gave their theory (Reis et al.) leading to the introduction of SIR (Susceptible- Infected-Recovered) model and their successors. In this, the total population of interest, based on the infection status, is subdivided into small compartments (susceptible, exposed, infected, recovered etc.) and the flow between these compartments is governed by ordinary differential equations.

The present investigation utilizes the SIRD model, one of the basic compartment models, to evaluate and forecast the COVID-19 outbreak in India. In order to incorporate some of the proactive action staken by India, various parameters including dynamic behavior of infection, recovery and death rate have been considered. Although the key parametric values required for modeling are published by WHO from time to time but they represent the global average. Therefore, in this study, these parameters have been estimated using various optimization techniques. Based on the optimum fitting to Indian outbreak, best parametric values have been chosen which are further utilized by the model for predicting the COVID-19 pandemic in India.

The key contributions of this paper are highlighted below:

- An efficient forecasting model to forecast the infected, recovered and death cases of the COVID-19 in India based on available epidemiological data.
- A maiden attempt to evaluate the effectiveness of PSO, G and PS with their hybrid combinations for prediction in Indian context, to the best knowledge and belief of authors.
- Estimation of key parametric values for SIRD modeling in context of India rather than utilizing the median values published by WHO.

The SIRD Model

The compartment models are based on the assumption that every individual in the compartment must exhibit same characteristics. The main reason of choosing SIRD model in the present analysis is its simplicity and easy implementation among other compartment models along with high robustness in elucidating the evolution of the pandemic. In SIRD model, the total population of interest is subdivided into Susceptible (S) (number of people that might be infected), Infected (I) (number of people already infected), Recovered (R) (number of people that have been recovered) and Death (D) (number of deaths occurred). The schematic of SIRD model has been illustrated in Figure 2.

The model has been developed with constant population ($N = 1.35$ billion). The birth rate and death rate are assumed to be same for the period of interest; hence vital dynamics have no impact on total population. Although circumstantial cases are found in the literature for re-infected people but their infection rate appears negligible (Lan et al., 2020; Bao et al., 2020). Hence, the probability rate of re-susceptible once recovered from the infection has not been considered. The ordinary differential equations describing the evolution of population in each compartment over time for the present SIRD model (Chatterjee et al., 2020) are reported in equations (1)–(4).

$$\frac{ds}{dt} = \frac{\beta SI}{N}$$

(1)

$$\frac{ds}{dt} = \frac{\beta SI}{N} \frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \alpha I - \mu I$$

(2)

$$\frac{dR}{dt} = \alpha I$$

(3)

$$\frac{dD}{dt} = \mu I$$

(4)

where, β represents the rate of transmission(infection), α represents the rate of recovery and μ represents the death rate. S is the number of people susceptible to disease. I represents the number of people ever infected. R is the number of people who recovered and D represents the number of people who died. The total population under consideration is represented by N .

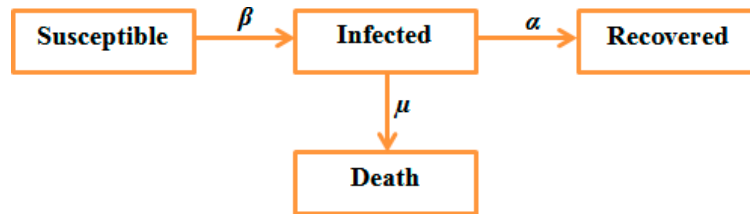


Figure2.Schematic of SIRD model.

A susceptible person becomes infected by coming into ample contact with an infectious person and the probability of being infected is directly proportional to the product of fraction of infected (I/N) and susceptible population. A fraction of infected people can recover whose recovery is directly proportional to the recovery rate and inversely proportional to the average duration of infection as illustrated in equation(3). Moreover, a fraction of critically infected population may die which is directly proportional to the case fatality rate or lethality of disease and inversely proportional to the average duration between the infection and death as shown in equation (4). Equations (1)–(4) are not independent because of the consideration of a closed population for diseases with nation-wide outbreak and low lethality rate (like COVID-19) and therefore, they all must follow the relation

$$N=S +I+R+D.$$

(5)

Hence, values from any of these five equations can be determined using the other four and their initial values are taken from the available data (MoHFW, 2020).

The Evolutionary Kinematic of COVID-19

Most of the available simple compartment models (SIR (Miller, 2017), SIRD (Chatterjee et al., 2020) and SEIR (Jiao et al., 2020), etc.) are based on the constant kinematics of β , α and μ which are explained in Equations (1)–(4). Based on these factors, they describe the epidemic growth until a very large population is being infected and achieve herd immunity (Rai et al., 2020). However, due to the momentous influence of various suppression strategies (such as social distancing and lockdown) taken by policymakers and new findings on the epidemic, an accurate forecasting based on the growth of its kinematics becomes cumbersome.

The Infection Rate(β)

The infection or transmission rate (β) is generally used as a fitting parameter to describe the epidemic. However, on account of various aggressive mitigation and suppression strategies taken by government for the current epidemic, the number of adequate contacts per person per unit time decreases drastically. Hence, in this work, to capture the behavioral changes by mitigation and suppression steps, a time varying β as described in equation (6) is considered.

$$\beta(t) = \begin{cases} \beta_0, & t < t_{\text{lockdown}} \\ \beta_0 e^{-\frac{t-t_{\text{lockdown}}}{\tau\beta} + \beta_1}, & t \leq t_{\text{lockdown}} \end{cases} \quad (6)$$

As per the previous findings, β depends upon three characteristic values β_0 , β_1 and $\tau\beta$ (Caccavo, 2020). There is an initial high value β_0 and a final value β_1 , which for all practical purposes is assumed to be zero considering along enough isolation period. After lockdown, β decays exponentially from β_0 to β_1 . Finally, $\tau\beta$ represents the settling time and it has been assumed that at $t = 3\tau\beta$, transmission rate is decreased to 90% of its initial value.

The Recovery Rate(α)

For COVID-19 being a new disease with inadequate known characteristics, the recovery rate may not be constant. It mainly depends upon the policies adopted by various countries, existing health care system, new clinical findings about the disease, ability of doctors and medical staff

to quickly learn new therapeutic and unorthodox procedure for detection and treatment and so forth. Hence, the recovery time gradually decreases from its initial high value to a constant value which is inversely proportional to the mean infection period. In this work, the recovery rate (α) has been modeled with a logistic function (Torrealba-Rodriguez et al., 2020) which is expressed as

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \frac{\alpha_1}{e^{(-t+c_a)}} \quad , \quad (7)$$

where, α_0 represents the initial recovery rate and $\alpha_0 + \alpha_1$ represents the final recovery rate after τ_α duration

The Death Rate (μ)

Like any other infectious disease, the death rate of any new disease cannot be constant. Usually, it is initially high due to lack of awareness about the disease and hence, only severe cases are detected. However, with increasing awareness and introduction of dedicated treatment methods, the death rate decreases gradually and finally, settles down to a long-term mortality rate. Moreover, with the introduction of various non-pharmaceutical interventions (like social distancing and lockdown), the number of new infected reduces drastically which in turn reduces death rate. Based on this background, a time varying death rate as described by equation (8) is considered in the present analysis.

$$\mu(t) = \begin{cases} \mu_0, & t < t_{\text{lockdown}} \\ \mu_0 e^{\frac{t-t_{\text{lockdown}}}{\tau_\mu}} + \mu_1, & t \geq t_{\text{lockdown}} \end{cases} \quad (8)$$

where, μ_0 and μ_1 represent the initial and final death rate respectively. Here, it is assumed that after τ_μ

duration, μ reduces by 90% of its initial value.

The Reproduction Number(R)

The reproduction number, R_0 is a very crucial parameter in any epidemic. Most of the statistical models of COVID-19 are based on R_0 . It basically explains the number of cases each infected

case can directly generate considering all individual susceptibility of infection (Fraser et al., 2009). It is simply a threshold which is used to determine the nature of any disease being an epidemic ($R_0 > 1$) or not ($R_0 < 1$). Generally, the higher the value of R_0 , the tougher it is to control the epidemic.

For basic compartment model (SIR), R_0 calculated by equation (9) as

$$R_0 = \frac{\text{Typical time unit removal}}{\text{Typical time in contacts}} = \frac{\beta}{\alpha} \quad , \quad (9)$$

The normalized infected population (Jiao et al., 2020) may be calculated by equation (10)

$$i = \frac{I}{N} \quad , \quad (10)$$

where, i represent the normalized infected population. R_0 for SIRD model can be calculated from equation (11) which is obtained by putting equation (10) in equation (2)

$$\frac{di}{dt} = \frac{\beta S i}{N} - \alpha i - \mu i \quad . \quad (11)$$

On putting equation(11) equal to zero. It approaches to equation(12) as

$$\begin{cases} \frac{di}{dt} = 0, \\ \frac{\beta S i}{N} - \alpha i - \mu i = 0. \end{cases} \quad (12)$$

Since, normalized infected population cannot be zero and therefore, equation(12) may be modified as equation (13)

$$\frac{\beta S}{(\alpha + \mu)N} = 1 \quad . \quad (13)$$

Further, R_0 may be defined by equation(14)

$$\frac{\beta S}{(\alpha + \mu)N} = R_0.$$

(14)

Moreover, at the initial phase of outbreak, everyone is susceptible (SN). Because of very large population with reasonably low total infected, SN holds true at any time, therefore, equation (13) is equivalent to equation (15) as

$$\frac{\beta S}{(\alpha + \mu)} = R_0.$$

(15)

Conclusively, if β is greater than $\alpha + \mu$, then the disease is epidemic; else it will die out. Since, it is usually a mathematical parameter with no physical meaning, it alone cannot describe the true nature of any disease (Heffernan et al., 2005).

Stability Analysis

To analyze the stability of the disease-free equilibrium (DFE) in terms of the reproduction number, let it is defined by equation(16).

$$E_0 = (N, 0).$$

(16)

Moreover, Equations (1) and (2) yields that $0 \leq S$, $0 \leq I$ and $S + I \leq N$ and the set $\Omega = \{(S, I): S \geq 0; I \geq 0; S + I \leq N\}$ is a positively invariant compact set for the model. On considering the Lyapunov-LaSalle function as $V(S, I) = I$, the globally asymptotically stability has been analyzed using equation (17) as

$$V = I = \frac{\beta SI}{N} - (\alpha + \mu)I = I(R_0 - 1)(\alpha + \mu).$$

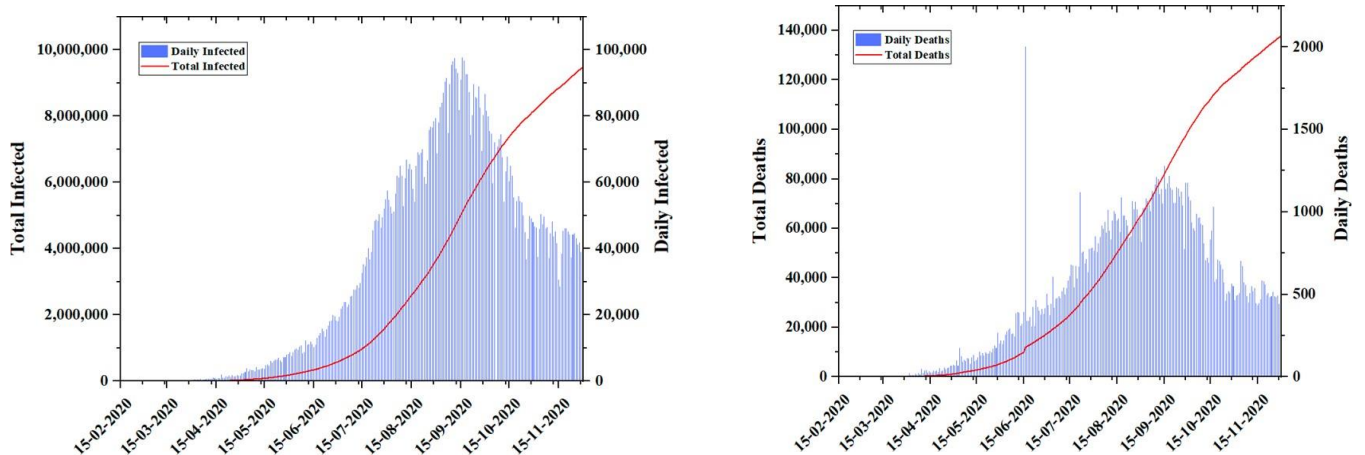
(17)

Furthermore $V = 0$ if $I = 0$ or $R_0 = 1$. Therefore, the largest invariant set contained in the set $L = \{(S, I) \in \Omega / V(S, I) = 0\}$, is reduced to DFE and is globally asymptotically stable in Ω .

The Epidemiological Data

The data utilized in the present investigation has been taken from the Ministry of Health and Family Welfare (MOHFW), Government of India (MoHFW, 2020) and publicly available dashboard of India Today (COVID-19 Tracker, 2020). Although, as stated

earlier, the very first case was found on 30 January 2020 but until 2 March 2020, all the infected cases were recovered and no new cases were reported. So, for this analysis, data from 3 March 2020 to 28 November 2020 has been considered. In the early phase of outbreak, all the positive cases are because of the overseas travelers and in response to that, India implemented travel ban on 12 March 2020. Although, some people have been migrated after this date but they are properly tested and quarantined. Moreover, considering high internal mobility due to festive season and very limited international migrations, the whole nation has been considered as a closed population in this analysis. The data available in therefore mentioned source provide details about the total active, cured / discharged, deaths and migrated. The total cumulative count has been estimated by summing all the available data and the number of incident cases (new daily cases) have been estimated by the difference of current and previous day cumulative count. For better visualization of data, the variations in cumulative and daily cases with respective dates have been illustrated in Figure 3a–c for infected, recovered and death respectively. The number of cumulative cases and new daily cases are represented on left side and right side respectively in each figure.



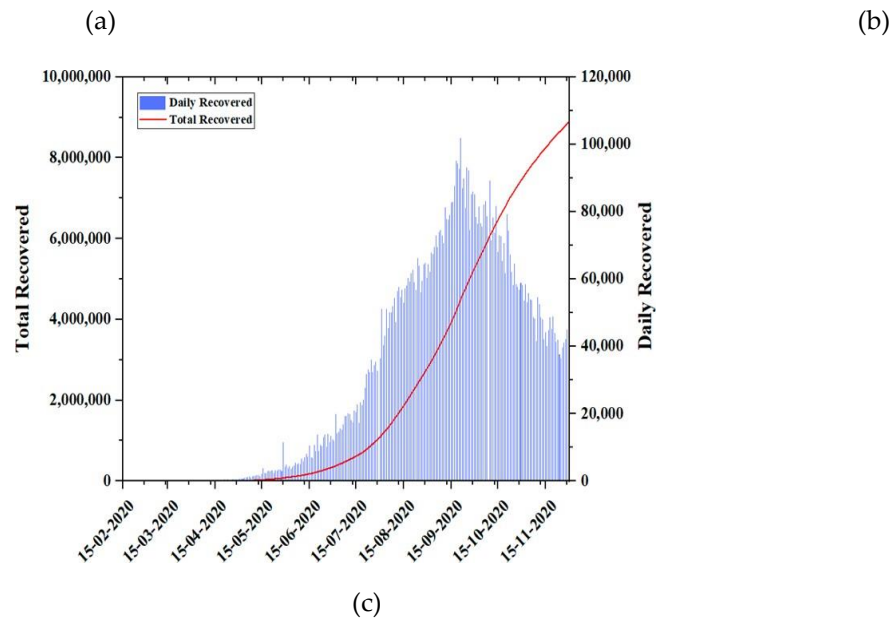


Fig.3 represents the new daily cases on left side and right sides are respectively for (a) infected (b) recovered (c) Death

Moreover, the population density of India is 464.1 per square kilometer which is amongst top 30 in the world and the total population of India is more than 1.38 billion (Countries by Population Density, 2020) (second largest on the globe) out of which more than 31% is urban population (Sudhira and Gururaja, 2012). The urban population resides in very dense clusters which creates a significant challenge for authorities to apply strict social distancing norms. To have a better visualization of COVID-19 spread, a surface plot for the top 10 most affected states in India up until 30 November 2020 has been sketched in Figure 4. It has been observed that the spread is asymmetrically distributed and these states carry about 75% cases out of total cases found in India, Maharashtra being the most affected. These states carry maximum proportion of Indian population and have a significant number of economic hubs in India which points towards their high population density than the average value. It validates that people in these states are compelled to live in highly dense clusters and containment of spread by social distancing norms is very difficult. However, the effect of population density and other such parameters towards the suppression of COVID-19 is beyond the scope of this study.

Model Simulation and Optimization

In the present investigation, the entire simulation work has been done on MATLAB2016a programming platform. The optimization of model parameters has been implemented by the minimization of residuals (objective function) estimated between available epidemiological data and modeling data with default settings. Therefore, if x_i and x represents the modeling

and experimental data at a certain time i respectively, then the residuals will be calculated as $J_i = x_i - \hat{x}$. Further, because cumulative data is highly correlated which may produce highly misleading results. Therefore, in this work the daily incident data of infected, recovered and deaths have been utilized. However, the incident data is not only independent but also greatly scattered as a result of which the ordinary least squares may generate in appropriate result. To overcome this problem, the bi-square M-estimator based regression method has been implemented which recalculates the residuals at a time according to equation(18) (Caccavo, 2020).

$$S(j_i) = \begin{cases} \frac{k^2}{6} \left(1 - \left(\frac{j_i^2}{k} \right)^3 \right) & \text{for } |j_i| \leq k \\ \frac{k^2}{6} & \end{cases} \quad (18)$$

where, $k = 5.38 \times$ Mean absolute deviation of the values in the residuals. Therefore, the impact of outliers ($|j_i| \leq k$) has been nullified. Further, in the present investigation three independent data sets (daily new infected, daily new recovered and daily new deaths) have been incorporated which converts the problem in a multi-objective function minimization. The weighted sum of single objective function $E(J_i)$ has been employed as the final objective function to estimate the goodness of fit between the model predicted and epidemiological data as described in Equation (19).

$$\arg \min \left\| \sum_i \frac{k_1 (S(j_i(I)))^2}{\|I\|} + \sum_i \frac{k_2 (S(j_i(R)))^2}{\|R\|} + \sum_i \frac{k_3 (S(j_i(D)))^2}{\|D\|} \right\|, \quad (19)$$

where, $k_1 = 20$, $k_2 = 50$ and $k_3 = 100$ have been empirically chosen to compensate the different order of magnitude between single objective functions. Further, this global objective function has been used to compute the parameters of developed model at global minima using proposed optimization techniques including pattern search (PS), particle swarm (PSO), gradient descent (G) and their hybrid.

Result and Discussion

The SIRD model presented in this study based upon ten parameters as discussed in

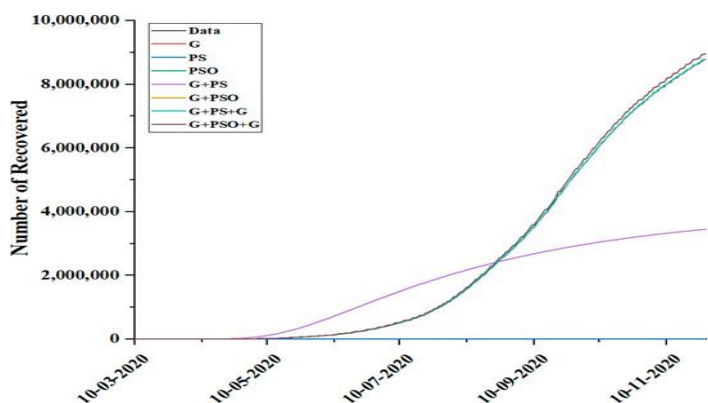
Section 3. Most of the reported articles on mathematical modeling for COVID-19 forecasting use some parameters which are based upon the median value given by WHO. However, due to the fact that the origin of the virus is still unknown, the use of these values may produce highly misleading parameters, resulting in wrong prediction. To avoid this pitfall, all the parameters except t_{lockdown} have been estimated using the evolutionary data. In order to validate the robustness of the estimated parameters, PSO, PS and G along with their combinations have been used. It has been found that the values of these estimated parameters greatly vary depending upon the optimization technique and level of hybridization used. The parametric values estimated by G and PS are highly misleading however, PSO estimates the optimum values. Simulated results also reveal that the parameters estimated by PSO with or without G are approximately same. However, hybridization of G with PSO only increases the complexity and simulation time without any fruitful advantage and it may be avoided. On the contrary side, a drastic impact of hybridization has been observed in the estimated parameters of PS and depending upon the level of hybridization, the estimated parameter approaches towards the values estimated by PSO. With level-1 hybridization, G followed by PS (G+PS), a variation of 4.8×10^{-2} (23.76%), 12.48(20.68%), 0.31×10^{-2} (13.54%), 0.951×10^{-2} (14.68%), 4.17 (9.56%), 5.93×10^{-2} (18.74%), 9.80×10^{-3} (136.11%) and 52.78(78.32%) in β_0 , τ_β , α_0 , α_1 , τ_α , μ_0 , μ_1 and τ_μ respectively with respect to PSO has been observed. However, with level-2 hybridization, G followed by PS followed by G (G + PS + G), almost same values of parameters as of PSO have been observed with a variation of 1×10^{-4} (0.05%), 0.03(0.05%), 0, 1×10^{-3} (1.54%), 0.65(1.49%), 1.9×10^{-4} (5.99%), 1.5×10^{-4} (20.83%) and 3.78(5.61%) in the respective values of β_0 , τ_β , α_0 , α_1 , τ_α , μ_0 , μ_1 and τ_μ . Therefore, with level-2 hybridization, the parametric values of PS have been greatly improved. The various estimated parameters and their bounds have been presented in Table 1. Also, the outbreak of COVID-19 in India can be viewed as from regional to national level and in response to this, various states applied lockdown and curfew. However, they are limited to a particular region only whereas, the nationwide lockdown was implemented on 25 March 2020. Hence, in this study, t_{lockdown} has been considered as 22days.

According to the parameters estimated in Table 1, the model values of infected, recovered and deaths have been generated using different optimization techniques and to find the best fit, it has been plotted in Figure 5a–c respectively. It has been found that G and PS based optimization alone produces worst fit to the available epidemiological data whereas, G + PS yield slightly better fitting; however, it is also unable to deliver optimum

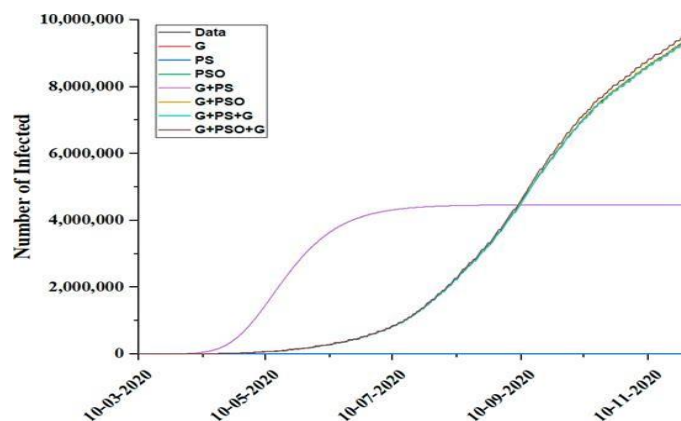
fit. This may be because of the reason that instead of finding global minima, they got stuck to local minima. However, when the objective function was minimized by PSO (with or without G) or G + PS + G, then global minima has been achieved and optimum fitting to the available data has been obtained. Moreover, although with level-2 hybridization, PS achieves global minima but it also enhances system complexity and simulation time. However, PSO alone can lead towards global minima as evident from Figure 5. Therefore, it has been assumed that the parameters estimated by PSO are the parameters of the Indian epidemiological data.

Table1.Estimated model parameters

parameter	range	Optimization Technique						
		G	PS	PSO	G+PS	G+PSO	G+PS+G	G+PSO+G
β_{perday}	[0,1]	3.55×10^{-9}	1.68×10^{-9}	0.202	0.25	0.2019	0.2021	0.2021
$T_{\beta \text{day}}$	[10,100]	10.00	10.00	60.34	47.86	60.38	60.31	60.34
$a_0 \text{perday}$	[0.01,0.1]	0.01	0.01	0.0229	0.0198	0.023	0.029	0.027
$a_1 \text{perday}$	[0.001,0.1]	0.09889	0.09759	0.06479	0.0743	0.06497	0.06577	0.06451
$T_a \text{day}$	[5,80]	78.69	65.43	43.63	39.46	43.69	42.98	43.62
$\mu_0 \text{perday}$	[0,0.5]	0.417	0.417	3.17×10^{-3}	6.26×10^{-2}	3.19×10^{-3}	3.36×10^{-3}	3.17×10^{-3}
$\mu_0 \text{perday}$	[0,0.1]	0.07	0.06	7.2×10^{-4}	1.7×10^{-3}	7.2×10^{-4}	8.7×10^{-4}	7.5×10^{-4}
$T_{\mu} \text{day}$	[10,60]	10.00	9.89	67.39	14.61	67.39	63.61	67.39



(a)



(b)

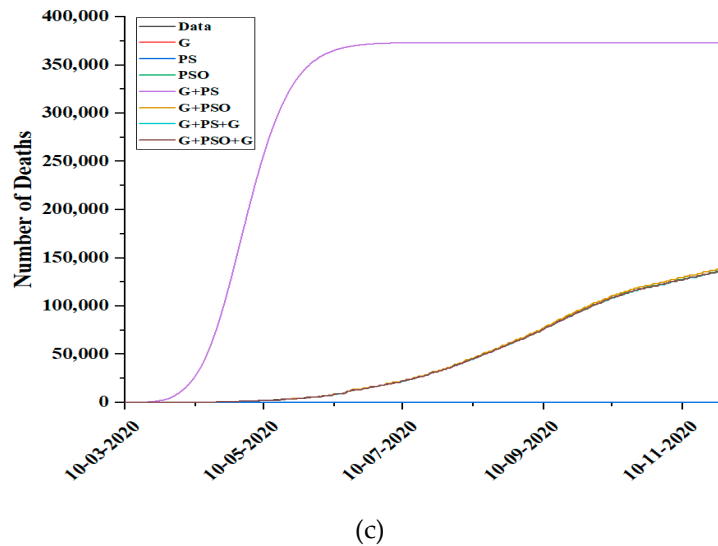
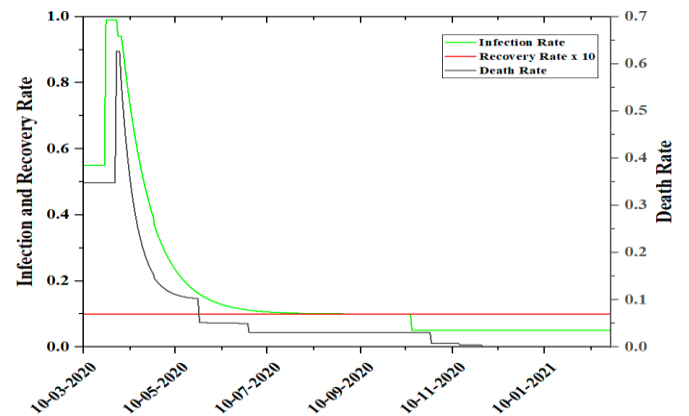
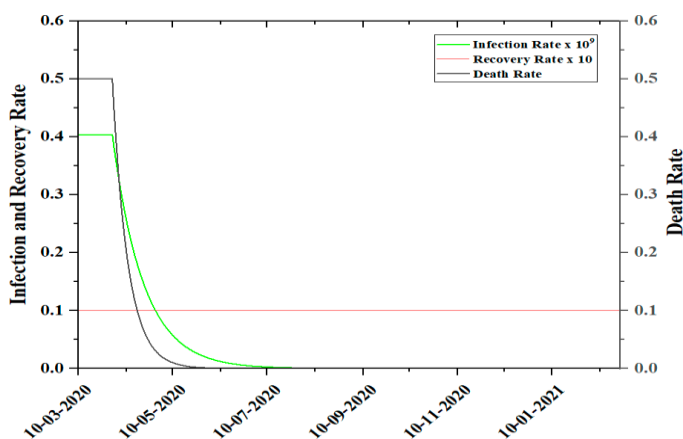


Figure 4.Comparative analysis of real time Indian epidemiologic data and fitted model by SIRD using various optimization techniques and their hybrid (a) Infected (b) Recovered (c) Deaths.

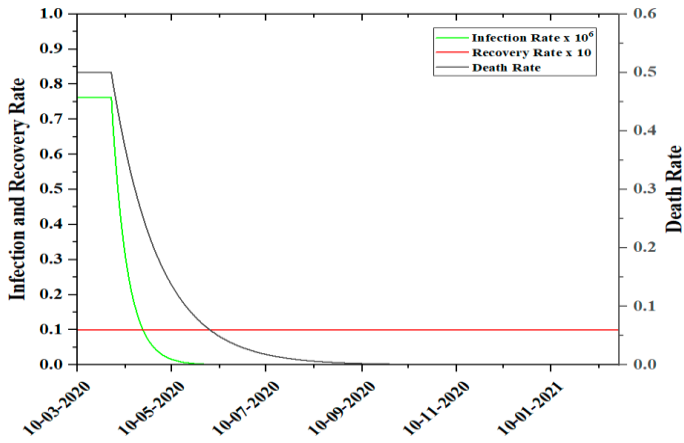
Based on the above findings, the modeling results for kinetic of infection, recovery and death rate obtained for Indian COVID-19 epidemiologic us in gall the above mentioned optimization techniques (G, PS, PSO, G+PS, G+PSO, G+PS+G and G+PSO+G) have been reported in Figure 6. Here, it is important to analyze the value of acquired modeling parameters, reported in Table 1 and plotted in Figure 6 to have some physical considerations. Assuming constant contact rate before lockdown, β remains constant in that duration and after that, due to isolation, it decreases exponentially with the characteristic time of $\tau\beta$ equals to 60 days. Therefore, after 180 days ($3\tau\beta$) from the onset of epidemiology, β reduces to 90%. The recovery parameters (α_0 , α_1 and $\tau\alpha$) are useful to detect the average number of days required for recovery (T_r). The kinetic of recovery has been found as constant which represents only severe cases have been observed and reported. Therefore, T_r has been calculated as 44 which is within the bounds of very severe infections (Bedford et al., 2020). The parameters associated with kinetic of death (μ_0 , μ_1 and $\tau\mu$) have been used to acquire the information regarding the average time between symptom and death. Considering the 4% death rate (Ma et al., 2020), average death time (T_d) gradually increases from 13 days until it reaches seven months from the onset of pandemic and achieves a long-term mortality rate. This can be described as at the start of pandemic; mostly severe cases have been reported.

Nevertheless, in spite of weak medical infrastructure, the factors like a very large young population, warmer weather conditions and humidity (What Is Herd Immunity and How Can We Achieve It With COVID-19, 2020) along with the awareness programs initiated by the government favor India in achieving long term lethality rate. Another important parameter to analyze the severity of infectious disease is R_0 and it has been regularly calculated using the parameters estimated in Table 1 with the help of equation (15). At the start of the outbreak, moderate initial value 3.22 has been observed that goes up to 9.78 by first week of May 2020. This is because at the beginning, it has been driven by high initial value of β and very low values of α and μ . However, on the application of social distancing norms, lockdown and other suppression strategies, it started to fall gradually and settle down to less than 1 after five months of outbreak. The average value has been calculated as 4.78 whereas in literature, the R_0 of 2.56 has been reported for India (World Health Statistics, 2019). However, based on the long enough duration of disease methods used for calculation, the estimated data can also be considered.

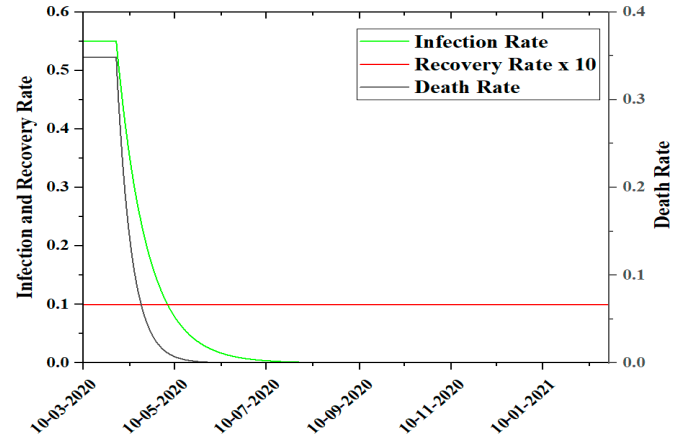
(a)



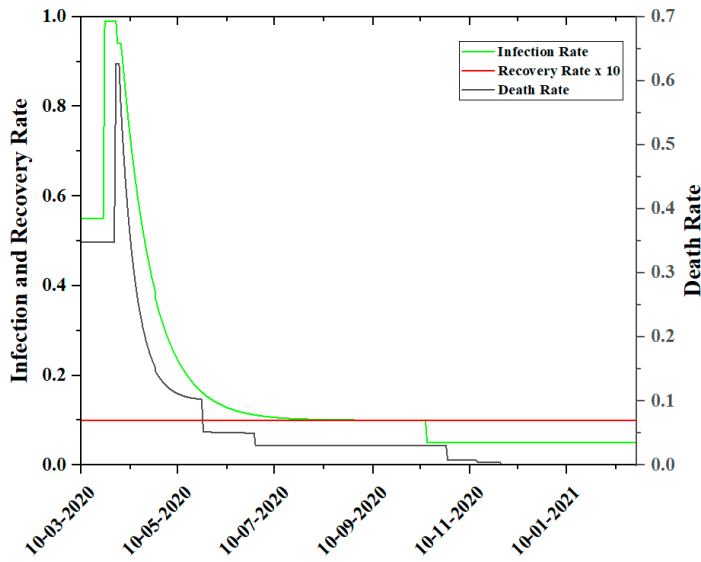
(b)



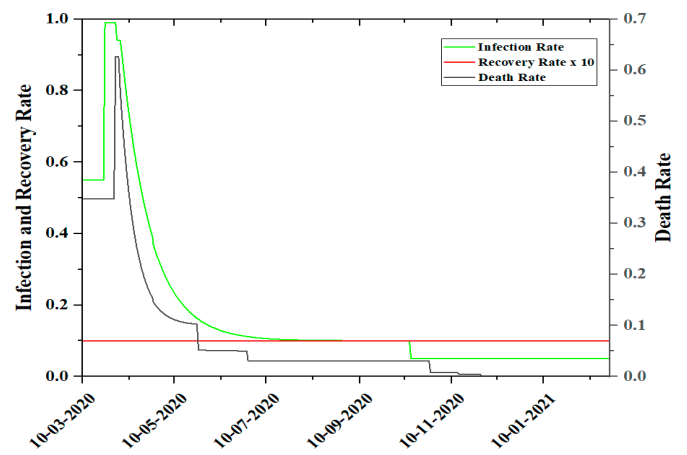
(c)



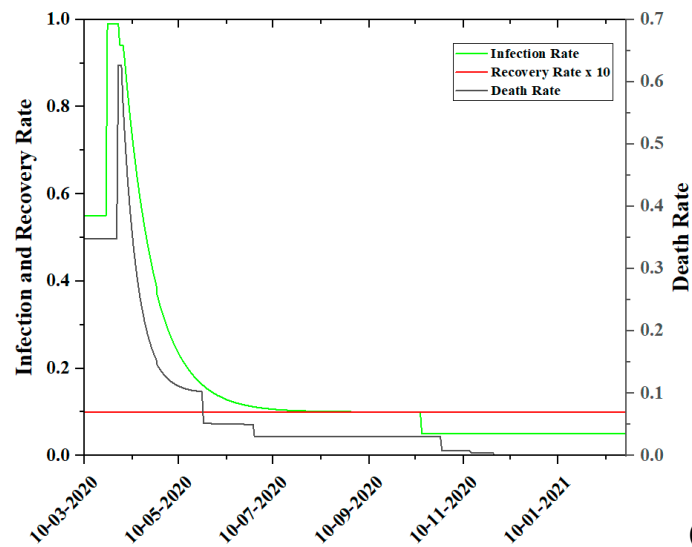
(d)



(e)



(f)



(g)

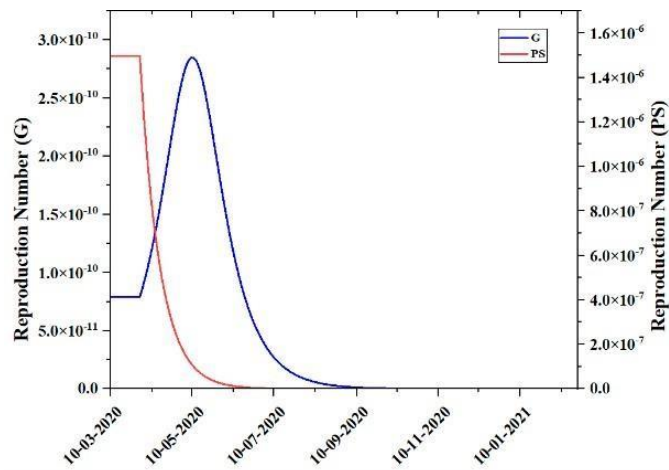
Figure 5. Kinematic of infection, recovery and death for Indian COVID-19 outbreak using (a) G (b) PS (c) PSO (d) G+PS (e) G+PSO (f) G+PS+G (g) G+PSO+G.

Moreover, when compared with the results obtained by PSO, G+PS+G also predicts similar value of T_r . However, the respective values of τ_β , τ_μ , T_d and initial and average R_0 are predicted by G+PS+G as 60.31, 63.61, 12, 3.07 and 4.6 and accordingly a very small variation with respect to PSO of 0.05%, 5.6%, 7.69%, 4.65% and 3.76% has been observed and hence, are also acceptable. The values of τ_β , T_r , τ_μ , T_d and initial and average R_0 obtained by all these techniques have been tabulated in Table 2. The variation in R_0 using G, PS, PSO, G+PS, G+PSO, G+PS+G and G+PSO+G have been demonstrated in Figure 7 respectively for better visualization.

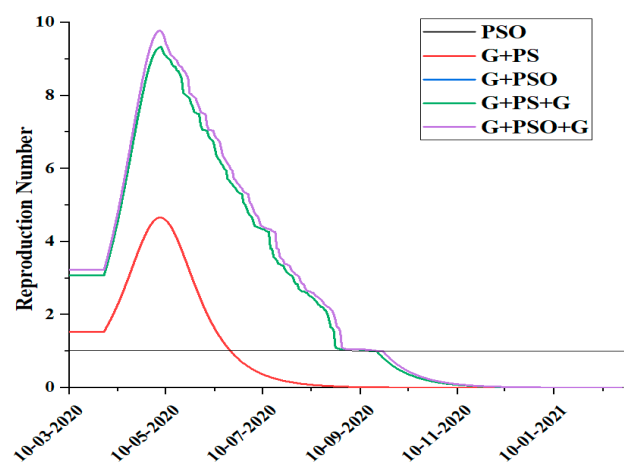
Table 2. Spread of COVID-19 outbreak.

Parameter	G	PS	PSO	G+PS	G+PSO	G+PS+G	G+PSO+G
T_β day	10.00	46.71	60.34	47.86	60.34	60.31	60.34
T_r day	100	46	44	51	44	44	44
T_μ day	10.00	18.68	67.39	14.61	67.39	63.61	67.39
T_d day	0.1	2	13	1	13	12	13
Initial R_0	7.9×10^{-11}	1.5×10^{-6}	3.22	1.53	3.22	3.07	3.22
Average R_0	0	9.89	4.78	2.7	4.78	4.6	4.78

The Indian outbreak prediction curves for COVID-19 using all these techniques for active infected, total ever infected, recovered and death have been demonstrated in Figure 8. It has been found that using PSO, the model predicts last week of September as the peak of Indian outbreak using optimum parameters and thereafter, the number of infected people will gradually decrease. However, at its peak, the number of active infected people predicted by the model is 1,025,407 and towards the end of simulation time (350 days), 273,586 and 10,738,028 active infected and ever infected people respectively, have been estimated. The total number of recovered and death towards the end of simulation of the ongoing pandemic have been predicted as 10,313,876 (96.05%) and 150,566 (1.40%) respectively. Interestingly, the model predicts same time as the peak of Indian outbreak by using G+PS+G also and the total active infected people have been estimated as 1,060,303 at that time. Furthermore, as compared to PSO, a respective difference in ever infected population of 0.21% and 0.08% has been observed at peak and end of simulation time. The values regarding the forecasting of COVID-19 outbreak in India by all these techniques have been presented in Table 3.



(a)



(b)

**Figure6.Dynamicbehaviorofreproductionnumber (a) G and PS
(b) PSO,G+PS,G+PSO,G+PS+G and G+ PSO+ G**

Table3.ForecastingofCOVID-19outbreak

parameter	G	PS	PSO	G+PS	G+PSO	G+PS+G	G+PSO+ G
P	0	0	200	103	200	198	199
I_P	62	62	1,025,407	2,629,547	1,025,303	1,060,303	1,077,462
R_P	4	4	4,739,742	986,113	4,734,007	4,267,800	4,270,367
D_P	0	0	92,610	370,437	92,610	86,635	85,141
$Total_{350}$	62	62	10,738,028	4,468,343	10,748,208	10,729,586	10,737,867
I_{350}	1.97×10^{-7}	3.02×10^{-11}	273,586	268,841	249,445	202,423	200,803
R_{350}	56.86	56.86	10,313,876	3,286,073	10,348,197	10,376,514	10,386,498
D_{350}	5.14	5.14	150,566	373,427	150,566	150,649	150,566

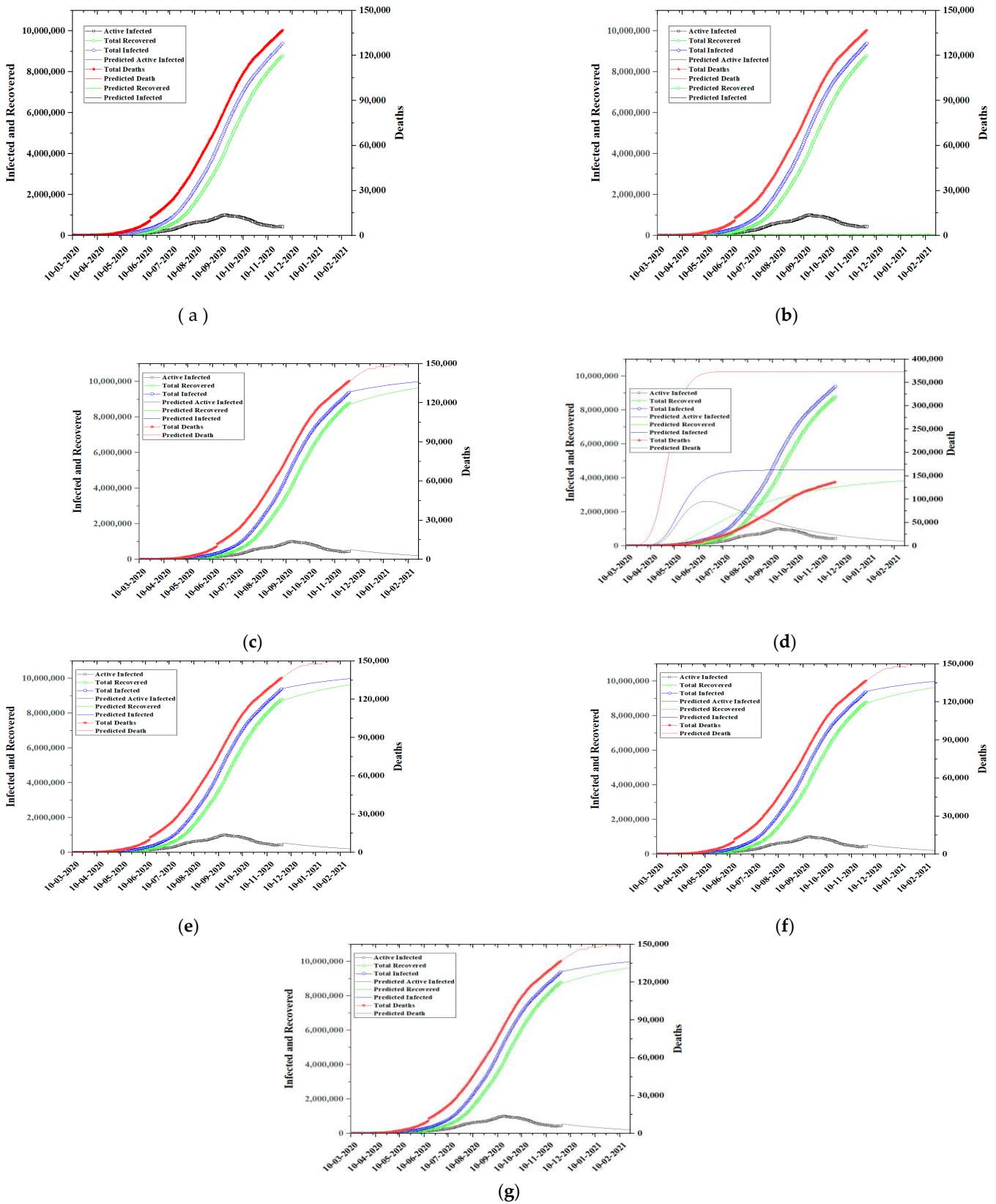


Figure7.Prediction curve of Indian COVID-19 using (a) G (b) PS (c) PSO (d) G+PS (e) G+PSO (f) G+PS+G (g) G+PSO+G.

Further, the short-term effectiveness of the developed models has been compared against actual pandemic values after 15 days (13 December 2020). The obtained results reveal that G, PS and G + PS are in capable to predict the epidemic; however, the models developed by employing any variant PSO and G + PS + G predict the values of I , R and D with significant accuracy (99%) which validates the efficiency of these developed models for accurate prediction of the ongoing pandemic. The obtained results along with reported data have been presented in Table 4.

Table4. Result validation.

parameter	range	Optimization Technique						
		G	PS	PSO	G+PS	G+PSO	G+PS+G	G+PSO+G
I	353,715	0	0	354,618	610,371	355,219	354,218	354,515
R	9,357,463	5	5	9,431,09	3,484,519	9,398,497	9,498,547	9,407,594
D	1,43,393	57	57	144,589	373,427	143,796	144,217	143,748

Conclusions

In the present investigation, the SIRD compartment model has been used for investigating the evolution and prediction of COVID-19 in India. To incorporate behavioral change in key parameters because of lockdown, social distancing and other non-pharmaceutical interventions, dynamic behavior of β , α , μ and hence, R_0 has been considered. The modeling parameters have been optimized using gradient(fmincon), particle swarm, pattern search and their hybrid. Through simulation-based investigation, it has been found that PSO along with any combination of G and G + PS + G produce almost identical results but considering the model complexity and time required for simulation, PSO has assumed to be the best optimization technique and therefore, τ_β of 60 days, τ_μ of 67 days and R_0 of 4.78 have been estimated. However, G, PS and G+PS did not yield optimum fitting, there by validating there in appropriateness in the current pandemic assessment. Based on the above parameters, model predicted last week of September as the peak duration of COVID-19 pandemic in India with more than 1,025,407 active infected people at its peak with an accuracy of 97% and even after 350 days from the onset of the pandemic, more than 273,586 people will remain infected with a total of ever infected people crosses 10.7 million. However, by that time, more than 96% people will be recovered and only around 1.4% death has been projected. It also anticipated that even at its peak, around 81% people have been recovered with 1.59% death which is far better than other countries.

Nonetheless, it also creates an alarming situation considering the fact that India is among the lowest health work force density (World Health Statistics, 2019) with the ratio of nurse to physicians only 0.6:1 as compared to 3:1 in developed countries (Rai et al., 2020). Despite the weak medical infrastructure, comparatively less severe pandemic has been observed which may be because of very high young population accompanied by proactive response by policy makers. However, constant recovery rate indicated that most of the reported cases in India are associated with severe infections. Therefore, the pandemic data could be extremely underestimated in total number of infected as well as recovered

Nomenclature

B	Infection(transmission)rate(per day)
A	Recovery rate(per day)
μ	Death rate (per day)
N	Total population
I	Number of infected
D	Number of deaths
IP	Number of active infected at peak
DP	Number of death at peak
Tr	Number of days required for recovery
G	Gradient Descent
$\tau\beta$	Characteristic time of infection (day)
$\tau\alpha$	Characteristic time of recovery (day)
$\tau\mu$	Characteristic time of death (day)
S	Susceptible population
R	Number of recovered
R_0	Reproduction number
RP	Number of recovered at peak
P	Peak day from the outbreak
Td	Time required in achieving long term mortality rate
PS	Pattern Search
PSO	Particle Swarm Optimization
$G+PS+G$	Gradient Descent followed by Pattern Search followed by Gradient Descent

G + PSO + G Gradient Descent followed by Particle Swarm Optimization followed by Gradient Descent

G + PS Gradient Descent followed by Pattern Search

G+ PSO Gradient Descent followed by Particle Swarm Optimization

tlockdown Number of days after which country wide lockdown implements from 3 March 2020

DFE Disease Free Equilibrium

References:

- Corona virus Update (Live), 2020 : 63,892,165 Cases and 1,480,163 Deaths from COVID-19 Virus Pandemic-World meter. Available online: <https://www.worldometers.info/coronavirus/> .
- Wang, J., Du, G., 2020, COVID-19 may transmit through aerosol. Irish Journal of Medical Science, 189, 1143–1144.
- Liu, R., Li, D., Kaewunruen, S., 2020, Role of Railway Transportation in the Spread of the Corona virus: Evidence from Wuhan-Beijing Railway Corridor. Front. Built Environ, 6, 190.
- Misra, S., Jeon, S., Lee, S., Managuli, R., Jang, I.S., Kim, C., 2020, Multi-Channel Transfer Learning of Chest X-ray Images for Screening of COVID-19. Electronics, 9, 1388.
- Wu, J.T., Leung, K., Leung, G.M., 2020, Nowcasting and forecasting the potential domestic and international spread of the 2019-nCoV outbreak originating in Wuhan, China: A modelling study. The Lancet, 395(10225), 689–697.
- Chatterjee, S., Sarkar, A., Chatterjee, S., Karmakar, M., Paul, R., 2020, Studying the progress of COVID-19 outbreak in India using SIRD model. Indian J. Phys., 95, 1941 – 1957.
- Ndaïrou, F., Area, I., Nieto, J.J., Torres, D.F.M., 2020, Mathematical modeling of COVID-19 transmission dynamics with a case study of Wuhan. Chaos Solitons Fractals, 135, 109846.
- Bedford, J., Enria, D., Giesecke, J., Heymann, D.L., Ihekweazu, C., Kobinger, G., Lane, H.C., Memish, Z., don Oh, M., Sall, M.A., Schuchat, A., Ungchusak, K., Wieler, L.H., 2020, COVID-19 : Towards controlling of a pandemic. Lancet, 395(10229), 1015–1018.
- Jung, Y., Agulto, R., 2020, A Public Platform for Virtual IoT-Based Monitoring and Tracking of COVID-19. Electronics, 10(1), 12.
- Alamo, T., Reina, D.G., Mammarella, M., Abella, A., 2020, Covid-19: Open-Data Resources for Monitoring, Modeling, and Forecasting the Epidemic. Electronics; 9(5), 827.
- MoHFW|Home. 2020, Available online: <https://www.mohfw.gov.in/>
- McKibbin, W., Fernando, R., 2021, The Global Macroeconomic Impacts of COVID-19: Seven Scenarios. Asian Economic Papers 2021; 20(2), 1- 30.
- COVID-19, 2020, Testing Rate by Country |Statista. Available online : <https://www.statista.com/statistics/1104645/covid19-testing-rate-select-countries-worldwide/>
- Remuzzi, A., Remuzzi, G., 2020, COVID-19 and Italy: What next? Lancet; 395(10231), 1225–1228.
- Batista M., 2020, Estimation of the final size of the second phase of the corona virus epidemic by the logistic model. medRxiv.
- Lalwani, S., Sahni, G., Mewara, B., Kumar, R., 2020, Predicting optimal lockdown period with parametric approach three-phase maturation SIRD model for COVID-19 pandemic. Chaos Solitons Fractals, 138, 109939.
- Reis, R.F., de Melo Quintela, B., de Oliveira Campos, J., Gomes, J.M., Rocha, B.M., Lobosco, M., Weber dos Santos, R., 2020, Characterization of the COVID-19 pandemic and the impact of uncertainties, mitigation strategies, and underreporting of cases in South Korea, Italy, and Brazil. Chaos Solitons Fractals, 136, 109888.
- Kermack, W.O., McKendrick, A.G., 1927, A contribution to the mathematical theory of epidemics. Proceeding of the Royal Society A Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 115(772), 700–721.
- Lan, L., Xu, D., Ye, G., Xia, C., Wang, S., Li, Y., Xu, H., 2020, Positive RT-PCR Test Results in Patients Recovered from COVID-19. JAM, American Medical Association, 323, 1502–1503.

- Bao, L., Deng, W., Gao, H., Xiao, C., Liu, J., Xue, J., Lv, Q., Liu, J., Yu, P., Xu, Y., Qi, F., Qu, Y., Li, F., Xiang, Z., Yu, H., Gong, S., Liu, M., Wang, G., Wang, S., Song, Z., Liu, Y., Zhao, W., Han, Y., Zhao, L., Liu, X., Wei, Q., Qin, C., Lack of Reinfection in Rhesus Macaques Infected with SARS-CoV-2. *bioRxiv*.
- Miller, J.C., 2017, Mathematical models of SIR disease spread with combined non-sexual and sexual transmission routes. *Infectious Disease Modelling*, 2(1), 35–55.
- Jiao, J., Liu, Z., Cai, S., 2020, Dynamics of an SEIR model with infectivity in incubation period and homestead-isolation on the susceptible. *Applied Mathematics Letters*, 107, 106442.
- Rai, B., Shaula, A., Dwivedi, L.K., 2020, COVID-19 in India: Predictions, Reproduction Number and Public Health Preparedness. *medRxiv*.
- Caccavo, D., 2020, Chinese and Italian COVID-19 outbreaks can be correctly described by a modified SIRD model. *medRxiv*.
- Torre-alba-Rodríguez, O., Conde-Gutiérrez, R.A., Hernández-Javier, A.L., 2020, Modeling and prediction of COVID-19 in Mexico applying mathematical and computational models. *Chaos, Solitons Fractals*.
- Fraser, C., Donnelly, C.A., Cauchemez, S., Hanage, W.P., Van Kerkhove, M.D., Hollingsworth, T.D., Griffin, J., Baggaley, R.F., Jenkins, H.E., Lyons, E.J., 2009, Pandemic potential of a strain of influenza A (H1N1): Early findings. *Science*, 324(5934), 1557–1561.
- Heffernan, J.M., Smith, R.J., 2005, Wahl LM. Perspectives on the basic reproductive ratio. *Journal of the Royal Society Interface*, 2, 281–293.
- Coronavirus COVID-19 Tracker (INDIA), 2020: Corona News Dashboard from India and World. Available online : <https://www.indiatoday.in/coronavirus-cases-tracker-dashboard/> .
- Countries by Population Density 2020-StatisticsTimes.com. Available online : <http://statisticstimes.com/demographics/countries-by-population-density.php>.
- Sudhira, H.S., Gururaja, K.V., 2012, Population crunch in India: Is it urban or still rural? *Current Science Association*, 103, 37–40.
- Ma, Y., Zhao Y., Liu, J., He, X., Wang, B., Fu, S., Yan, J., Niu, J., Zhou, J., Luo, B., Effects of ; *Environment* 724, 138226.
- What Is Herd Immunity and How Can We Achieve It With COVID-19?-COVID-19-Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Available online:<https://www.jhsph.edu/covid-19/articles/achieving-herd-immunity-with-covid19.html>.
- World Health Statistics 2019: Monitoring Health for The SDGs, Sustainable Development Goals.

IMPACT OF ACTIVATION ENERGY AND CHEMICAL REACTION ON THE CASSON FLUID FLOW OVER AN EXPONENTIAL STRETCHING SURFACE

D. MOHANTY

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

G. MOHANTA

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

N. SETHY

Department of Mathematics C. V. Raman Global University, Bhubaneswar-752054, India

S. SHAW

Department of Mathematics and Statistical Sciences, Botswana International University of Science and Technology, Private Bag 16, Palapye, Botswana

ABSTRACT

In the current article, investigations are considered under the influence of activation energy and chemical reactions of Casson nano fluid flow over an exponential stretching surface in the presence of porous media. All the parameters are diversified applications in medical as well as engineering science. The effect of measure parameters like thermal radiation, viscous dissipation is incorporated in the energy equations. Impact of the viscous dissipation, heat absorption and suction introduce in the system. Non linier PDEs are reduced to ODEs as a set of equations with the help of similarity transformations. The solutions of system of equations and its corresponding boundary conditions are solved through bvp4c MATLAB technique. The results of velocity, temperature and concentration are explored in the form of graphs. The significance of heat and mass transfers are presented through tables. Finally, extremely matched with the comparison of the previous paper are found. After simulation, it is specified that the skin friction lessened with the Casson parameter as well as chemical reaction parameter whereas the heat transfer remaining the same with the enhanced value of the parameters. The motive of the current study is to elucidate the influence of Casson fluid flow due to the system's heat and concentration flux.

Keywords: Casson fluid; Thermal radiation; Activation energy; Chemical reaction.

Introduction

Now a days many industries and medicals are utilized the behavior of nonnewtonian fluid. The unsteady and turbulent flow has been characterized by nonnewtonian fluids. In non-Newtonian fluids, viscosity changes to liquid or more solid. Non-Newtonian fluids has diversified applications such as soap solutions, cosmetics, toothpaste and ketchup etc. Non-Newtonian fluid basically defined as a shear thinning fluid. Now a days researchers have keen interest in MHD flows of a nonnewtonian fluid as it briefly used in the field of engineering.

Gupta and Gupta [1] presented the different types of fluids and find the solution for boundary layer problems. Magyari and Keller [2] investigates the characteristics of both mass and heat transfer, also obtained the power law using boundary conditions. In non-Newtonian fluids, viscosity changes to liquid or more solid. Fahad et al. [3] discussed the different types of second grade fluid flow, finally obtained graphically the values of different parameters on it. Khan et al. [4] investigated various solutions for Newtonian fluids and calculated the results for velocity and temperature. It also used in medicals and plasma therapy. Khan and pop [5] investigated the numeric solution of the nano fluid that stretching over a flat surface. Thermal radiation is one type of radiation that moves in all directions. Sheikholeslami et al. [6] discussed various type of nano particle and their shape. Sajid and Hayat [7] investigated how the temperature effects on the Prandtl and radiation number. Pal [8] observed the similar solutions for magnetic field as well as heat generation. Ishak [9] illustrated the effect of the radiation on electromagnetically boundary layer flow over an exponentially stretching sheet. Bidin and Nazar [10] investigated the effects of radiation on the boundary layer flow over an exponentially stretching sheet. Salahuddin et al. [11] observed the numerical solutions using bvp4c method of various distributions relating to the basic physical parameters. The thermal radiations have an important application in physics and engineering sector. In these radiations mostly the propagation of electromagnetic waves is used and it generates heat. The radiations are used in aviation industries due to heat transfer and it also applicable for managing the heat transfer rate and polymer processing. The radiation has used its variation application in industry sector. Many researchers presently working to find out the magnetic effect and thermal radiation on the heat transform flow. Basically, these radiations are used in the nuclear weapons, electromagnetism and weather forecasting. This radiation has a vast application region in industry sector. Most of the industries use coolant in different machineries to decline the thermal radiation. This radiation recently used for the development of furnaces, construction works, power plants and solar system etc. Mahanta et al. [12] discussed the MHD 3D Casson fluid flow using the convective boundary layer problem in a stretching surface. Nadeem et al. [13] analyzed for MHD three dimensional using convective boundary condition to find out the Casson nano fluid. Shaw et al. [14] illustrated the effect of heat and mass transfer on the unsteady MHD Casson fluid which chemically reactive in a porous platform upon a stretching sheet. Zhu et al. [15] analyzed heat transfer with the help of radiation and MHD flow. Sanjaya and khan [16] carried out the boundary layer fluid flow and effect of various parameters in the effect of thermal radiation and magnetic field on the flow of Casson fluid stretching surface. Sandeep et al. [17] revealed how the MHD flow and the transfer of heat energy in the nano fluid

over an exponentially stretching sheet. Imtiaz and Alsaedi [18] examined about the magneto nano fluids and the effect of dissipation over an exponentially stretching sheet. Anwar et al. [19] studied simultaneous impact of not only heat and but also mass transfer of various types of nano fluids in a non-linear stretching sheet. Qureshi et al. [20] analyzed the thermal conductivity and find out the characteristics of various thermal conductivity with the thermal diffusivity upon both transfer of heat and mass. Fang et al. [21] investigated the power law with variable thickness incorporated in the boundary layer flow. Stretching sheet occurs when the velocity at boundary has a distance from a fixed point. Prasad et al. [22] discussed the MHD flow of visco elastic fluid and effect of viscosity in non-Newtonian Fluid. Rushi Kumar [23] illustrated the MHD boundary layer flow in the transfer of heat and mass, concluded the slip effect on it.

Dissipation is one type of process used to convert mechanical energy into thermal energy of the downward flow of water. The application of dissipation mainly illustrates the viscosity of the dilute form of a substance. The concept of viscous dissipation has a wide range of application in polymer processing as well as in aerodynamics. This paper analyzed the effect of thermal radiation as well as viscous dissipation in the Casson fluid flow over the exponential porous stretching surface. Khalid et al. [24] investigated the numerical solution of different types of nano fluid and compared the isothermal solution graphically. Cortell [25] discussed the numerical solution of ambient fluid and its effect on the thermal radiation. Sharma et al. [26] investigated the Soret and DuFour effect, concluded the numerical solution for incompressible fluid in a vertical cone. Bestman [27] presented the activation energy by considering porous medium as a suitable platform to analyze the flow of convective boundary layer. Ferdows et al. [28] investigated the numerical method of boundary layer flow of different types of nano fluid with viscous dissipation. Malique [29] studied Kamran and Akmal [30] the conjugate effect of binary chemical reaction and activation energy on the boundary layer flow using viscous dissipation. Qing et al. [31] investigated conjugate methods such as successive linearization method SLM and Chebyshev spectral collocation to find out the MHD in a Casson fluid. Pramanik [32] investigated the effect of thermal radiation in the Casson fluid flow over exponentially stretching sheet. The main objective of the current study is to develop the mathematical modelling of the Casson fluid flow with the effect of thermal radiation and magnetic field on it. Here also discuss the parameters of the Casson fluid model using different graphs. The results also discussed thoroughly; it is found that the effect of radiation on the Casson fluid has a huge application to find out the governing equations.

Problem Identification

The electrically conducting Casson fluid flow is considered along with an exponentially stretching sheet in the presence of the porous medium. Let us take the velocity u along the x -axis as well as velocity v along the y -axis in the porous stretching surface. The coincide point of the stretching sheet and flow direction is $y = 0$ and $y > 0$. A uniform magnetic field of strength (B_0) is applied normally to the flow direction. The induced magnetic field is ignored due to the small magnetic Reynolds number.

Under the assumptions a rheological equation is characterized as follows;

$$\tau_{ij} = \begin{cases} 2 \left(\mu_B + \frac{\tau_y}{\sqrt{2\pi}} \right) e_{ij}, \pi > \pi_c \\ 2 \left(\mu_B + \frac{\tau_y}{\sqrt{2\pi_c}} \right) e_{ij}, \pi < \pi_c \end{cases} \quad (1)$$

We consider that τ_{ij} represent tensor stress at $(i, j)^{th}$ coordinate, μ_B denoted as non-Newtonian dynamic viscosity, τ_y is the yield stress, $\pi = e_{ij}e_{ij}$ are demonstrated as the deformation rate of product and e_{ij} is represented as the constituents rate of deformation, π_c defined as critical value.

The flow equations are given below

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = \mu \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \frac{\sigma B_0^2}{\rho} (u) \quad (3)$$

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{k}{\rho c_p} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{16\sigma T_\infty^3}{3\rho c_p k^*} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \mu \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \quad (4)$$

$$u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} = D_B \left(\frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) + \frac{D_T}{T_\infty} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) - k_0 \left(\frac{T}{T_\infty} \right)^n \exp \left(\frac{-E_1}{K_T} \right) (C - C_\infty) \quad (5)$$

The corresponding boundary conditions have been considered Newtonian heating in both heat and mass transfer along with partial slip at the surface.

$$\left. \begin{aligned} u &= U_0, v = -V_0, -k \frac{\partial T}{\partial y} = h_f (T - T_\infty) \quad D_B \left(\frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{D_T}{T_\infty} \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right) \text{ at } y = 0 \\ u &\rightarrow 0, T \rightarrow T_\infty, C \rightarrow C_\infty, \text{ as } y \rightarrow \infty \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$U = U_0 e^{\frac{x}{L}}$ denoted the velocity [Magyari and Keller [2]].

$V(x) = V_0 e^{\frac{x}{2L}}$ a special type of velocity at the wall and V_0 as the constant. It has also defined as

$V(x) < 0$ and $V(x) > 0$ are conjugate velocity of suction as well as blowing.

$T_w = T_\infty + T_0 e^{\frac{2x}{L}}$ Denoted as the temperature, U_0, T_0 are the reference velocity,

$C_w = C_\infty + C_0 e^{\frac{2x}{L}}$ and B is the magnetic induction parameter, k is the thermal conductivity, c_p referred as the specific heat of the fluid flow.

Let us choose a suitable similarity transformation as follows

$$\begin{aligned} \eta &= \sqrt{\frac{U_0^2}{2\nu L}} e^{\frac{x}{2L}} y', u = U_0 e^{\frac{x}{L}} g'(\eta) \\ v &= -\sqrt{\frac{\nu U_0^2}{2\nu L}} e^{\frac{x}{2L}} (g(\eta) + \eta g'(\eta)), \\ T &= T_\infty + T_0 e^{\frac{x}{2L}} \theta(\eta), \\ C &= C_\infty + C_0 e^{\frac{x}{2L}} \phi(\eta) \end{aligned}$$

By applying the above similarity transformation Equation (3),(4),(5) and boundary conditions are reduced. Now the reduced ODE's form of the Equation as follows,

$$g''' + gg'' - 2g'^2 - Mg' = 0 \quad (7)$$

$$\left(1 + \frac{4}{3}N\right)\theta'' + P_r(g\theta' - g'\theta) + P_r E_c \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)g'' = 0 \quad (8)$$

$$\phi'' + \frac{n+1}{2} \text{scg} \phi' + \frac{Nb}{Nt} \theta'' - k_1 (1 + \delta \theta)^n \exp\left(\frac{E_1}{1 + \delta \theta}\right) \phi = 0$$

Subject to boundary conditions are as follow.

$$\begin{aligned} f(0) = S, f'(0) = 1, \theta'(0) = -Bi(1 - \theta(0)), Nb\phi' + Nt\theta' = 0, \text{ at } \eta = 0 \\ f'(\infty) \rightarrow 1, \theta'(\infty), \phi(\infty) \rightarrow 0 \text{ as } \eta \rightarrow \infty \end{aligned} \quad (9)$$

Pr symbolized as Prandtl number, Ec demonstrated as Eckert number, Sc represented as Schmidt number, Biot number is represented as Bi . Nt signifies the coefficient of thermophoresis and Nb denoted as Brownian motion parameter. N epitomizes as radiation parameter, k_1 demonstrated as chemical reaction parameter, E_1 represented as activation energy and δ denoted as temperature ratio parameter.

$$\left. \begin{aligned} Pr &= \frac{\nu}{\alpha}, M = \frac{\sigma B_0^2}{ap}, \\ Nb &= \frac{(pc)_p D_B (C_w - C_\infty)}{(pc)_f \nu}, Ec = \frac{u_w^2}{(T_w - T_\infty) C_p}, N = \frac{4\sigma^* T_\infty^3}{k^* k_f}, \\ \delta &= \frac{T_w - T_\infty}{T_\infty}, Nt = \frac{(pc)_p D_T (T_w - T_\infty)}{(pc)_f T_\infty \nu}, Sc = \frac{\nu}{D_B}, \\ E_1 &= \frac{E_a}{KT}, k_1 = \frac{k_0 x}{U}. \end{aligned} \right\}.$$

The neighborhood Nusselt Nu_x , Sherwood numbers Sh_x are demonstrated as below;

$$T_w = \mu_B \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)_{y=0}, q_w = \left(-k + \frac{16\sigma^* T_\infty^3}{3k^*} \right) \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)_{y=0}, q_m = -D_B \left(\frac{\partial C}{\partial y} \right)_{y=0}, \quad (13)$$

After simulation of Equations (8) and (14) and (13), we obtain

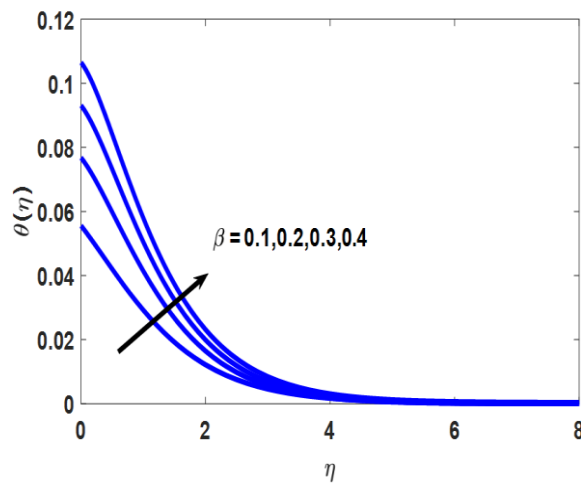
$$\text{Re}_x^{1/2} C_{gx} = \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) g'(0), \text{Re}_x^{-1/2} Nu_x = - \left(1 + \frac{4}{3} Rd \right) \theta'(0), \text{Re}_x^{-1/2} Sh_x = -\phi'(0), \quad (14)$$

wherever $\text{Re}_x = \frac{u_w x}{\nu}$ the local Reynolds number

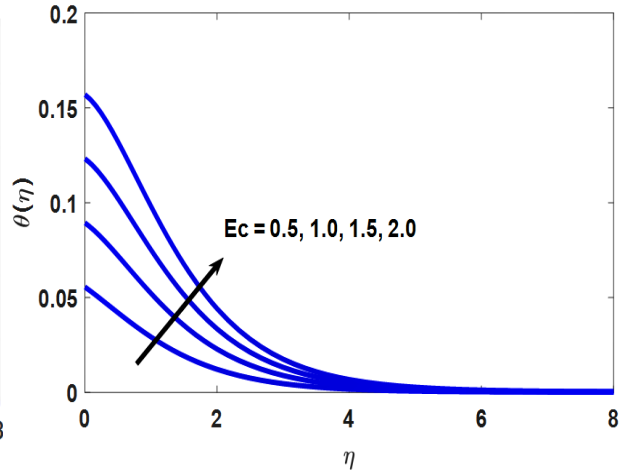
4. Results and discussions

In the present context, a mathematical model has been constructed by considering PDEs to ODEs by suitable similarity transformations. Different parameters such as Casson fluid

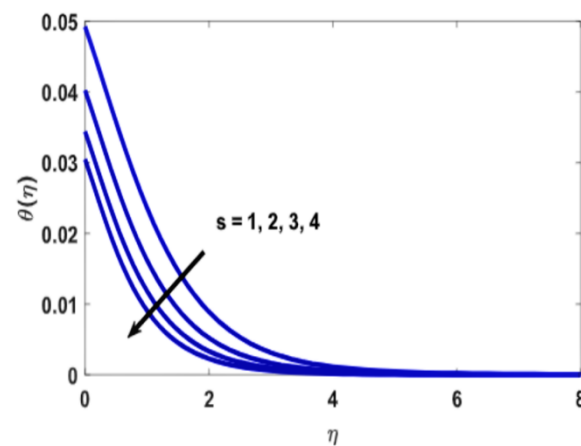
parameter(β), Eckert number Ec , and Prandtl number Pr are used to identify the effect of thermal radiation and viscous dissipation. the effect of thermal radiation and viscous dissipation on heat and mass transfer is characterized in the Casson fluid flow.



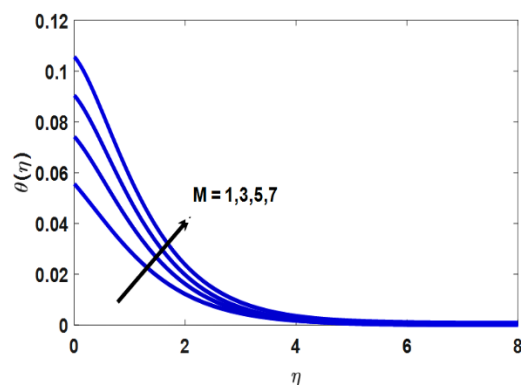
(a) Temperature profile for β .



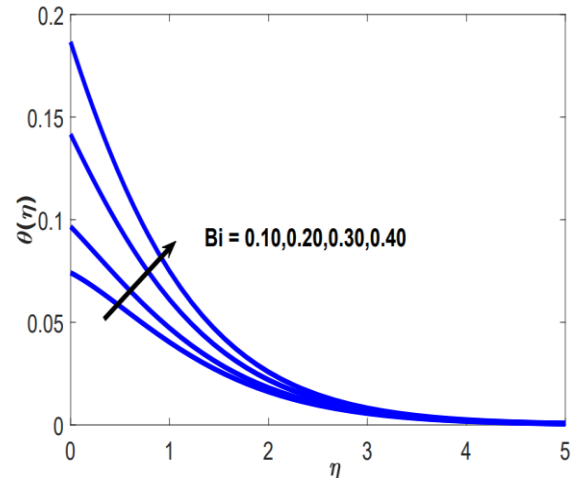
(b) Temperature profile for β .



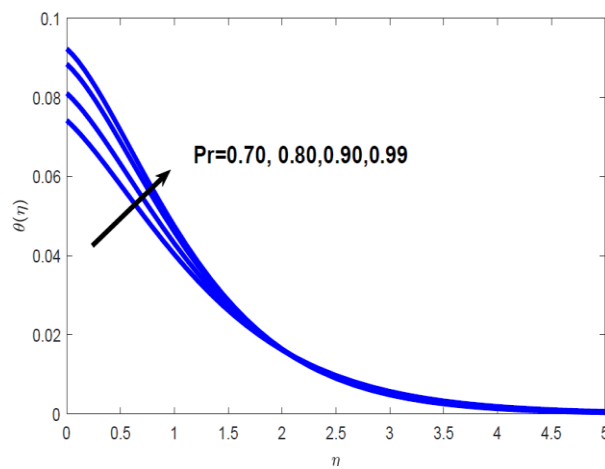
(c)



(d) Temperature profile for S .



e) Temperature Profile for M .

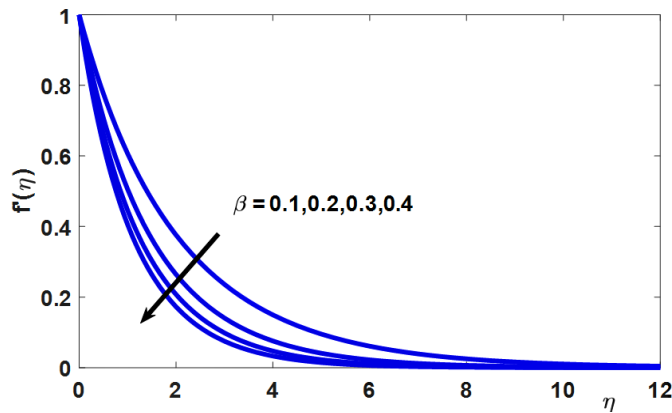


(f) Temperature Profile for Bi .

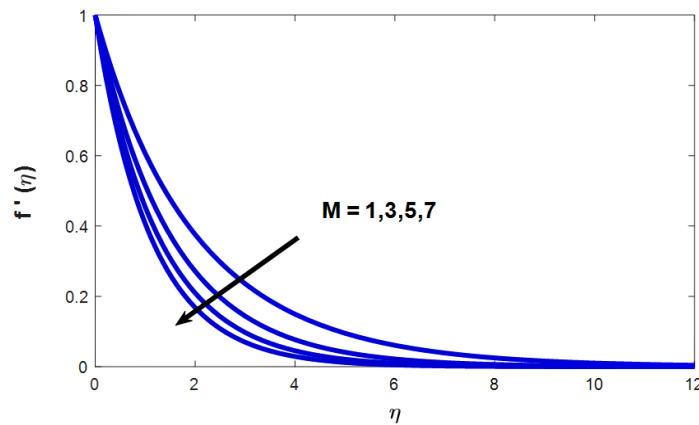
Fig. 1: Effects of temperature in different parameters.

For the analysis of the results a numerical method is used for various parameters such as Casson parameter (β), suction/blowing parameter (S), radiation parameter (N), and Prandtl number (Pr). Fig.1(a) represents the temperature flow for different values of Casson parameter β and found temperature is enhanced with higher values of the parameter. Fig.1(b) illustrate that the Eckert number (Ec) increases with the increasing values of the temperature. The Eckert number has a vast application in finding the viscosity of the fluid. Fig. 1(d) represent the temperature flow of the magnetic parameter M due to Lorentz force temperature profiles increases..Fig.1(c) represents the temperature flow for different values of suction parameter S . It is found that the values of magnetic parameter increase with the increase in temperature. After simulation it is found that magnetic field depends on the increasing values of the suction parameter S . Finally, it is observed that in Fig. 1(f) the values of the Prandtl number (Pr) decreases with the decreasing values of the temperature. Fig. 1(e) shows that the temperature

profile increases with increasing values of Biot number. This is because the Biot number is related to the convective boundary condition on the surface, which enhances the temperature profile for higher values of the parameters.



(a) Velocity for β .



(b) Velocity for M .

Fig. 2: Effects of velocity for different parameters.

After simulation, it is found that the velocity is directly proportional to the Casson parameter β . The momentum decreases with increasing values of β . The velocity of fluid decreased due to suction parameters in Fig.2(a). The velocity profiles decrease due to decrease of Casson parameter β as discussed in the Fig. 2(b) represents the effect of suction/blowing parameter S on the velocity in the exponentially stretching sheet. After simulation it is observed that ($S > 0$) means that the velocity field reduced due to increasing in the Casson parameter. In Fig.2(c) represents the velocity flows for magnetic parameter M and found the decrease its velocity profile due to Lorentz force.

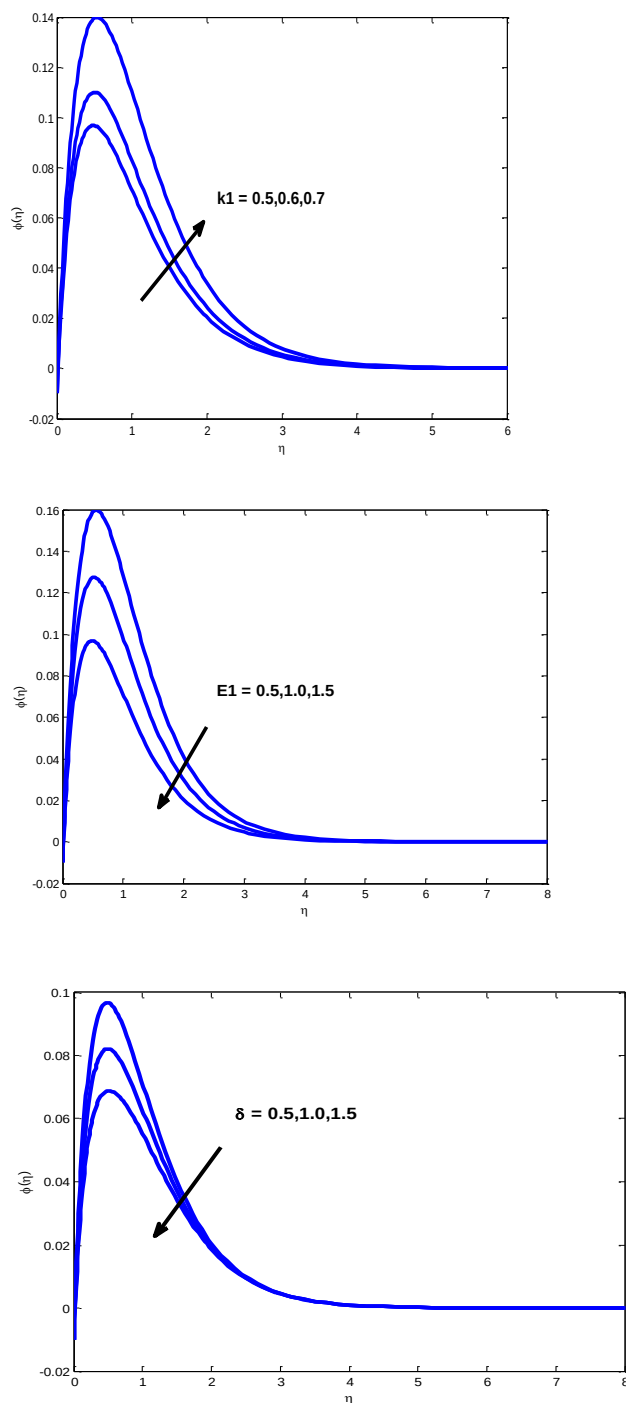


Fig 3. Concentration profile for different (a) k_1 (b) E_1 (c) δ .

Figure 3(a) represents that the increment in the concentration will enhance the chemical reaction parameter. Consequently, a huge consequence of porous thermal layer has been advanced. Therefore, the higher outcomes of the chemical reaction parameter of the porous media will enrich the flow. Figure 3(b) shows that the activation energy decrease with increment of the concentration. Hence the fluid concentration raised due to bombardment which suppressed the

width of the boundary layer. Figure 3(c) shows that the temperature ratio parameter decrease with increment of the concentration. Hence the fluid concentration diminished due to enlargement of thermal boundary layer.

Parameters	Skin friction	Heat transfer	Mass transfer
β	4.623563	0.025000	3.476499
	3.557369	0.025000	1.768901
	3.295938	0.025000	1.477143
	3.895627	0.025000	2.139062
S	4.623563	0.025000	3.476499
	5.242773	0.025000	4.745221
	4.943845	0.025000	4.115842
Ec	5.242773	0.025000	4.745221
	6.043199	0.025000	6.623965
	4.623563	0.025000	3.476499
	4.592260	0.025000	3.937522
M	4.560568	0.022300	4.355858
	4.623563	0.021000	3.476499
	4.543856	1.630774	4.745221
	4.430123	0.020000	1.079159
	4.623563	0.025000	2.933836
Bi	4.566529	0.010000	2.521072
	4.422758	0.025000	2.347098
	4.551133	0.035000	2.121072
	4.385746	0.045000	2.021874
k_1	0.835827	4.674360	0.225000
	0.449922	4.472655	0.226000
	0.390601	4.406398	0.227000
E_1	0.324074	3.737097	0.450000
	0.340268	3.467618	0.225000
	0.809136	3.456844	0.168750

δ	0.501443	2.373361	2.401500
	0.354678	2.306195	2.335657
	0.265432	2.242034	2.272096

Table 1: Effect of Skin friction and Nusselt number and Sherwood number in several parameters.

In the above table the heat transfer rate remains same for the Suction and Eckert number, While the skin friction increases with suction parameter. The skin friction remains same when the Eckert number remains same as well as the heat transfer also remain same. In case of magnetic parameter, the skin friction coefficient increases with decreasing in heat transfer. The magnetic field remains same while the heat

transfer increases. Moreover, it is observed that there are several values of parameters which depends upon the variation in skin friction and Nusselt number. The Sherwood number is enhanced when the Eckert number remains same as well as the heat transfer also remain same. In case of magnetic parameter, the skin friction coefficient increases with decreasing in heat transfer. The magnetic field remains same while the heat transfer increases. Moreover, it is observed that there are several values of parameters which depends upon the variation in skin friction and Nusselt number.

β	S	Pramanic results[32]	Present results
0.2	0.5	8.44	8.43
0.5	0.5	6.54	6.44
0.8	0.5	5.63	5.60

Table 2: Comparison table for several values of parameters.

Conclusion

The numerical solutions of the present paper effects of thermal radiation and magnetic field. Casson fluid flow over an exponential stretching sheet have been analyzed. A suitable similarity transformation has been used to convert non-linier partial differential. A software technique BVP4C has been utilized for the solution of the governing equations. In comparison table of Pramanik [32] and the present results are matched excellent. The main finding of the present paper is summarized as

follows;

- 1 . With higher values of the Casson fluid parameter, the momentum boundary layer decreases but the reverse effects have been observed in the case of thermal bound layer thickness.
- 2 . With an increase in thermal radiation parameter, the temperature profile increases due to the effect of thermal diffusivity.
- 3 From skin friction analysis, it is found that when enhancing the skin friction results in the case of suction parameter S , magnetic parameter M and biot number
4. Heat transfer rate enhanced with suction parameter S , magnetic parameter M and Biot number
5. Mass transfer rate enhanced with suction parameter S , magnetic parameter Chemical reaction parameter and activation energy

References

1. Gupta, P.S., & Gupta, A.S. (1977) Heat and Mass Transfer on a Stretching Sheet with Suction or Blowing. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 55, 744-746.
2. Magyari, E. and Keller, B. (1999) Heat and Mass Transfer in the Boundary Layers on an Exponentially Stretching Continuous Surface. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 32, 577-585.
3. Parhta, M.K., Murthy, P.V.S.N., Rajasekhar, G.P. (2005) Effects of viscous dissipation on the mixed convection heat transfer from an exponentially stretching surface. *Heat Mass Transfer*, 41:360-6.
4. Khan, S.K. (2006) Boundary layer viscoelastic fluid flow over an exponentially stretching sheet. *Int J Appl Mech. Eng*, 11:321-35.
5. Mukhopadhyay S. (2009) Unsteady boundary layer flow and heat transfer past a porous stretching sheet in presence of variable viscosity and thermal diffusivity. *Int J Heat Mass Transfer*, 52:5213-7.
6. Pal D. (2010) Mixed convection heat transfer in the boundary layers on an exponentially stretching surface with magnetic field. *Appl Math Comput*, 217, 2356-69.
7. Sajid M, Hay at T. (2007) how the temperature effects on the prandtl and radiation number, 361 (4-5), 316-322, .
8. Dash, R.K., Mehta, K.N. Nyaraman, G. (1996) Casson fluid flow in a pipe filled with a homogeneous porous medium. *Int J Eng Sci.*, 34(10), 1145-56.

9. Ishak A.(2011) The effect of the radiation on magneto-hydrodynamics boundary layer flow over an exponentially stretching sheet, *Int. J.Eng.Sci.*40(4) 391395.
10. Biding B, Nazar R. (2009) Effects of thermal radiation on the boundary layer flow over an exponentially stretching sheet 33 , 710-717.
11. Salahuddin T.(2016) observed the numerical solutions using bvp4c method of the velocity, temperature and concentration distributions ,Volume 19, Issue 4, December , Pages 1985-1992.
12. Mahanta G.S.Shaw (2015) discussed the MHD 3D Casson fluid flow using the convective boundary layer problem in a stretching sheet 54(3), 653-659.
13. Nadeem S.(2013) investigated a numerical solution for MHD three dimensional using convective boundary condition to find out the Casson nano fluid 52(4), 577-582.
14. Shaw S.Mahanta G.(2016) illustrated the effect of heat and mass transfer on the unsteady MHD Casson fluid which chemically reactive over a stretching sheet in the porous medium 55(2), 1295-1304.
15. Zhu J, Zheng C.L., Zhang X.X. (2011) analyse the effect of thermal radiation on MHD flow and heat transform in the stagnation point in a stretching sheet 27, 502-509.
16. Sanjayanand E. khan SK.(2019) carried out the boundary layer fluid flflow and effect of various parameters in the stretching surface 2,100008.
17. Sandeep N.(2016) revealed how the MHD flow and the transfer of heat energy in the nano Fluid over an exponentially stretching sheet Volume 19, 45-52.
18. Imtiaz Al.(2017) examined about the magneto nano fluids and the effect of dissipation on a exponentially stretching surface 498: 8590, .
19. Anwar I.M.(2020) studied simultaneous effects of heat and mass transfer of different types of nano fluids in a non liner stretching sheet 49 ,307-334.
20. Qureshi H.I.(2018) investigated the thermal conductivity and find out the characteristics of various thermal conductivity with the thermal diffusivity in the form of heat and mass transfer ;70:4959.
21. Fang T.(2012) investigated the power law with variable thickness incorporated in the boundary layer flow ;218:724152. 22.
23. Prasad k.v.(2015) discussed the MHD flow of visco elastic fluid and effect of viscosity in non-Newtonian fluid 17 (2), 116-120.

24. Rushi kumar B. (2013) illustrated the MHD boundary layer flow in the transfer of heat and mass, concluded the slip effect on it 10 (2) 1626.
25. Khalid A.(2015) investigated the numerical solution of different types of nano fluid and compared the isothermal solution graphically 130 57.
26. Cortell R. (2008) discussed the numerical solution of ambient fluid and its effect on the thermal radiation 25 (4), 1340.
27. Sharma R. (2019) investigated the soRET and dufour effect ,concluded the numerical solution for in compressible fluid in a vertical cone. 3, 100019.
28. Bestman R.A. (1990) presented the activation energy in the convective boundary layer flow , 14(4) 389-396.
29. Ferdows M.(2014) investigated the numerical method of boundary layer flow of different type of nano fluid with viscous dissipation 23 (3) , 216-228.
30. Maleque A.K.(2013) studied the conjugate effect of binary chemical reaction and activation energy on the boundary layer flow using viscous dissipation Volume, 10.1155/2013/284637.
31. Kamran A. akmal N.(2017) discussed the numerical solution of MHD flow of a Casson fluid and thermal condition on it 7,3037-3048.
32. Pramanik S.(2013) Investigated the effect of thermal radiation in the flow of Casson fluid flow in an exponential stretching sheet 5 (2),201-210.

ERROR ANALYSIS OF CUBIC SPLINE INTERPOLATION WITH A NOISEY LACUNARY AND A SIMPLE NOISY WITH QUASI INTERPOLATION

Ph.D. Research Scholar Debashis MOHANTY

C.V. Raman Global University

ABSTRACT

Its main purpose is to provide analysis of two errors novel based on cubic spline algorithms. Patchy interpolation is one, while extremely basic quasi-interpolation is the other. From the noisy function data, the novel approach can rebuild the function and its first two derivatives. Approach for error analysis and surface fitting of cubic spline and derivative of approximate boundary conditions are incorporated. The method's clear error range is demonstrated and proved. Numerical comparisons and testing are carried out. The effectiveness of our strategy is demonstrated by numerical results.

KLASİK OLMAYAN BİR STURM-LIOUVILLE PROBLEMİNİN ÖZDEĞERLERİ İÇİN ALT SINIR TAHMİNİ

Hayati OLĞAR

Tokat Gaziosmanpasa University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 60150, Tokat

ORCID: 0000-0003-4732-1605

Oktay Sh. MUKHTAROV

Tokat Gaziosmanpasa University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 60150, Tokat
Institute of Mathematics and Mechanics, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

ORCID: 0000-0001-7480-6857

Kadriye AYDEMİR

Amasya University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Amasya

ORCID: 0000-0002-8378-3949

ÖZET

Klasik olmayan sınır şartlarına sahip Sturm-Liouville problemleri, pür ve uygulamalı matematikte en çok gelişen ve kademe kat eden alanlardan biridir. Son yıllarda hem matematik, hem fizik hem de mühendislik, biyoloji ve matematiksel finansın uygulamaları açısından klasik olmayan sınır koşullarına sahip Sturm-Liouville problemlerine olan ilgide önemli bir ölçüde güncellenme ve artış olmuştur. Bu çalışmada, diferansiyel denklemi ortak uç noktası olan ayırık iki aralıkta tanımlı olan ve ayırık aralıkların ortak uç noktasında geçiş şartları olarak da adlandırılan tamamlayıcı şartlar içeren klasik olmayan bir Sturm-Liouville problemi araştırılmıştır. Sturm teorisinin klasik yöntemlerinin geçiş şartları içeren klasik olmayan problemlere de uygulanabilecek biçimde nasıl geliştirileceği açık değildir. Bu tür klasik olmayan problemler; kısmi diferansiyel denklemlerin bazı sınıflarının, özellikle de ısı ve kütle transfer problemlerinin çözümünde, kırımın problemlerinde, tele ilave yük yığınları yüklendiği durumda telin titreşimi problemlerinde ve çeşitli fiziksel transfer problemlerinde ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, bir sınır değer iletim probleminin özdeğerlerinin ve zayıf özfonksiyonlarının bazı özelliklerinin araştırılmasıdır. Ele alınan problemi bir integral denkleme indirgemek için yeni bir kavram olan ve zayıf özfonksiyon olarak adlandırılan özel bir teknik önerilmiştir. Bunun için; dikkate alınan sınır değer geçiş problemini, bir operatör-demeti denkleme indirgeyebilmek için probleme uygun Sobolev tipi Hilbert uzaylarında alternatif iç çarpım ve bazı kendine eşlenik ve kompakt operatörler inşa edilmiştir. Son olarak, operatör demetinin pozitif olduğu gösterilmiş, spektrumun diskret (kesikli) olduğu belirlenmiş ve özdeğerler için bir alt sınır tahmini bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sınır değer geçiş problemi, Özdeğer, Zayıf Özfonksiyon

LOWER BOUND ESTIMATION FOR EIGENVALUES OF ONE NON-CLASSICAL STURM-LIOUVILLE PROBLEM

ABSTRACT

Sturm-Liouville problems (SLPs) with non-classical boundary conditions is one of the most extensively developing fields in pure and applied mathematics. In recent years there has been a considerable renewal of interest in the non-classical BVPs from the point of view of both mathematics and their applications to physics, engineering, biology and mathematical finance. This work deals with BVPs when the differential equation is defined on two non-intersecting intervals at common end of which are given two supplementary conditions, the so-called transmissions conditions. It is not clear how to modified the classical methods of Sturmian theory to a non-classical problems with additional transmission conditions. Non-classical BVPs involving additional transmission conditions, appears in solving several classes of mathematical physics problems, particularly, in solving heat and mass transfer problems, in diffraction problems, in vibrating string problems when the string loaded additionally with point masses and in various type of physical transfer problems. The main purpose of this work is to investigate some properties of the eigenvalues and weak eigenfunctions of a non-classical SLPs involving transmission conditions. At first we applied a special technique to reduce the considered non-classical SLPs into an integral equation. Then we defined a new concept, the so-called weak eigenfunction for the considered problem. For this, we constructed appropriate inner products in suitable Sobolev type Hilbert spaces and defined some self-adjoint compact operators in such a way that the non-classical SLP under consideration can be reduced to an operator-pencil equation. We also proved that this operator-pencil is positive. Finally, we established the discreteness of the spectrum and found a lower bound estimation for the eigenvalues.

Keywords: Boundary value transmission problem, Eigenvalue, Weak eigenfunction

1. GİRİŞ

Diferansiyel operatörlerin spektral teorisi matematik, fizik, mühendislik, biyoloji ve matematiksel finans gibi bazı uygulamalı bilimlerde önemli yere sahip olup özellikle fizikte ve matematiksel fizikte yoğun bir şekilde karşımıza çıkmaktadır. Diferansiyel operatörlerin spektral teorisi; düz spektral problemler ve ters spektral problemler olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir. Bir diferansiyel operatör verildiğinde operatörün hem spektrumunun ve öz fonksiyonlarının incelenmesi hem asimptotik ifadelerinin bulunması hem de verilen bir fonksiyonun bu operatörün öz fonksiyonlarına göre ayrışımının araştırılması v.b. düz spektral problemler kısmında incelenirken; verilen belirli dizilere göre spektral karakteristikleri bu

diziler olan operatörün inşası ise spektral analizin ikinci ana konusu olan ters problemler olarak adlandırılan kısmını ilgilendirmektedir. Mühendislik, matematiksel fizik, mekanik, bilgisayar bilimi, matematiksel finans, jeofizik gibi farklı bilim dallarında ortaya çıkan birçok problem değişkenlerine ayırma yöntemi olarak da bilinen Fourier yönteminin uygulanması sonucunda düz spektral problemlere indirgenebilmektedir. Düz spektral problemlere örnek olarak, elektronikteki uzun kablolar içeren elektrik devreleri; olasılık teorisindeki difüzyon süreçleri; matematiksel fizikteki dalga denklemi tarafından yönetilen serbest ve kuvvet uygulanmış titreşim problemleri; ısı denklemini kullanan bir katı ile bir akışkan arasındaki difüzyon veya mekanikteki ısı ve kütle transferindeki problemler verilebilir (Belinskiy, Hiestand ve Matthews, 2015; Guliyev, 2019; Gwak, Kim, ve Rey, 2016; Kaoullas ve Georgiou, 2015; Likov ve Mikhailov, 1963; Nie, ve Linetsky, 2019; Parra Rodriguez, Rico, Solano ve Egusguiza, 2018; Walter, 1973). Ters spektral problemlere örnek olarak ise kuantum fiziğinde saçılma verilerine göre alan potansiyellerinin bulunması; jeofizikte yer altı madenlerinin yer altındaki elementlerin dağılım karakteristiklerine göre belirlenmesi; mekanikte, verilen dalga boylarına göre homojen olmayan yayda yoğunluk dağılımının öğrenilmesi, parçacıkların enerji seviyelerine göre parçacıklar arasındaki etkileşim kuvvetlerinin belirlenmesi verilebilir (Amirov ve Nabiev, 2013; Binding, Browne, Watson, 2000; Freiling, ve Yurko, 2001; Gasymov ve Levitan, 1966).

Diferensiyel operatörler teorisinin en önemli dallarından biri Sturm-Liouville operatörleri teorisidir. Literatürde

$$Ly := \frac{d}{dx} \left(\frac{dy}{dx} \right) + (\lambda \rho(x) - q(x)) y(x) = 0, \quad x \in [a, b]$$

ikinci mertebeden diferansiyel denkleme Sturm-Liouville denklemi, L operatörüne Sturm-Liouville operatörü, uç noktalarda verilmiş sınır şartlarıyla beraber verilmiş spektral problemlere de Sturm-Liouville problemi adı verilmektedir. İlk defa 1836 yılında ortaya konulan Sturm-Liouville problemi, adını Jacques Charles François Sturm ve Joseph Liouville'nin çalışmalarından almış olup günümüze kadar yoğun bir şekilde bilim insanlarının ilgisini ve dikkatini çekmeye devam ettirmektedir. Başlangıçta ısı iletimi problemlerine uygulanan Sturm-Liouville teorisi günümüzde birçok fiziksel problemin araştırılmasında etkin yöntemlerin başında yer almaktadır. Genellikle kısmî türevli denklemlerde değişkenlerin ayrılması yöntemi kullanıldıktan sonra Sturm-Liouville denklemleri ile bağlantılı sınır değer problemleri ortaya çıkmıştır. Bu konu ile ilgili literatürde çok sayıda araştırma yapılmış ve kayda değer sayıda kitap ve makale yazılmıştır (Atkinson, 1964; Fulton, 1977; Levitan ve Sargsyan, 1988; Titchmars, 1962; Walter, 1973 v.b). Son yıllara kadarki çalışmalarda genellikle

sürekli problemler incelenmiş ve geçiş şartlarını içeren çok az sayıda araştırma yapılmıştır. Süreksiz katsayılı ikinci mertebeden diferansiyel denklem ve geçiş şartlarını içeren süreksiz Sturm-Liouville problemlerinin farklı spektral özellikleri birçok bilim insanları tarafından araştırılmaktadır (Allahverdiev ve Tuna, 2021; Bairamov, Aygar, ve Oznur, 2019; Mukhtarov, ve Aydemir, 2020,2021; Mukhtarov, Olğar ve Aydemir, 2015; Şen ve Stikonas, 2021). Son zamanlarda, sınır koşullarında spektral parametre içeren sınır değer problemlerinin özfonksiyonlarının çeşitli fonksiyon uzaylarındaki bazı özellikleri ve özfonksiyon açılımları birçok matematikçi tarafından araştırılmıştır (Belinskiy ve Dauer, 1997; Fulton, 1977; Ladyzhenskaia, 1985; Mukhtarov ve Yakubov, 2002; Olğar, Mukhtarov ve Aydemir, 2018; Olğar, Mukhtarov, Muhtarov ve Aydemir, 2022).

Bu çalışmada geçiş şartları içeren iki-aralıklı bir Sturm-Liouville probleminin bazı spektral özellikleri incelenmiştir.

2. PROBLEMİN İFADESİ İLE BAZI TANIMLAR VE YARDIMCI SONUÇLAR

Bu çalışmamızda

$$-X''(t) + q(t)X(t) = \lambda X(t), t \in T \quad (1)$$

ikinci mertebeden lineer diferensiyel denkleminde

$$\cos \alpha X(t_1) - \sin \alpha X'(t_1) = 0, \cos \beta X(t_4) + \sin \beta X'(t_4) = 0 \quad (2)$$

sınır şartlarından ve

$$\gamma X(t_3) - \delta X(t_2) = 0, \delta X'(t_3) - \gamma X'(t_2) + X_2(t_3) = 0 \quad (3)$$

geçiş şartlarından oluşmuş klasik olmayan Sturm-Liouville problemini araştıracağız. Bu çalışma boyunca; $T_1 := (t_1, t_2), T_2 := (t_3, t_4) (t_1 < t_2 < t_3 < t_4)$ olmak üzere $T = T_1 \cup T_2, q(t)$ fonksiyonunun T üzerinde reel değerli, sürekli ve pozitif tanımlı bir fonksiyon olduğunu, $\alpha, \beta \in [0, \pi), \lambda$ nın kompleks spektral parametre ve γ, δ nın sıfırdan büyük reel sayılar olduğu

kabul edilecek, ayrıca $X(t) := \begin{cases} X_1(t), t \in T_1 := (t_1, t_2) \\ X_2(t), t \in T_2 := (t_3, t_4) \end{cases}, q(t) := \begin{cases} q_1(t), t \in T_1 := (t_1, t_2) \\ q_2(t), t \in T_2 := (t_3, t_4) \end{cases}$ gösterimleri kullanılacaktır.

1st International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences (ICEANS 2022) adlı konferansta Olğar, Mukhtarov ve Aydemir'in "Bir Sınır-Değer-İletim Probleminin Genelleşmiş Özfonksiyonlarının Tamlık Özelliği" başlıklı çalışmalarında (1) – (3) problemine uygun iç çarpımlar ve normlar tanımlanmış, bu kavramlar yardımıyla probleme özgü Sobolev tipi Hilbert uzayları kurulmuş daha sonra bu uzayların direkt toplam uzayında sınır ve geçiş şartlarını sağlayan zayıf çözüm kavramı tanımlanmış, devamında Riesz temsil teoremi yardımıyla

(1) – (3) problemi operatör-demeti denklemine indirgenmiş, yeterince büyük $\lambda_0 > 0$ reel sayısı için bu operatörün pozitif tanımlı olduğu gösterilmiş, son olarak da zayıf özfonksiyonların Riesz bazı oluşturduğu kanıtlanmıştır. Bu çalışmada; yukarıda ifade ettiğimiz çalışmanın sonuçlarından yararlanmak suretiyle geçiş şartları içeren klasik olmayan (1) – (3) Sturm-Liouville probleminin spektrumunun kesikli olduğu gösterilmiş, özdeğerleri için ise bir alt sınır tahmini bulunmuştur.

$T = T_1 \cup T_2$ olmak üzere; T_1 ve T_2 reel sayılar kümesinin ayık sınırlı alt aralıkları olsun. $\oplus L_2(T) := L_2(T_1) \oplus L_2(T_2)$ ve $\oplus W_2^1(T) := W_2^1(T_1) \oplus W_2^1(T_2)$ ile sırasıyla T_1 ve T_2 nin her birinde karesi integrallenebilir kompleks değerli fonksiyonların klasik Lebesgue uzaylarının ve Lebesgue anlamında ölçülebilir olan ve $Y' \in \oplus L_2(T)$ olan fonksiyonlarından oluşan Sobolev uzaylarının direkt toplam uzaylarını göstereceğiz. Bu uzaylarda tanımlı iç çarpımları ve karşılık gelen normları sırasıyla

$$\langle X, Y \rangle_{\oplus L_2(T)} = \int_T X(t) \overline{Y}(t) dt \text{ ve } \|X\|_{\oplus L_2(T)} = \sqrt{\langle X, X \rangle_{\oplus L_2(T)}} \quad (4)$$

$$\langle X, Y \rangle_{\oplus W_2^1(T)} = \sum_{k=0}^1 \langle X^{(k)}, Y^{(k)} \rangle_{\oplus L_2(T)} \text{ ve } \|X\|_{\oplus W_2^1(T)} = \sqrt{\langle X, X \rangle_{\oplus W_2^1(T)}} \quad (5)$$

eşitlikleri ile tanımlayacağız ($\oplus W_2^0(T) := \oplus L_2(T)$). Buraya kadar problemimizi ifade ettik ve problemimize uygun iç çarpım, norm ve uzayları tanımlamış olduk. Şimdi ise sınır ve geçiş şartlarını sağlayan zayıf çözüm kavramını tanımlayacağız.

Zayıf çözüm kavramını tanımlamak için (1) denkleminin her iki tarafını keyfi $Y(t) \in \oplus W_2^1(T)$ kompleks fonksiyonunun eşleneği ile çarptıktan sonra elde edilen denklemin T aralığında kısmi integralini aldık, daha sonra (2) sınır şartları ve (3) geçiş şartlarının uygulanmasının sonucunda

$$\begin{aligned} \langle X', Y' \rangle_{\oplus L_2(T)} + \langle X, qY \rangle_{\oplus L_2(T)} + \cot g \alpha X_1(t_1) \overline{Y_1}(t_1) + \cot g \beta X_2(t_4) \overline{Y_2}(t_4) \\ + X_2(t_3) \overline{Y_2}(t_3) = \lambda \langle X, Y \rangle_{\oplus L_2(T)} \end{aligned} \quad (6)$$

denklemini elde edilir. Görüldüğü üzere geçiş şartları içeren klasik olmayan (1) – (3) Sturm-Liouville problemi (6) denklemi ile ifade edilen integral denklemine indirgenmiş olur.

Tanım. $X(t) \in \oplus W_2^1(T)$ elemanı verilsin. Eğer $\forall Y(t) \in \oplus W_2^1(T)$ için (6) denklemi sağlanırsa, o halde $X(t) \in \oplus W_2^1(T)$ elemanına, geçiş şartları içeren klasik olmayan (1) – (3) Sturm-Liouville probleminin zayıf özfonksiyonu denir.

Lemma. $X(t) \in C^2(T), q(t) \in C(T)$ olsun. Bu takdirde geçiş şartları içeren klasik olmayan Sturm-Liouville probleminin zayıf çözümü; (1) diferensiyel denklemini, (2) sınır şartlarını ve (3) geçiş şartlarını klasik anlamda sağlar.

Uyarı. Lemmanın şartlarının sağlanmaması durumunda geçiş şartları içeren klasik olmayan (1) – (3) Sturm-Liouville probleminin klasik çözümü olmayabilir ama zayıf çözümü mevcut olabilir. Bu manada zayıf çözüm kavramı klasik çözümün bir genelleştirmesi olarak kabul edilebilir.

3. ESAS SONUÇLAR

$\tau_0(X, Y)$ ve $\tau_1(X, Y)$ temsillerinden yararlanmak suretiyle (6) integral denklemi

$$\tau_0(X, Y) := \cot g \alpha X_1(t_1) \bar{Y}_1(t_1) + \cot g \beta X_2(t_4) \bar{Y}_2(t_4) + X_2(t_3) \bar{Y}_2(t_3) \quad (7)$$

$$\tau_1(X, Y) := \langle X, Y \rangle_{\oplus L_2(T)} \quad (8)$$

şeklinde yazılır. Riesz temsil teoreminden yararlanılacak olursa (7) – (8) denklemleriyle verilen $\tau_i(X, Y) (i = 0, 1)$ lineer fonksiyonelleri yardımı ile

$$\tau_i(X, Y) := \langle K_i X, Y \rangle_{\oplus W_{2,q}^1(T)} \quad (i = 0, 1) \quad (9)$$

eşitliklerini sağlayacak $K_i : \oplus W_2^1(T) \rightarrow \oplus W_2^1(T) (i = 0, 1)$ operatörlerini tanımlayabiliriz.

Teorem. $K_i : \oplus W_2^1(T) \rightarrow \oplus W_2^1(T) (i = 0, 1)$ operatörleri kompakt ve self-adjoint operatörlerdir.

Ayrıca K_1 operatörü pozitif operatördür.

Teorem gereği; K_0 operatörünün kompakt ve self-adjoint, K_1 operatörünün de kompakt, self-adjoint ve pozitif operatör olmaları sebebiyle (6) integral denklemi,

$$\langle X, Y \rangle_{\oplus W_{2,q}^1(T)} + \langle K_0 X, Y \rangle_{\oplus W_2^1(T)} - \lambda \langle K_1 X, Y \rangle_{\oplus W_2^1(T)} = 0 \quad (10)$$

eşitliğine indirgenmiş olur. $\oplus W_2^1(T)$ Sobolev tipi Hilbert uzayından alınan keyfi $Y(t)$ fonksiyonu için sağlandığından (10) denklemi $X + K_0 X - \lambda K_1 X = 0$ lineer denklemi biçiminde yazılabilir.

Bu çalışmanın amaçlarından biri geçiş şartları içeren klasik olmayan (1) – (3) Sturm-Liouville problemini operatör-demeti denkleminde indirgemek idi. Şimdi bunu ifade edelim.

Teorem. Geçiş şartları içeren klasik olmayan (1)–(3) Sturm-Liouville probleminin zayıf özfonksiyonları, sobolev tipi $\oplus W_2^1(T)$ Hilbert uzayında

$$\theta(\lambda)X(t) = 0, \quad \theta(\lambda) = I + K_0 - \lambda K_1 \quad (11)$$

operatör-demeti denklemini sağlar.

Teorem. Yeterince büyük $\lambda_0 \in \mathbb{R}^+$ için $\theta(-\lambda_0)$ operatör-demeti pozitif tanımlıdır.

Teorem. Geçiş şartları içeren klasik olmayan (1)–(3) Sturm-Liouville probleminin özdeğerleri, $\lambda_n \rightarrow \infty (n \rightarrow \infty)$ olacak şekilde kesikli (diskret) bir $\{\lambda_n\}$ kümesi oluşturur.

4. ÖZDEĞERLER İÇİN ALT SINIR TAHMİNİ

Bu kısımda, geçiş şartları içeren klasik olmayan (1)–(3) Sturm-Liouville probleminin özdeğerleri için alt sınır bulunacaktır.

Yeterince büyük pozitif λ_0 reel sayısı verisin. μ yeni bir spektral parametre olmak üzere $\mu = \lambda + \lambda_0$ şeklinde tanımlı olsun. μ spektral parametresi (11) ifadesinde dikkate alınırsa $(\theta(-\lambda_0) - \mu K_1)X(t) = 0$ elde edilir. Bu denklemin, sobolev tipi $\oplus W_2^1(T)$ Hilbert uzayının $\forall t \in T$ için sıfırdan farklı $X(t)$ elemanı ile iç-çarpımı alınır ve μ spektral parametresi yalnız bırakılırsa

$$\mu = \frac{\langle \theta(-\lambda_0)X(t), X(t) \rangle_{\oplus W_{2,q}^1(T)}}{\langle K_1 X(t), X(t) \rangle_{\oplus W_2^1(T)}} \quad (12)$$

elde edilir. Elde edilen (12) eşitliğine Rayleigh oranı denir. (12) eşitliğini sağlayan μ özdeğerine karşılık gelen aşık olmayan öyle bir $X(t)$ özfonksiyonu vardır ki μ minimum değer alır. Aynı zamanda Rayleigh oranı özdeğerler için bir alt sınır tahmini bulunmasına olanak sağlamaktadır. (11) ifadesi kullanılmak suretiyle

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{\cot g\beta |X_2(t_4)|^2 + \cot g\alpha |X_1(t_1)|^2 + |X_2(t_3)|^2 + \|X(t)\|_{\oplus W_{2,q}^1(T)}^2 + \lambda_0 \|X(t)\|_{\oplus L_2(T)}^2}{\|X(t)\|_{\oplus L_2(T)}^2} \\ &\geq \frac{C \|X(t)\|_{\oplus W_{2,q}^1(T)}^2 + \lambda_0 \|X(t)\|_{\oplus L_2(T)}^2}{\|X(t)\|_{\oplus L_2(T)}^2} \end{aligned} \quad (13)$$

elde edilir.

$$\int_T q(t)|X(t)|^2 dt \geq \min_{t \in T} q(t) \int_T |X(t)|^2 dt = D \int_T |X(t)|^2 dt \quad (14)$$

eşitsizliği, (13) eşitsizliğinde göz önünde tutulursa

$$\mu \geq \min(D + \lambda_0, 0) \Rightarrow \lambda_k \geq -\lambda_0 + \min(D + \lambda_0, 0) \quad (15)$$

eşitsizliği elde edilir. Böylece geçiş şartları içeren klasik olmayan (1) – (3) Sturm-Liouville probleminin özdeğerleri için bir alt sınır bulunmuş oldu.

KAYNAKÇA

- Allahverdiev, B. P., Tuna, H. (2021). Conformable fractional Sturm–Liouville problems on time scales. *Math Meth Appl Sci.* 2021;1–16, DOI: 10.1002/mma.7925.
- Amirov, R. Kh. and Nabiev, A. A. (2013). Inverse problems for the quadratic pencil of the Sturm–Liouville equations with impulse, *Abstract and Applied Analysis*, Article ID 3611989.
- Atkinson, F. V. (1964). *Discrete and Continuous Boundary Problems*, Academic Press, New York
- Bairamov, E., Aygar, Y. ve Oznur, G. B. (2019). Scattering properties of eigenparameter dependent impulsive Sturm–Liouville Equations. *Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society*, 43 (2019) 2769-2781.
- Belinskiy, B. P., Hiestand, J. W. ve Matthews, J. V. (2015). Piecewise Uniform Optimal Design Of A Bar With An Attached Mass, *Electronic Journal of Differential Equations*, Vol. 2015, No. 206, pp. 1–17.
- Belinskiy, B.P. ve Dauer, J.P. (1997). On a regular Sturm - Liouville problem on a finite interval with the eigenvalue parameter appearing linearly in the boundary conditions, *Spectral theory and computational methods of Sturm-Liouville problem*. Eds. D. Hinton and P. W. Schaefer, 1997.
- Binding, P. A., Browne, P. J., Watson, B. A. (2000). Inverse spectral problems for Sturm-Liouville equations with eigenparameter dependent boundary conditions, *J. London Math. Soc.* 62 161-182.
- Freiling, G. and Yurko, V. A. (2001). *Inverse Sturm-Liouville Problems and Their Applications*, Nova Science, New York.
- Fulton, C.T. 1977. Two-point boundary value problems with eigenvalue parameter contained in the boundary conditions, *Proc. R. Soc. Edinburgh*, A77, 293-308.
- Gasymov, M. G. and Levitan, B. M. (1966). The Inverse Problem for the Dirac System, *Dokl. Akad. Nauk SSR*, 167, 967-970.
- Guliyev, Namig J. (2019). Schrödinger operators with distributional potentials and boundary conditions dependent on the eigenvalue parameter, *J. Math. Phys.* 60, no. 6, 063501, 23.
- Gwak, S., Kim, J., Rey, S. J. (2016). Massless and massive higher spins from anti-de Sitter space waveguide, *Journal of High Energy Physics*, volume 2016, Article number: 24.
- Kaoullas, G. ve Georgiou, G. C. (2015). Start-up and cessation Newtonian Poiseuille and Couette flows with dynamic wall slip, *Meccanica*, 50:1747–1760.
- Kawano, A. ve Morassi, A.. A Uniqueness Result On Detecting A Prey In A Spider Orb-Web, *arXiv:1906.03610*.
- Ladyzhenskaia, O. A. (1985). *The Boundary Value Problems Of Mathematical Physics*, Springer-Verlag, New York.
- Levitan, B. M. ve Sargsyan, I. S. (1988). *Sturm-Liouville and Dirac Operators*, Nauka, Moscow.
- Likov, A. V. and Mikhailov, Y. A. (1963). *The theory of heat and mass transfer* (Russian), Qosenerqoizdat.

- Mukhtarov, O. Sh. ve Aydemir, K. (2021). Oscillation Properties For Non-Classical Sturm-Liouville Problems With Additional Transmission Conditions. *Mathematical Modelling and Analysis*, 26(3), 432-443.
- Mukhtarov, O. Sh, Olğar, H. ve Aydemir, K. (2015). Resolvent Operator and Spectrum of New Type Boundary Value Problems. *Filomat* 29, 1671–1680
- Mukhtarov, O. Sh., Yakubov, S. (2002). Problems for differential equations with transmission conditions, *Applicable Anal.* 81, 1033–1064.
- Olğar, H., Mukhtarov, O.Sh. ve Aydemir, K. (2018). Some properties of eigenvalues and generalized eigenvectors of one boundary value problem, *Filomat*, 32:3, 911-920.
- Olğar, H., Mukhtarov, O. Sh. and Aydemir, K. (2022). Bir Sınır-Değer-İletim Probleminin Genelleşmiş Özfonksiyonlarının Tamlık Özelliği, 1st International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences (ICEANS 2022), May 10-13, 2022, Turkey.
- Olğar, H., Mukhtarov, O. S., Muhtarov, F. S. and Aydemir, K., (2022). The weak eigenfunctions of boundary-value problem with symmetric discontinuities, *Journal of Applied Analysis*. <https://doi.org/10.1515/jaa-2021-2079>.
- Nie, Y. ve Linetsky, V. (2019). Sticky reflecting Ornstein-Uhlenbeck diffusions and the Vasicek interest rate model with the sticky zero lower bound. *Stochastic Models*, pages 1–19.
- Parra Rodriguez, A., Rico, E., Solano, E. ve Egusguiza, I.L. (2018). Quantum Networks in Divergence-free Circuit QED, *Quantum Sci. Technol.* 3, no. 2, 024012, 46pp, arXiv:1711108817.
- Şen, E., Stikonas, A. (2021). Asymptotic Distribution of Eigenvalues and Eigenfunctions of a Nonlocal Boundary Value Problem. *Mathematical Modelling and Analysis*, 26(2) , 253-266.
- Titchmars, E. C., (1962). *Eigenfunctions Expansion Associated with Second Order Differential Equations I*, second edn. Oxford Univ. press, London.
- Walter, J. (1973). Regular eigenvalue problems with eigenvalue parameter in the boundary conditions. *Math. Z.* 133, 301-312.

İLETİM ŞARTLARI İÇEREN BİR PERİYODİK STURM-LIOUVILLE PROBLEMİNİN NİTEL ÖZELLİKLERİ

Oktay Sh. MUKHTAROV

Tokat Gaziosmanpasa University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 60150, Tokat
Institute of Mathematics and Mechanics, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

ORCID: 0000-0001-7480-6857

Kadriye AYDEMİR

Amasya University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Amasya

ORCID: 0000-0002-8378-3949

Hayati Olğar

Tokat Gaziosmanpasa University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 60150, Tokat

ORCID: 0000-0003-4732-1605

ÖZET

Sturm-Liouville problemlerinin özfonksiyonlarının sıfırlarının varlığı ve konumu, adi ve kısmi diferansiyel denklemler için sınır değer problemleri teorisinde büyük öneme sahiptir. Bu konu uzun bir süredir araştırılmaktadır ve çok geniş bir literatüre sahiptir. Bu alan karşılaştırma ve salınım teorisi olarak bilinmektedir. Diferansiyel denklemlerin çözümleri için salınım ve karşılaştırma teoremleri, diferansiyel denklemlerin nitel teorisindeki araştırma yöntemlerden biridir. Diferansiyel denklemlerin nitel teorisinin esas amacı, belirli bir aralıkta, çeşitli diferansiyel denklem sınıflarının çözümlerinin salınım ve diğer temel özellikleri arasındaki ilişkiyi tanımlamanın yanı sıra salınımlı olan ve salınımlı olmayan çözümlerin varlığı için yeterli ve/veya gerekli koşullar oluşturmak, sıfırların dağılımını, çözümün maksimum ve minimumlarını incelemek, ardışık sıfırlar arasındaki uzaklıkları ve verilmiş aralıktaki sıfır yerlerinin sayısını tahmin etmektir. Karşılaştırma ve salınım teorisi tarihsel olarak Sturm-Liouville tarafından ikinci mertebeden diferansiyel denklemlerden ve bazı sınır şartlarından oluşan sınır değer problemlerinin nitel özelliklerinin araştırılması sonucu ortaya çıkmıştır. Şimdi bu teori Sturm-Liouville teorisi olarak adlandırılır. Bu çalışmada, klasik olmayan çeşitli matematiksel fizik problemlerini çözmek için çok yararlı bulduğumuz Sturm-Liouville problemlerinin bir sınıfını araştırdık. Aslında bazı iç tekil noktalarda verilmiş iletim şartları içeren Sturm-Liouville denklemleri için bir periyodik sınır değer problemini inceledik. Doğal olarak, bu tür singular problemlerin araştırılması, klasik periyodik Sturm-Liouville problemlerinden çok daha karmaşıktır. Son yıllarda, iletim koşullarıyla ilgili Sturm-Liouville problemleri teorik matematik ve matematiksel fizikte önemli bir araştırma konusu olmuştur. Örneğin, elektrostatik ve manyetostatikte sonsuz iletken katman yoluyla ısı transferi problemini tanımlayan model problemi bir geçiş problemidir.

Anahtar Kelimeler: Periyodik Sturm-Liouville problemi, Karşılaştırma Teoremleri

SOME QUALITATIVE PROPERTIES OF PERIODIC STURM-LIOUVILLE PROBLEM WITH IMPULSIVE CONDITIONS

ABSTRACT

The existence and location of the zeros of eigenfunctions of Sturm-Liouville problems are of great importance in the theory of boundary value problems for ordinary and partial differential equations. This topic is called oscillation and comparison theory. This theory has been researched for a long time and has a very large literature. Oscillation and comparison theorems for solutions of differential equations are one of the research methods in the qualitative theory of boundary value problems. The main purpose of the qualitative theory of differential equations is to establish sufficient and/ or necessary conditions for the existence of oscillating and nonoscillating solutions, to study distribution of the zeros of the solutions, the maximum and minimum of the solutions, to obtain estimates of the distance between the consecutive zeros and the number of zeros in a given interval, as well as to describe the relationship between the oscillatory and other fundamental properties of the solutions of various classes of differential equations. The background of comparison and oscillation theory starts with the investigations of Sturm and Liouville on the qualitative properties of certain differential equations of second order with given boundary conditions, now referred to as Sturm-Liouville theory.

In this study, we explored a new class of Sturm-Liouville problems that is very useful for solving various type nonclassical mathematical physics problems. Namely, we considered one periodic boundary value problems for Sturm-Liouville type equations with additional transmission conditions at some interval singular points. Naturally, investigation of such type singular problems are much more complicated to analysis than classical periodic Sturm-Liouville problems. In recent years, Sturm-Liouville problems with impulsive conditions have been an important research topic in theoretical mathematic and mathematical physics. For example, in electrostatics and magnetostatics the model problem which describes the heat transfer through an infinitely conductive layer is a transmission problem.

Keywords: Periodic Sturm-Liouville problem, Comparison Theorems.

1. GİRİŞ

Sturm-Liouville probleminin özfonksiyonlarının sıfırlarının varlığı ve konumu, adi ve kısmi diferensiyel denklemler için sınır değer problemleri teorisinde büyük öneme sahiptir. Bu konu uzun bir süredir araştırılmaktadır ve çok geniş bir literatüre sahiptir (örneğin, Agarwal, Bohner ve Saker(2007), Agarwal, Regan ve Saker(2007), Leighton (1962), Swanson (1968), Wintner (1957), Yoshida, (2008)). Bu alan karşılaştırma ve salınım teorisi olarak bilinmektedir.

Diferansiyel denklemlerin çözümleri için salınım ve karşılaştırma teoremleri, diferansiyel denklemlerin nitel teorisindeki araştırma yöntemlerden biridir. Diferansiyel denklemlerin nitel teorisinin esas amacı, belirli bir aralıkta, çeşitli diferansiyel denklem sınıflarının çözümlerinin salınım ve diğer temel özellikleri arasındaki ilişkiyi tanımlamanın yanı sıra salınımlı olan ve salınımlı olmayan çözümlerin varlığı için yeterli ve/veya gerekli koşullar oluşturmak, sıfırların dağılımını, çözümün maksimum ve minimumlarını incelemek, ardışık sıfırlar arasındaki uzaklıkları ve verilmiş aralıktaki sıfır yerlerinin sayısını tahmin etmektir. Karşılaştırma ve salınım teorisi tarihsel olarak Sturm-Liouville tarafından ikinci mertebeden diferansiyel denklemlerden ve bazı sınır şartlarından oluşan sınır değer problemlerinin nitel özelliklerinin araştırılması sonucu ortaya çıkmıştır. Şimdi bu teori Sturm-Liouville teorisi olarak adlandırılır. Son yıllarda sınır şartları ile birlikte geçiş şartları da içeren çok aralıklı sınır değer problemleri daha çok ilgi çekmeye başlamıştır (örneğin, Allahverdiev and Tuna (2019), Aydemir and Mukhtarov (2017), Olğar, Mukhtarov and Aydemir (2018), Mukhtarov, Olğar, Aydemir and Jabbarov (2018), Şen (2018), Uğurlu and Bairamov (2014)).

Bu çalışmada,

$$-u'' + q(x)u = \lambda u \quad x \in [a, c) \cup (c, b] \quad (1)$$

biçiminde iki aralıklı Sturm-Liouville denkleminde

$$u(a) = u(b) \quad (2)$$

$$u'(a) = u'(b) \quad (3)$$

periyodik sınır şartlarından ve

$$u(c+) = \alpha u(c-) \quad (4)$$

$$u'(c+) = \beta u'(c-) \quad (5)$$

iletişim şartlarından oluşan bir sınır değer probleminin bazı nitel özellikleri araştırılmıştır, özdeğerlerinin sonsuz sayıda olduğu, reel olduğu ve sonlu yığılma noktasının bulunmadığı gösterilmiştir. Her özdeğere uygun reel değerli özfonksiyon bulunduğu gösterilmiştir. Ayrıca (4)-(5) iletim şartlarını sağlayan çözümler için karşılaştırma teoremleri ispatlanmıştır. Burada $q(x)$, $[a, c) \cup (c, b]$ aralıklarında sürekli olan, $x = c$ noktasında ise $q(c+)$, $q(c-)$ sonlu limit değerlerine sahip fonksiyondur. α, β reel sayılardır, λ ise kompleks özdeğer parametresidir.

2. ESAS SONUÇLAR

Teorem 2.1. $\alpha \beta = 1$ ise o halde iki aralıklı (1)-(5) probleminin sayılabilir sonsuz sayıda sonsuz özdeğeri mevcuttur. Bu özdeğerlerin sonlu yığılma noktası yoktur ve özdeğer dizisinin tek yığılma noktası sonsuzluktur.

Teorem 2.2. Her özdeğere uygun reel değerli özfonksiyon mevcuttur.

Şimdi ise $[a, c) \cup (c, b]$ biçiminde iki ayrı aralıkta tanımlı olan

$$u'' + q(x)u = 0 \quad (6)$$

$$u(a) = u(b) \quad (7)$$

$$u'(a) = u'(b) \quad (8)$$

periyodik iki aralıklı Sturm-Liouville problemi ile aynı tanım bölgesinde tanımlı olan

$$u'' + p(x)u = 0 \quad (9)$$

$$u(a) = u(b) \quad (10)$$

$$u'(a) = u'(b) \quad (11)$$

periyodik iki aralıklı Sturm-Liouville probleminin çözümlerinin sıfırları arasındaki bağıntı incelenmiştir. Yani, diferensiyel denklemin potansiyeli değiştiğinde çözümünün sıfırlarının davranışları araştırılmıştır. Her iki problemin çözümlerinin $x = c$ iletişim noktasında

$$u(c+) = \alpha u(c-) \quad (12)$$

$$u'(c+) = \beta u'(c-) \quad (13)$$

geçiş şartlarını sağladığı kabul edilmiştir. Ayrıca bu çalışma boyunca $p(x)$ ve $q(x)$ potansiyellerinin her birinin $[a, c) \cup (c, b]$ kümesinde sürekli olduğu, $x = c$ iletişim noktasında $p(c \pm) = \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} p(c + \varepsilon)$, $q(c \pm) = \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} q(c + \varepsilon)$ tek taraflı limit değerlerine sahip olduğu ve $\alpha, \beta = 1$ olduğu kabul edilmiştir.

Teorem 2.3. Kabul edelimki (6)–(8) iki aralıklı periyodik Sturm-Liouville probleminin (12)-(13) geçiş şartlarını sağlayan bir $z(x)$ çözümünün $[a, c) \cup (c, b]$ kümesinde birden fazla sıfırı mevcuttur ve bu çözümünün ardışık iki sıfırı x_1 ve x_2 olsun. Aşağıdaki şartların sağlandığını kabul edelim.

1. Durum

x_1 ve $x_2 \in [a, c)$ veya x_1 ve $x_2 \in (c, b]$ ise

$$\int_{x_1}^{x_2} (p(x) - q(x))z^2(x)dx \geq 0 \quad (14)$$

2. Durum

$a \leq x_1 < c < x_2 \leq b$ ise

$$\int_{x_1}^{c-0} (p(x) - q(x))z^2(x)dx \geq 0 \text{ ve } \int_{c+0}^{x_2} (p(x) - q(x))z^2(x)dx \geq 0 \quad (15)$$

koşulları sağlanır. Eğer (9)—(11) iki aralıklı periyodik Sturm-Liouville probleminin (12)-(13) geçiş şartlarını sağlayan herhangi bir $y(x)$ çözümünün $x = x_1$ noktasında sıfırı varsa, o halde bu çözümün $(x_1, c) \cup (c, x_2]$ kümesinde en az bir en az bir sıfırı vardır.

İspat: Eğer $y(x)$ fonksiyonu ile $z(x)$ fonksiyonu lineer bağımlı iseler ispat açıktır. Bu nedenle bu fonksiyonların lineer bağımsız olduğu durumu incelemek yeterlidir. Teorem aksini kabul etme yöntemiyle ispatlanacaktır. Bu durumda $\forall x \in (x_1, c) \cup (c, x_2]$ için $y(x) \neq 0$ olduğunu kabul edelim. Sırasıyla (6) denklemi z ile (9) denklemi ise $\frac{z^2}{y}$ ile çarpılırsa,

$$z(z'' + qz) = 0$$

Ve

$$\frac{z^2}{y}(y'' + py) = 0$$

elde edilir. Bu eşitlikler taraf tarafa çıkarılır ve gerekli işlemler yapılırsa

$$\frac{z}{y}(z'y - y'z)' = z^2(p - q)$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitliğin verilen aralıkta integrali alınırsa,

$$\int_{x_1}^{c-} \frac{z}{y}(z'y - y'z)' dx + \int_{c+}^{x_2} \frac{z}{y}(z'y - y'z)' dx = \int_{x_1}^{c-} z^2(p - q) dx + \int_{c+}^{x_2} z^2(p - q) dx$$

eşitliği elde edilir. Bu son eşitliğin sol tarafındaki integrallerde kısmi integrasyon uygulanırsa,

$$\begin{aligned} \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{z}{y}(z'y - y'z)I_{x_1+\varepsilon}^{c-} - \int_{x_1}^{c-} (z'y - y'z) \left(\frac{z}{y}\right)' dx + \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{z}{y}(z'y - y'z)I_{c+}^{x_2} \\ - \int_{c+}^{x_2} (z'y - y'z) \left(\frac{z}{y}\right)' dx = \int_{x_1}^{c-} z^2(p - q) dx + \int_{c+}^{x_2} z^2(p - q) dx \quad (16) \end{aligned}$$

elde edilir. Teoremin ifadesindeki geçiş şartlarını gözönüne alarak (16) denklemindeki limit değerleri hesaplanırsa

$$\begin{aligned} \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{z}{y}(z'y - y'z)I_{x_1+\varepsilon}^{c-} + \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{z}{y}(z'y - y'z)I_{c+}^{x_2} \\ = \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{z(c-)}{y(c-)} [z'(c-)y(c-) - y'(c-)z(c-)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{z(x_1 + \varepsilon)}{y(x_1 + \varepsilon)} [z'(x_1 + \varepsilon)y(x_1 + \varepsilon) - y'(x_1 + \varepsilon)z(x_1 + \varepsilon)] \\
& + \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{z(x_2)}{y(x_2)} [z'(x_2)y(x_2) - y'(x_2)z(x_2)] - \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{z(c+)}{y(c+)} [z'(c+)y(c+) - y'(c+)z(c+)] \\
& = \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{z(c-)}{y(c-)} [z'(c-)y(c-) - y'(c-)z(c-)] \\
& - \lim_{\varepsilon > 0, \varepsilon \rightarrow 0} \frac{x_1 z(c-)}{x_1 y(c-)} [\beta z'(c-) \alpha y(c-) - \beta y'(c-) \alpha z(c-)] = 0
\end{aligned}$$

elde edilir. Bulunan bu sonuç (16) denkleminde yerine yazılırsa

$$\begin{aligned}
& - \int_{x_1}^{c-} (z'y - y'z) \left(\frac{z}{y}\right)' dx - \int_{c+}^{x_2} (z'y - y'z) \left(\frac{z}{y}\right)' dx \\
& = \int_{x_1}^{c-} z^2(p - q)dx + \int_{c+}^{x_2} z^2(p - q)dx \\
& - \int_{x_1}^{c-} (z'y - y'z) \left(\frac{z'y - y'z}{y^2}\right) dx - \int_{c+}^{x_2} (z'y - y'z) \left(\frac{z'y - y'z}{y^2}\right) dx \\
& = \int_{x_1}^{c-} z^2(p - q)dx + \int_{c+}^{x_2} z^2(p - q)dx \\
& - \int_{x_1}^{c-} \frac{(z'y - y'z)^2}{y^2} dx - \int_{c+}^{x_2} \frac{(z'y - y'z)^2}{y^2} dx \\
& = \int_{x_1}^{c-} z^2(p - q)dx + \int_{c+}^{x_2} z^2(p - q)dx \geq 0
\end{aligned}$$

bulunur. Böylece

$$\int_{x_1}^{c-} \frac{(z'y - y'z)^2}{y^2} dx + \int_{c+}^{x_2} \frac{(z'y - y'z)^2}{y^2} dx \leq 0 \quad (17)$$

olduğu görülür. Fakat

$$\int_{x_1}^{c-} \frac{(z'y - y'z)^2}{y^2} dx + \int_{c+}^{x_2} \frac{(z'y - y'z)^2}{y^2} dx > 0$$

olduğu açıktır. Bu ise (17) eşitsizliği ile çelişir. O halde $(x_1, c) \cup (c, x_2]$ aralığında $y(x)$ ' in en az bir sıfırı vardır. İspat bitti.

Teorem 2.3. ün ispatında gerekli değişiklikler yapılarak aşağıdaki teorem ispat edilebilir.

Teorem 2.4. Eğer Teorem 2.3 ün şartlarındaki eşitsizlikler ciddi olarak sağlanırsa, o halde $y(x)$ çözümünün $(a, c) \cup (c, b)$ açık kümesinde en az bir en az bir sıfırı mevcuttur.

KAYNAKLAR

- Agarwal, R. P., Bohner, M. & Saker, S. H. 2007. Oscillation of second order delay dynamic equations, Canad. Appl. Math. Quart., in press.
- Agarwal, R. P., Regan, D. O. & Saker, S. H. 2004. Oscillation criteria for second-order nonlinear neutral delay dynamic equations, J. Math. Anal. Appl. 300(2004) 203-217.
- Allahverdiev, B. P., & Tuna, H. 2019. Eigenfunction expansion for singular Sturm-Liouville problems with transmission conditions. Electron. J. Differ. Equ. 3, 1–10.
- Sturm, C. 1836. Sur les équations différentielles linéaires du second ordre, J. Math. Pures. Appl. 1, 106, 186. 106-186.
- Aydemir, K., & Mukhtarov, O. S. 2017. Class of Sturm-Liouville problems with eigenparameter dependent transmission conditions. Numer. Funct. Anal. 38(10), 1260–1275.
- Leighton, W. 1962. Comparison theorems for linear differential equations of second order, Proceedings of the American Mathematical Society, vol. 13, pp. 603-610.
- Olğar, H., Mukhtarov, O.S., & Aydemir, K. 2018. Some properties of Eigenvalues and generalized Eigenvectors of one boundary value problem. Filomat 32(13), 911–920.
- Mukhtarov, O. Sh., Olğar, H., & Aydemir, K., Jabbarov, I. Sh. 2018. The Operator-Pencil Realization of One Sturm-Liouville Problem with Transmission Conditions, Applied and Computational Mathematics, 17(3), 284-294.
- Swanson, C. A. 1968. Comparison and oscillation theory of linear differential equations, Vol. 48, Academic Press, New York and London.
- Şen, E. 2018, Computation of eigenvalues and eigenfunctions of a Schrodinger-type boundary-value-transmission problem with retarded argument, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 41, 6604-6610.
- Uğurlu, E., Bairamov, E. 2014. Spectral analysis of eigenparameter dependent boundary value transmission problems, Journal of Mathematical Analysis And Applications, 443(1), 482-494.
- Wintner, A. 1957. On the comparison theorem of Kneser-Hille, Math. Scan 5, 255-260.
- Yoshida, N. 2008. Oscillation theory of partial differential equations, World Scientific.

İÇ TEKİL NOKTALAR BULUNDURAN İKİ ARALIKLI SINIR DEĞER PROBLEMLERİ İÇİN SONLU FARKLAR YÖNTEMİ

Oktay Sh. MUKHTAROV

Tokat Gaziosmanpasa University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Tokat, Turkey.
Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Mathematics and Mechanics, Baku, Azerbaijan.

ORCID ID: 0000-0001-7480-6857

Semih ÇAVUŞOĞLU

Tokat Gaziosmanpasa University, Institute of Graduate Studies, Tokat, Turkey.

Erbaa Fatih Anatolian High School, Erbaa, Tokat, Turkey.

ORCID ID: 0000-0002-8194-4008

ÖZET

Fizik ve mühendislikteki çoğu problem uzayın belli bir bölgesinde tanımlı olan adi veya kısmi diferansiyel denklemlere ve bölgenin sınırında tanımlı olan ve sınır şartları olarak adlandırılan koşullara indirgeniyor. Bu tür fiziksel olayların doğasını ve davranışını anlamak için bu sınır değer problemlerinin (SDP) gerçek veya yaklaşık çözümlerini bulmak gerekir. Genel olarak bilinen analitik yöntemlerle gerçek çözümleri bulmak zor veya imkansızdır. Bu nedenle yaklaşık çözümler bulmak için çeşitli sayısal yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri de Sonlu Farklar Yöntemidir (SFY). Bu yöntem, verilen sınır değer problemini, türevli ifadeleri uygun sonlu fark ifadeleriyle değiştirerek cebirsel denklemler sistemine dönüştürülmesine dayanmaktadır. Klasik Sonlu Farklar Yönteminin, iç tekillikler bulundurmeyen tek aralıklı sınır değer problemlerini çözmek için tasarlandığını belirtmek gerekir. Son yıllarda bazı tekillikler içeren sınır değer problemlerinin çözümüne artan bir ilgi olmuştur.

Bu çalışmanın temel amacı, iç tekillikler içeren sınır değer problemlerini çözmektir. Doğal olarak, iç tekilliklere sahip SDP'lerini çözmek, tek aralıklı normal SDP'leri çözmekten çok daha karmaşıktır, çünkü klasik yöntemlerin bu tür problemlere nasıl uygulanacağı açık değildir.

Bu çalışmada, klasik SFY'yi sadece bir aralıklı SDP'leri değil, aynı zamanda tekil noktalarda ek geçiş koşulları içeren bazı iki-aralıklı SDP'leri çözmek için geliştirdik. Modifiye ettiğimiz sonlu farklar yönteminin uygulanabilirliğini göstermek için bazı örnekler çözülmüştür. Elde edilen yaklaşık çözümler grafiksel olarak gerçek çözümlerle karşılaştırılmış ve maksimum mutlak hata yöntemi ile gerçek çözüme yakınsadığı gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sonlu Farklar Yöntemi, geçiş şartları, sayısal çözüm, iç tekil nokta, sınır değer problemleri.

FINITE DIFFERENCES METHOD FOR TWO-INTERVAL BOUNDARY VALUE PROBLEMS INVOLVING SINGULAR INTERIOR POINTS

ABSTRACT

The mathematical model of most problems in physics and engineering leads to ordinary or partial differential equations on some given region of space, together with some conditions along the edges of this domain, the so-called boundary conditions. To understand the nature and behavior of such physical phenomena it is needed to find an exact or approximate solutions of these boundary value problems (BVP's). In general it is difficult or impossible to find the exact solutions by known analytical methods. Therefore various numerical methods developed to find an approximate solutions. One of them is the Finite Difference Method (FDM). This Method is based on converting the given boundary value problem into system of algebraic equations by replacing derivative expressions with appropriate difference.

Note that the classical FDM is designed for solving one-interval boundary value problems(BVP's) without interior singularities. In the recent years there has been a great interest in solving boundary value problems including some singularities.

The main goal of this study is to solve BVP's with interior singularities. Naturally, BVP's with interior singularities are much more complicate to solve than one-interval regular BVP's, since it is not clear how to apply the classical methods to such type problems.

In this work we have modified the classical FDM to solve not only one-interval BVP's, but also some two-interval BVP's including additional transmission conditions at some interior singular points. Some examples are presented to illustrate the applicabilily of modified finite difference method. The obtained approximate solutions were compared graphically with the exact solutions and by using the maximum absolute error method it was shown that they converge to the exact solution.

Keywords: Finite difference method, transmission conditions, numerical solution, interior singular point, two-interval boundary value problems.

1. GİRİŞ

Adi ve/veya kısmi türevli diferansiyel denklemler, doğa bilimlerinde farklı türdeki süreçleri araştırmak için kullanılır. Bu tür süreçlerin doğasını anlamak için bazı analitik yöntemler kullanarak belirli sınır koşullarını sağlayan diferansiyel denklemleri çözmemiz gerekir. Genel olarak, bu sınır değer problemlerini analitik olarak çözmek imkansızdır. Bu yüzden bu problemleri çözmek için birçok analitik ve sayısal yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de Sonlu Farklar Yöntemidir (SFY). SFY'nin dayandığı ana fikir, sınır değer probleminde

görünen adi veya kısmi türevleri, onlara yaklaşan sonlu farklarla değiştirmektedir. Standart sonlu fark yöntemleri, iç tekil nokta ve karşılık gelen geçiş koşulları içermeyen problemler için tasarlanmıştır (Ascher, 1994; Burden, 1997; Kincaid ve ark, 2009; LeVeque, 2007; Pandey, 2019). Son yıllarda iç tekillik noktaları bulunan ve/veya geçiş şartları içeren sınır değer problemleri daha çok ilgi görmeye başlamıştır (Aydemir, 2022; Aydemir ve Mukhtarov, 2021; Cavusoglu ve Mukhtarov, 2021; 2022 Çavuşoğlu ve Mukhtarov, 2022; Mukhtarov ve ark., 2020; Mukhtarov ve ark., 2021; Mukhtarov ve Aydemir, 2022; Olgar ve ark, 2018; Şen ve Štikonas, 2022; Uğurlu ve Taş, 2021; Yücel ve Mukhtarov, 2019).

Bu çalışmadaki temel amacımız, iç tekil noktada ek iletim koşullarıyla verilmiş sınır değer problemleri için SFY'yi uygulanabilir olacak biçimde geliştirmektedir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

İlk önce SFY'nin adi diferansiyel denklemlere uygulama biçimini ifade edelim.

$$y'' + p(x)y' + q(x)y = f(x), \quad x \in [a, b] \quad (1)$$

ikinci mertebeden bir lineer diferansiyel denklemi

$$y(a) = \alpha, \quad y(b) = \beta \quad (2)$$

sınır koşulları ile ele alalım. Burada $p(x), q(x)$ ve $f(x)$ fonksiyonları $[a, b]$ aralığında sürekli ve α, β gerçekte sayılardır. (1) – (2) sınır değer problemini ayrıklaştırmak için $[a, b]$ tanım aralığını $[x_{j-1}, x_j]$, $(j = 0, 1, \dots, N)$ şeklinde sonlu sayıda aralıklara bölelim. Burada $x_j = a + jh$, $(j = 0, 1, \dots, N)$, $h = \frac{b-a}{N}$ 'dir.

Analizden iyi bilinmektedir ki $h \rightarrow 0$ olduğunda

$$y(x_j + h) = y(x_j) + y'(x_j)h + O(h^2) \quad (3)$$

asimptotik eşitliği sağlanır. İleri ve geri sonlu fark operatörleri

$$D_+ y(x) := \frac{y(x+h) - y(x)}{h} \quad \text{ve} \quad D_- y(x) := \frac{y(x) - y(x-h)}{h} \quad (4)$$

eşitlikleri ile tanımlanır. O halde birinci ve ikinci mertebeden türevler için aşağıdaki yaklaşık eşitlikleri elde ederiz.

$$y'(x_j) \approx \frac{1}{2} (D_+ y(x_j) + D_- y(x_j)) = \frac{1}{2h} (y(x_j + h) - y(x_j - h)) \quad (5)$$

ve

$$y''(x_j) \approx \frac{1}{h} (D_+ y(x_j) - D_- y(x_j)) = \frac{1}{h^2} (y(x_j + 1) - 2y(x_j) + y(x_j - 1)) \quad (6)$$

(5)-(6) sonlu fark açılımlarını (1)-(2) sınır değer probleminde yerine koyarsak verilen sınır değer probleminin aşağıdaki sonlu fark yaklaşımını elde ederiz.

$$\frac{y_{j+1} - 2y_j + y_{j-1}}{h^2} + p_j \frac{y_{j+1} - y_{j-1}}{2h} + q_j y_j = f_j, \quad j = 0, 1, \dots, N$$

Burada y_j, p_j, q_j ve f_j gösterimleri sırasıyla $y(x_j), p(x_j), q(x_j)$ ve $f(x_j)$ için kullanılır. Böylece, $y_0, y_1, \dots, y_N$ değişkenlerine göre aşağıdaki lineer cebirsel denklem sistemini elde etmiş oluruz.

$$\begin{cases} (-p_j h + 2) y_{j-1} + (2q_j h^2 - 4) y_j + (p_j h + 2) y_{j+1} = 2h^2 f_j \\ j = 0, 1, 2, \dots, N \end{cases}$$

(2) sınır koşullarından $y_0 = \alpha, \quad y_N = \beta$ elde edilir. Böylece (1)-(2) denklemlerini

$$AY = B$$

matris denklem formunda yazabiliriz. Burada Y ve B katsayı vektörleridir.

$A = (a_{ij}), \quad i, j = 0, 1, \dots, N - 1$ matrisi ise $(N - 1) \times (N - 1)$ boyutunda tridiagonal matrisidir.

3. SINIR DEĞER GEÇİŞ PROBLEMİN ÇÖZÜMÜ İÇİN SONLU FARKLAR YÖNTEMİ

Şimdi $[a, c) \cup (c, b]$ biçiminde iki ayrık aralıkta tanımlı (1) diferansiyel denkleminin (2) sınır şartlarını ve $x = c$ geçiş noktasında verilmiş

$$y(c - 0) = \theta y(c + 0) \quad (7)$$

ve

$$y'(c - 0) = \gamma y'(c + 0) \quad (8)$$

geçiş şartlarında oluşan problemin SFY yardımı ile yaklaşık çözümünü araştıracağız. $[a, b]$ tanım aralığını $x_j = a + jh, \quad (j = 0, 1, \dots, N + 1)$ ızgara noktalarına göre $N + 1$ eşit alt aralıklara bölelim. Burada $h = \frac{b-a}{N}$ ağ genişliği, ardışık grid noktaları arasındaki mesafedir,

p_j, q_j ve f_j ise $x = x_j$ ızgara noktasında p, q ve f fonksiyonlarının belirtilen sırasıyla değerleridirler, y_j ise x_j grid noktasında $y(x)$ fonksiyonun yaklaşık çözümüdür.

Şimdi, $y_0, y_1, \dots, y_N, y_{N+1}$ değerlerinden oluşan sınır-değer-geçiş probleminin çözümünü yaklaşık olarak hesaplayacağız. (2) sınır koşullarından

$$y_0 = \alpha, y_{N+1} = \beta$$

eşitliklerini elde ederiz. Benzer şekilde (7)-(8) geçiş koşullarından

$$y(c-0) \approx y(x_k), \quad y(c+0) \approx y(x_{k+1})$$

$$y'(c-0) \approx y'(x_k), \quad y'(c+0) \approx y'(x_{k+1})$$

yaklaşık eşitlikleri elde ederiz. Yeterince büyük N için ve x_k ve x_{k+1} noktalarında sonlu fark yaklaşımları için,

$$y_k = \theta y_{k+1} \quad \text{ve} \quad \frac{1}{h}(y_k - y_{k-1}) = \frac{\theta}{h}(y_{k+2} - y_{k+1}) \quad (9)$$

eşitlikleri bulunur. Sonuç olarak, $y_1, y_2, \dots, y_N$ bilinmeyenleri için aşağıdaki N tane lineer cebirsel denklem sistemi elde edilmiş olur.

$$\begin{cases} \left(1 - \frac{p_j h}{2}\right) y_{j-1} + (-2 + q_j h^2) y_j + \left(1 + \frac{p_j h}{2}\right) y_{j+1} = h^2 f_j & j = 1, 2, \dots, k-1 \\ y_j - \theta y_{j+1} = 0 & j = k \\ -y_{j-1} + y_j - \gamma y_{j+1} - \gamma y_{j+2} = 0 & j = k+1 \\ \left(1 - \frac{p_j h}{2}\right) y_{j-1} + (-2 + q_j h^2) y_j + \left(1 + \frac{p_j h}{2}\right) y_{j+1} = h^2 f_j & j = k+2, \dots, N \end{cases}$$

Şunu belirtmek gerekir ki, klasik SFY'den farklı olarak sonucu lineer denklem sistemi tridiagonal denklem sistemi değildir. Biz bu denklem sistemini yaridiagonal sistem olarak adlandıracaktır. Bu lineer cebirsel denklem sisteminin çözümü Matlab/Octave veya Mathematica gibi programlar kullanılarak bulunabilir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Kolayca gösterebiliriz ki

$$y'' - 2(2x-3)y' + ((2x-3)^2 - 2)y = 0, \quad x \in [-2, 2] \quad (10)$$

ikinci mertebeden lineer diferansiyel denkleminin

$$y(-1) = 0, \quad y(1) = 2$$

$$(11)$$

sınır koşullarını sağlayan gerçek çözümü $y = e^{x(x-3)+2}(x+1)$ 'dir. Grid nokta sayısı $N = 32$

olarak alırsak, $h = \frac{2}{32}$ ve $x_i = 1 + ih, (i = 0, 1, \dots, 31)$ olmak üzere (11) sınır koşullarından

$x_0 = -1, x_{32} = 1$ olmak üzere $y_0 = 0, y_{32} = 2$ biçiminde ifadeler elde edilir. (5)-(6) sonlu

fark açılımları (10) denkleminde yerine yazılarak

$$(2 + 2h(2x_i - 3))y_{i-1} + (-4 + 2h^2((2x_i - 3)^2 - 2))y_i + (2 - 2h(2x_i - 3))y_{i+1} = 0,$$

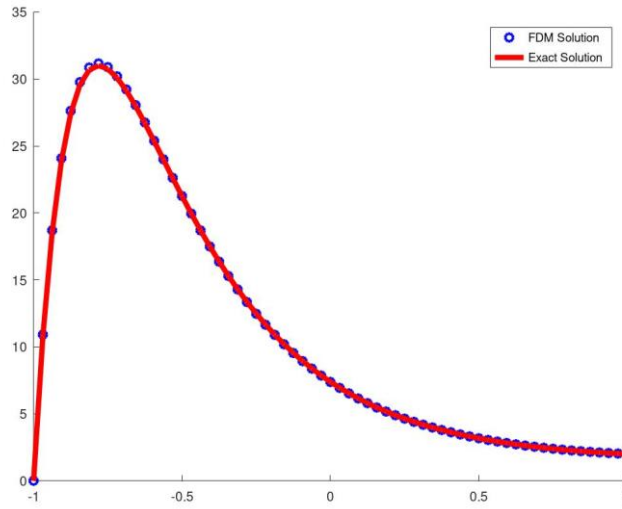
$$i = 1, 2, \dots, 31$$

eşitlikleri bulunur. Yani, $y_1, y_2, \dots, y_{31}$ değişkenlerine göre lineer cebirsel denklem sistemi elde

edilir. Lineer cebirsel denklemler sistemi $AY = B$ tridiagonal matris-vektör formunda

yazılabilir. Bu sistemin çözümü MATLAB-Octave kullanılarak elde edildi ve elde edilen

sayısal SFY çözümleri, gerçek çözüm ile grafiksel olarak karşılaştırıldı (bakınız, Şekil 1).



Şekil.1 Problem (10)-(11)'in N=32 için SFM ve gerçek çözüm grafiği

Şimdi (1)-(2) sınır değer problemini $x = 0$ iç tekil noktasında verilmiş

$$2y(0^-) = y(0^+), \quad 3y'(0^-) = 2y'(0^+)$$

$$(12)$$

geçiş şartları ile birlikte inceleyeceğiz. $N = 64$ seçer ve (12) geçiş koşullarını uygularsak, o

zaman iki ek cebirsel denkleminiz olur. y_{32} yaklaşık değeri $x = 0$ 'a en yakın noktada

hesaplandığı ve $x = 0$ 'ın solunda kaldığı için, $y_{32} = y(0^-)$ ve benzer şekilde $\tilde{y}_0$ yaklaşık

değeri $x = 0$ 'a en yakın noktada hesaplandığı ve $x = 0$ 'ın sağında yer aldığı için,

$\tilde{y}_0 = y(0^+)$ olarak kabul ediyoruz. Böylece (12)'den

$$y_{32} - 3\widetilde{y}_0 = 0 \quad (13)$$

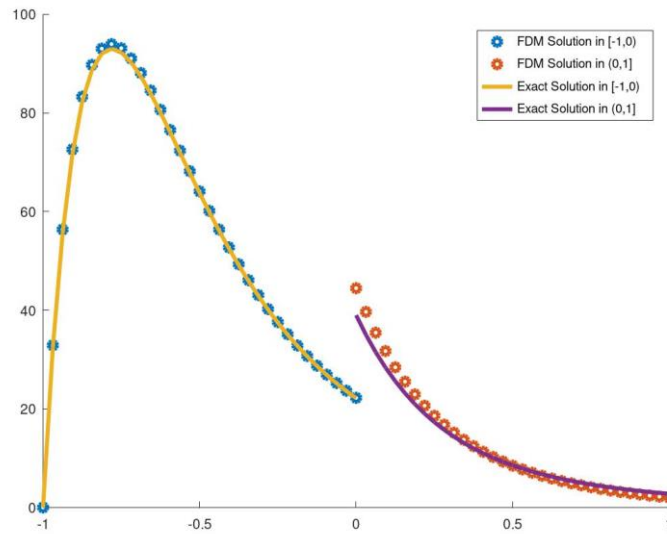
ve

$$y_{30} - y_{32} - 2\widetilde{y}_0 + 2\widetilde{y}_2 = 0 \quad (14)$$

eşitlikleri elde edilir. (10)-(11) denklem sistemlerine (13)-(14) denklemleri eklenerek,

$$MY = B$$

formunda bir yaritridiagonal lineer denklem sistemi elde edilir. Bu lineer cebirsel denklem sisteminin çözümü Octave kullanılarak elde edildi. Şekil 2’de (10)-(12) probleminin sonlu fark çözümü tam çözümle grafiksel olarak karşılaştırılmıştır (bakınız, Şekil 2).



Şekil.2 Problem (10)-(12)’in N=32 için SFM ve gerçek çözüm grafiği

5. SONUÇ

Bilindiği üzere SFY tek bir aralıkta tanımlı olan regular problemler için tasarlanmış yöntemdir. Bu yöntem iç tekilliğe sahip olan iki ve çok aralıklı problemlere direkt olarak uygulanamaz. Bu çalışmada yeni bir teknik geliştirilerek SFY’nin bazı singüler problemlere de uygulanabilir olduğunu gösterdik. Geliştirdiğimiz yeni tekniği esaslandırmak için gerçek çözümü bilinen problemi yeni yöntemle çözerek elde edilen sayısal çözümü gerçek çözümle grafiksel olarak karşılaştırdık.

KAYNAKÇA

- Ascher, U. M., Mattheij R. M. M., and Russell R. D., 1994. Numerical solution of boundary value problems for ordinary differential equations, Vol. 13, Siam.
- Aydemir, K., 2022. Green's Function and Carleman's Formula for Transmission Problems. Bull. Malays. Math. Sci. Soc. 45, 3277–3291.
- Aydemir, K., Mukhtarov, O. S., 2021. Spectrum of periodic Sturm-Liouville problems involving additional transmission conditions. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo Series 2, 1-12.
- Burden, R. L., Faires, J. D., 1997. Numerical Analysis, Brooks, Cole Pub. Co., Pacific Grove, California, 609.
- Cavusoglu, S., Mukhtarov, O. S., 2022. A new treatment of the finite difference method for 2-interval Sturm-Liouville problems. Mathematics in Engineering, Science & Aerospace (MESA), 13(1).
- Çavuşoğlu, S., Mukhtarov, O. S., 2021. A new finite difference method for computing approximate solutions of boundary value problems including transition conditions. Вестник Карагандинского университета. Серия: Математика, (2), 54-61.
- Çavuşoğlu, S., Mukhtarov, O., 2022. Modified Finite Difference Method for solution of two-interval boundary value problems with transition conditions. Turkish Journal of Mathematics and Computer Science, 14(1), 98-106.
- Kincaid, D., Kincaid, D. R., Cheney, E. W., 2009. Numerical analysis: mathematics of scientific computing (Vol. 2), American Mathematical Soc.
- LeVeque, R. J., 2007, Finite difference methods for ordinary and partial differential equations: steady-state and time-dependent problems, Society for Industrial and Applied Mathematics,.
- Mukhtarov, O. S., Yücel, M., Aydemir, K., 2020. Treatment a new approximation method and its justification for Sturm-Liouville problems. Complexity.
- Mukhtarov, O. S., Cavusoglu, S., Pandey, P. K., 2021. Development of the Finite Difference Method to solve a new type Sturm-Liouville problems, Tbilisi Mathematical Journal, 14(3), 141-154.
- Mukhtarov, O. S., Aydemir, K., 2022. Spectral Analysis of α -Semi Periodic 2-Interval Sturm-Liouville Problems. Qualitative Theory of Dynamical Systems, 21(3), 1-14.
- Olğar, H., Muhtarov, F. S., Mukhtarov, O. S., 2018. Lower bound estimation for eigenvalues for many interval BVP's with eigenparameter dependent boundary conditions. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1997, No. 1, p. 020037). AIP Publishing LLC
- Olğar, H., Mukhtarov, O. S., Muhtarov, F. S., Aydemir, K., 2022. The weak eigenfunctions of boundary-value problem with symmetric discontinuities. Journal of Applied Analysis.
- Pandey, P., 2019. A Consistent and Accurate Numerical Method for Approximate Numerical Solution of Two Point Boundary Value Problems. International Journal of Mathematical Modelling & Computations, 9(2 (SPRING)), 149-154.
- Şen, E., Štikonas, A., 2022. Computation of eigenvalues and eigenfunctions of a non-local boundary value problem with retarded argument. Complex Variables and Elliptic Equations, 67(7), 1662-1676.
- Uğurlu, E., Tas, K., 2021. Dependence of Eigenvalues of Some Boundary Value Problems. Applied Mathematics E-Notes, 21, 81-88.
- Yücel, M., Mukhtarov, O., 2019. Application of differential transform method and Adomian decomposition method for solving of one nonlinear boundary-value-transmission problem. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2183, No. 1, p. 090011). AIP Publishing LLC.

İKİ ARALIKLI BİR PERİYODİK STURM-LIOUVILLE PROBLEMİNİN ÖZDEĞERLERİ VE ÖZFONKSİYONLARI

Sevda Nur ÖZTÜRK

Tokat Gaziosmanpaşa University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, 60150, Tokat

ORCID ID: 0000-0001-5722-3393

Oktay Sh. MUKHTAROV

Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Science, Department of Mathematics, 60150, Tokat
Institute of Mathematics and Mechanics, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

ORCID ID: 0000-0001-7480-6857

Kadriye AYDEMİR

Amasya University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Amasya

ORCID ID: 0000-0002-8378-3949

ÖZET

Son yıllarda, geçiş şartları içeren çok-aralıklı sınır değer problemleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı, klasik periyodik Sturm-Liouville problemlerinden farklı olan Sturm-Liouville tipi bir periyodik sınır değer probleminin özdeğer ve özfonksiyonlarının bazı temel özelliklerini incelemektir. Araştırdığımız problemin klasik periyodik problemlerden farkı denkleminin ortak uçlu iki ayrık aralıkta tanımlanmış olması, ayrıca bu ortak uç noktada geçiş şartları olarak adlandırılan ek iletişim şartları içermesidir.

Anahtar Kelimeler: Periyodik Sturm-Liouville problemi, Özdeğer, Özfonksiyon, Geçiş şartları

EIGENVALUES AND EIGENFUNCTIONS OF ONE TWO-INTERVAL PERIODIC STURM-LIOUVILLE PROBLEM

ABSTRACT

In the recent years many-interval boundary value problems with additional transmission conditions have been studied extensively in the literature. The purpose of this work is to study some basic properties of eigenvalues and eigenfunctions of one periodic boundary value problem of the Sturm-Liouville type which differs from classical periodic Sturm-Liouville problems in that the differential equation is defined on two non-intersecting intervals with common ends, on which additional interaction conditions are set, the so-called transmission conditions.

Keywords: Periodic Sturm-Liouville problem, Eigenvalue, Eigenfunction, Transmission conditions.

1. INTRODUCTION

Sturm-Liouville theory has long played an important role in modeling various physical phenomena and continues to serve as an indispensable tool in future research. It is well known that Sturm-Liouville theory underlies a whole new branches of mathematics, such as Fourier series, boundary value problems, integral transformations, special functions, spectral theory of differential and integral operators, etc. In the theory and applications of Sturm-Liouville

boundary value problems it is required to find a solution to a Sturm-Liouville equation satisfying certain conditions on the boundary of the domain, the so-called eigenfunctions. In particular there is the permanent interest in obtaining sufficient conditions for the existence of infinitely many real eigenvalues and eigenfunctions. In 1836 the first important results was established by Sturm . These results has been successively extend and generalized in a number of directions with applications to many problems appearing in physics, engineering and other branches of natural sciences. In particular, periodic Sturm-Liouville problems are appears as mathematical model of one dimensional simplest crystals, periodic flow of heat, free oscillations of the Earth, etc. (see, for example, Kittel (1996), Ren (2017), Seitz (1940) and references cited therein).

In the recent years many-interval boundary value problems with additional transmission conditions have been studied extensively in the literature (see, for example, Akdoğan, Yakar, and Demirci (2019), Allahverdiev and Tuna (2019), Aydemir and Mukhtarov (2017), Olğar, Mukhtarov and Aydemir (2018), Mukhtarov, Olğar, Aydemir and Jabbarov (2018), Şen (2018), Uğurlu and Bairamov (2014), Yakar and Akdoğan (2019)).

In this study we will consider the two-interval Sturm-Liouville equation

$$-u''(x) + (\lambda - q(x))u(x) = 0 \quad x \in [-1,0) \cup (0,1] \quad (1)$$

together with periodic boundary conditions, given by

$$u(-1) = u(1) \quad (2)$$

$$u'(-1) = u'(1) \quad (3)$$

and with additional conditions (the so-called transmission conditions) at the point of interaction $x = 0$, given by

$$\lim_{x \rightarrow 0+} u(x) - \lim_{x \rightarrow 0-} u'(x) = 0 \quad (4)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0+} u(x) + \lim_{x \rightarrow 0-} u'(x) = 0 \quad (5)$$

where $q(x)$ is real-valued function which is continuous on each intervals $[-1,0)$ and $(0,1]$ and has

a finite left and right-hand limit values $q(0 \pm) = \lim_{x \rightarrow 0 \pm} q(x)$, λ is a complex eigenvalue parameter.

2. SOME BASIC PROPERTIES OF EIGENVALUES AND EIGENFUNCTIONS

For brevity we shall use the following notations:

$$Lu \stackrel{\text{def}}{=} -u''(x) + q(x)u$$

$$P_1(u) \triangleq u(-1) - u(1), \quad P_2(u) \triangleq u'(-1) - u'(1)$$

$$P_3(u) \triangleq u'(0+) - u(0-), \quad P_4(u) \triangleq u'(0+) + u(0-)$$

Definition. An eigenvalue and eigenfunction are the complex number λ and the corresponding nontrivial function $u(x, \lambda)$ respectively, such that Lu and $P_i(u) (i = 1, 2, 3, 4)$ makes sense and the equalities

$$Lu(., \lambda) = \lambda u(., \lambda), \quad P_i(u(., \lambda)) = 0, \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (6)$$

holds.

Theorem 2.1. If λ an eigenvalue of the Sturm-Liouville boundary-value transmission problem (1)-(5), then it must be a real number.

Remark 2.2. There is real-valued eigenfunction corresponding to a given eigenvalue.

To show this, let $u(x, \lambda) = v(x, \lambda) + iw(x, \lambda)$ be eigenfunction corresponding to the eigenvalue λ , where v and w are real-valued functions. If we make the substitution

$u = v + iw$ in the problem (1)-(5) and separate real and imaginary parts, we have that both real-valued functions $v(x, \lambda)$ and $w(x, \lambda)$ are themselves eigenfunctions corresponding to the same eigenvalue λ .

Definition. The functions $u(x, \lambda)$ and $v(x, \lambda)$ are called orthogonal on the two-interval $[-1, 0) \cup (0, 1]$, if

$$\int_{-1}^{0-} u(x, \lambda) \overline{v(x, \lambda)} dx + \int_{0+}^1 u(x, \lambda) \overline{v(x, \lambda)} dx = 0$$

Theorem 2.3. If λ_1 and λ_2 are distinct eigenvalues of the problem (1)-(5) then the corresponding eigenfunctions $u(x, \lambda_1)$ and $u(x, \lambda_2)$ are orthogonal.

ASYMPTOTIC BEHAVIOUR OF THE EIGENVALUES

Let $v_1(x, \lambda)$ and $w_1(x, \lambda)$ be solutions of the equation (1) on the left interval $[-1, 0)$ satisfying the initial conditions

$$v_1(-1, \lambda) = 1, v_1'(-1, \lambda) = 0,$$

and

$$w_1(-1, \lambda) = 0, w_1'(-1, \lambda) = 1$$

respectively. Similarly, let $v_2(x, \lambda)$ and $w_2(x, \lambda)$ be solutions of the equation (1) on the right interval $(0, 1]$, satisfying the initial conditions

$$v_2(1, \lambda) = 1, v_2'(1, \lambda) = 0,$$

and

$$w_2(1, \lambda) = 0, w_2'(1, \lambda) = 1$$

respectively. We know that, the functions $v_i(x, \lambda)$ and $w_i(x, \lambda)$ are entire functions of complex variable λ for each fixed x (see, for example, Aydemir and Mukhtarov (2017)).

It is clear that the solutions $v_1(x, \lambda)$, $w_1(x, \lambda)$ becomes linear independent on the left interval $[-1, 0)$ and $v_2(x, \lambda)$, $w_2(x, \lambda)$ becomes linear independent on the right interval $(0, 1]$.

Consequently, the general solution of the two interval differential equation (1) takes the form

$$u(x, \lambda) = \begin{cases} c_1 v_1(x, \lambda) + c_2 w_1(x, \lambda), & \text{for } x \in [-1, 0) \\ c_3 v_2(x, \lambda) + c_4 w_2(x, \lambda), & \text{for } x \in (0, 1]. \end{cases}$$

Therefore, λ is an eigenvalue of the problem (1)-(5) if and only if

$$c_1 v_1(-1, \lambda) + c_2 w_1(-1, \lambda) - c_3 v_2(1, \lambda) - c_4 w_2(1, \lambda) = 0$$

$$c_1 v_1'(-1, \lambda) + c_2 w_1'(-1, \lambda) - c_3 v_2'(1, \lambda) - c_4 w_2'(1, \lambda) = 0$$

$$c_1 v_1'(0-, \lambda) + c_2 w_1'(0-, \lambda) - c_3 v_2'(0+, \lambda) - c_4 w_2'(0+, \lambda) = 0$$

$$c_1 (\alpha v_1'(0-, \lambda) - v_1(0-, \lambda)) + c_2 (\alpha w_1'(0-, \lambda) - w_1(0-, \lambda))$$

$$- c_3 v_2'(0+, \lambda) - c_4 w_2'(0+, \lambda) = 0$$

Thus we obtain a homogeneous system of linear algebraic equations with respect to the variables c_1, c_2, c_3, c_4 .

Let us define by $\Delta(\lambda)$ the determinant of the above system, the so-called characteristic determinant.

Theorem. The eigenvalues of the problem (1)-(5) consist only of the zeros of the characteristic determinant $\Delta(\lambda)$.

Theorem. The characteristic determinant $\Delta(\lambda)$ has the asymptotic behaviour

$$\Delta(\lambda) = z \cos(2z) + O(\exp(|2s|)) \quad (13)$$

as $|\lambda|$ tends to infinity, where $\lambda = z^2, z = t + is$.

Theorem. The problem (1)-(5) has precisely denumerable many real eigenvalues

$\lambda_n = z_n^2, n=1,2,\dots$ with the following asymptotic as $n \rightarrow \infty$

$$z_n = -\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{4} + o\left(\frac{1}{n}\right)$$

REFERENCES

- Akdoğan, Z., Yakar, A. & Demirci, M. 2019 Discontinuous fractional Sturm-Liouville problems with transmission conditions. Applied Mathematics and Computation, 1-10, 350, 2019.
- Allahverdiev, B. P., & Tuna, H. 2019. Eigenfunction expansion for singular Sturm-Liouville problems with transmission conditions. Electron. J. Differ. Equ. 3, 1–10.
- Sturm, C. 1836. Sur les équations différentielles linéaires du second ordre, J. Math. Pures. Appl. 1, 106, 186. 106-186.
- Aydemir, K., & Mukhtarov, O. S. 2017. Class of Sturm-Liouville problems with eigenparameter dependent transmission conditions. Numer. Funct. Anal. 3rd Optim. **38**(10), 1260–1275.
- Kittel, C. 1996. Introduction to Solid State Physics, 7th edn. Wiley, New York.
- Olğar, H., Mukhtarov, O.S., & Aydemir, K. 2018. Some properties of Eigenvalues and generalized Eigenvectors of one boundary value problem. Filomat **32**(13), 911–920.
- Mukhtarov, O. Sh., Olğar, H., & Aydemir, K., Jabbarov, I. Sh. 2018. The Operator-Pencil Realization of One Sturm-Liouville Problem with Transmission Conditions, Applied and Computational Mathematics, 17(3), 284-294.
- Ren, S.Y. 2017. The periodic Sturm-Liouville equations. In: Electronic States in Crystals of Finite Size, Springer Tracts in Modern Physics, vol 270. Springer, Singapore.
- Seitz, F. 1940. The modern theory of solids. McGraw-Hill, New York.
- Şen, E. 2018, Computation of eigenvalues and eigenfunctions of a Schrodinger-type boundary-value-transmission problem with retarded argument, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 41, 6604-6610.
- Uğurlu, E., Bairamov, E. 2014. Spectral analysis of eigenparameter dependent boundary value transmission problems, Journal of Mathematical Analysis And Applications, 443(1), 482-494.
- Yakar, A., & Akdoğan, Z. 2017. On the fundamental solutions of a discontinuous fractional boundary value problem. Adv Differ Equ 2017, 378.

ALTINCI SINIF ELEKTRİĞİN İLETİMİ ÜNİTESİNİN REACT STRATEJİSİ İLE ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİLERİN TUTUMUNA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Latif GÜNEŞ

Sakarya University, Faculty of Education, Institute of Educational Sciences Mathematics and Sciences Education, Department of Science Education

ORCID ID: 0000-0002-9832-5553

Mustafa YILMAZLAR

Sakarya University, Faculty of Education, Institute of Educational Sciences Mathematics and Sciences Education, Department of Science Education

ORCID ID: 0000-0003-0622-3355

Mithat TAKUNYACI

Sakarya University, Faculty of Education, Institute of Educational Sciences Mathematics and Sciences Education

ORCID ID: 0000-0003-1065-975X

ÖZET

İnsanlık tarihinin başlamasından itibaren insanlar sürekli bir şekilde kendilerini geliştirmeye çalışmışlardır. Öncelikle insanlar, barınma, güvenlik ve beslenme ihtiyaçlarını gidermeye gayret etmişlerdir. Bunun için taşlardan silah yapımı, çeşitli tarım aletleri yapımı ve ateşin bulunması gibi çözümler üretmişlerdir. Yüzyıllar geçtikçe insanlar kendilerini geliştirme serüvenine birçok yenilikler eklemiştir. Çağımıza baktığımızda araştıran, kendini çok yönlü geliştiren, eleştirel düşünen, girişimci, iletişim becerileri çok iyi olan, kültüre ve topluma katkı sağlayan, bilimlere yönelik olumlu tutum geliştiren bireyler ön plana çıkmaktadır. Bu çalışma ile REACT stratejisi ile ders işleyişinin öğrencilerin derse olan tutumlarına etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan araştırma deseni yarı deneysel araştırma desenidir. Bu araştırmanın örnekleminde 2021-2022 eğitim öğretim yılı içerisinde Sakarya'nın bir ilçesindeki bir ortaokulun 6. şubelerinde okumakta olan 32 öğrenci bulunmaktadır. Orijinal olarak 'Fene Yönelik Tutum Ölçeği' ismiyle geliştirilen tutum ölçeği, bu çalışmayı gerçekleştiren araştırmacı tarafından ismi yenilenerek 'Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği' adıyla çalışmada veri toplama amaçlı bir araç olarak kullanılmıştır. Araştırma, her iki grupta da ön test ve son testin kullanıldığı deney grubu ve sabit tutulan gruba ayrılmıştır. Deney grubunda 3 hafta boyunca REACT stratejisine göre ders planları ile dersler işlenirken; sabit tutulan grup tarafında ise mevcut öğretim programına muvafık ders planları ile dersler işlenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde deney grubundaki öğrencilerin fen bilimleri dersine dair tutumlarının, sabit tutulan gruptaki öğrencilerin fen bilimleri dersine dair tutumlarından anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fen, REACT stratejisi, tutum.

ABSTRACT

Since the beginning of human history, people have constantly tried to improve themselves. First of all, people have tried to meet their needs for shelter, security and nutrition. For this, they produced solutions such as making weapons from stones, making various agricultural tools and finding fire. Over the centuries, people have added many innovations to their adventure of self-development. When we look at our age, individuals who research, develop themselves in many ways, think critically, are entrepreneurs, have very good communication skills, contribute to culture and society, and develop positive attitudes towards science come to the fore. In this study, the effect of REACT strategy and coursework on students' attitudes towards the course was investigated. The research design used in this study is a quasi-experimental research design. In the sample of this research, there are 32 students studying in the 6th branch of a secondary school in a district of Sakarya in the 2021-2022 academic year. The attitude scale, which was originally developed with the name of "Attitude Scale Towards Science", was renamed by the researcher who carried out this study and used as a tool for data collection in the study with the name "Science Class Attitude Scale". The research was divided into experimental and control groups in which pretest and posttest were used in both groups. In the experimental group, while the lessons were included with the lesson plans according to the REACT strategy for 3 weeks; On the group side, which was kept constant, lessons were taught with lesson plans compatible with the current curriculum. When the data obtained were evaluated, it was determined that the attitudes of the students in the experimental group towards the science lesson were significantly different from the attitudes of the students in the fixed group towards the science lesson.

Keywords: Science, REACT strategy, attitude

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri insan sürekli gelişmeye çalışmıştır. Önce insanlar barınma, güvenlik ve yiyecek ihtiyaçlarını karşılamaya çalıştılar. Bunun için taştan silah yapmak, çeşitli tarım aletleri yapmak, ateş aramak gibi çözümler geliştirdiler. Yüzyıllar boyunca insanlar, kendilerini geliştirme serüvenlerine birçok yenilik getirdiler. 21. yüzyıl içerisinde bilim ve teknoloji cephesindeki gelişmeler ile insanlar ihtiyaçlarını karşılamak için çok hızlı bir şekilde değişti. Bilim ve teknolojiye hızlı değişimler, değişen insani ve toplumsal ihtiyaçlar, öğrenme ve öğretmeye yönelik kuram ve yaklaşımlardaki yenilikler ve gelişmeler, bireylerden umulan rolleri de doğrudan etkilemiştir (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018). Ülkemizde MEB, hızla gelişen bilim ve teknolojiye karşı insanların uyum sağlaması için müfredatı belirli aralıklarla güncellemektedir. Yapılan güncellemelerden biri de, 2004-2005

öğretim yılının ardından fen bilimleri dersi öğretim programına monte edilen yapılandırmacı bir yaklaşımdır.

Yapılandırmacı yaklaşım, merkezinde öğrencinin yer aldığı, öğretmenin rehber konumunda bulunduğu, bilginin zihinde yapılandırılarak özümsemiği bir öğrenme yaklaşımıdır. Yapılandırmacı yaklaşım, fen derslerinde bilginin özümsemiğinde ve bilginin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında etkili olmasına rağmen, Yapılandırmacı yaklaşım, fen derslerinde bilginin anlaşılmasında ve bilginin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında etkili olmasına rağmen, sınıfta kazanılan bilgilerin günlük yaşama çevrilmesi konusunda pek başarılı olamamaktadır. Bu eksiklik sınıf içi uygulamalarda yapılandırmacılık temelli bağlam temelli öğrenme etkili olarak kullanıldığında kapatılmaktadır. Bağlam temelli öğrenme kavramların günlük yaşamla ilişkilendirilmesiyle öğrencilerin kavramları zihinlerinde anlamlandırma sürecidir. REACT stratejisi ise bağlam temelli öğrenmeye dayalı bir stratejidir. REACT stratejisinin ilk adımı ilişkilendirme (ilişki), ikinci adımı deneyim, üçüncü adımı uygulama, dördüncü adımı birlikte çalışma (işbirliği) ve son adımı ise transfer etmedir. REACT kısaltması, yukarıda listelenen İngilizce kelimelerin ilk harflerinden teşekkül etmiştir.

1.1. Araştırmanın amacı

Bu çalışma ile ilgili amaç, 6. şube fen bilimleri dersinin bir ünitesi olan ‘Elektrik İletimi’ nin öğretilmesinde REACT stratejisinin kullanılmasının öğrencilerin tutumları üzerindeki etkilerini inceleme şeklindedir.

2. ARAŞTIRMA

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada uygulama başlamadan önce ve uygulama yapıldıktan sonra öğrencilere test uygulanan, yapısında deney grubu ve sabit tutulan grubun yer aldığı yarı deneysel yöntem uygulanmıştır.

2.2. Araştırmaya Ait Çalışma Grubu

Bu araştırmanın ait çalışma grubunda, 2021-2022 eğitim öğretim döneminde Sakarya ilinin bir ilçesine ait bir ortaokulda okumakta bulunan 32 öğrenci bulunmaktadır.

2.3. Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada orijinal olarak Özcan ve Koca(2020) tarafından ‘Fene Yönelik Tutum Ölçeği’ ismi altında tasarlanan ve araştırmacı tarafından dersin adı yenilenerek ‘Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği (FBDTÖ)’ kullanılmıştır. FBDTÖ, 5’li likert yapıda olup içerisinde 36 madde yer almaktadır. FBDTÖ’de yer alan bütün maddeler için ‘Hiç katılmıyorum’ seçeneğinde 1

puan, ‘Katılmıyorum’ seçeneğinde 2 puan, ‘Kararsızım’ seçeneğinde 3 puan, ‘Katılıyorum’ seçeneğinde 4 puan, ‘Tamamen katılıyorum’ seçeneğinde ise 5 puan alınmaktadır. Ters maddelerde ise ‘Hiç katılmıyorum’ seçeneğinde 5 puan, ‘Katılmıyorum’ seçeneğinde 4 puan, ‘Kararsızım’ seçeneğinde 3 puan, ‘Katılıyorum’ seçeneğinde 2 puan, ‘Tamamen katılıyorum’ seçeneğinde ise 1 puan alınmaktadır. FBDTÖ içerisinde olumlu ve olumsuz maddeler yer almaktadır. Ölçek ile ilgili yapılan hesaplamalar sonrasında olumsuz maddeler tersine çevrilerek ters maddelere dönüştürülmüştür ve yeni duruma göre puanlama yapılmıştır. FBDTÖ olarak adlandırılan bu ölçekte bir bireyin alabileceği minimum puan 36, maksimum puan ise 180’dir. FBDTÖ içerisinde bulunan 36 maddenin güvenirliği ile Cronbach Alpha katsayısı hesaplanmıştır. FBDTÖ’nün Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.93 olarak belirlenmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

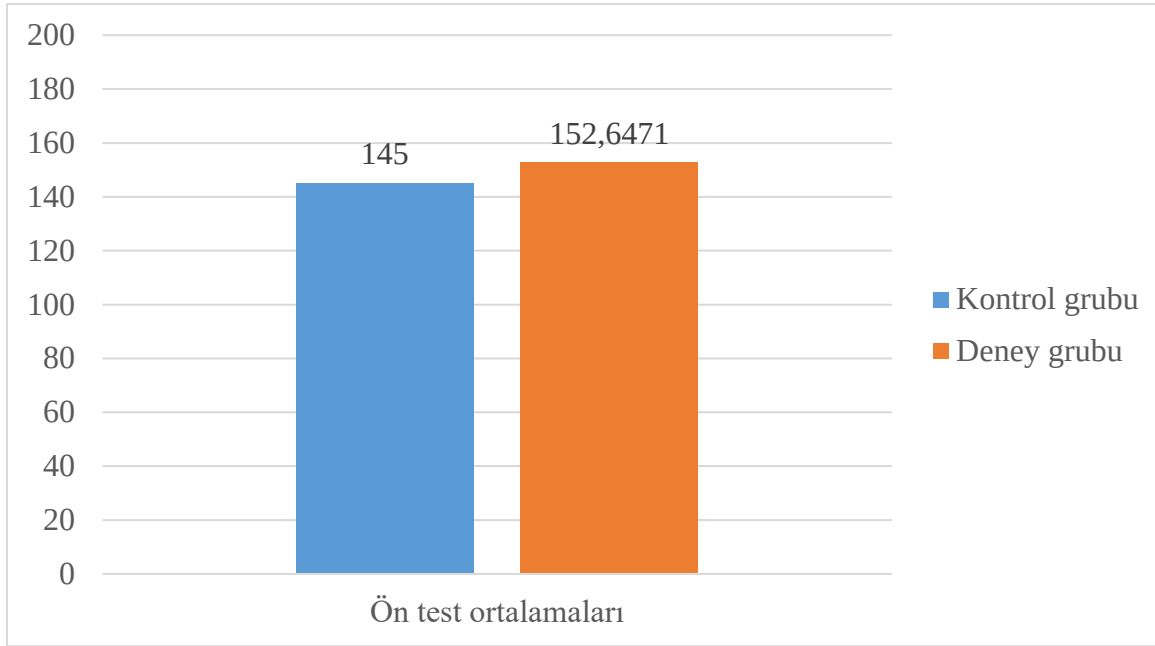
Çalışma sırasında veriler SPSS (Statistical package for the social sciences) 24 paket uygulaması kullanılarak analiz edilmiştir. Sabit tutulan grup ve deney grubuna uygulanan testlerden alınan verilerin istatistiksel olarak analizinde değişkenler arasındaki anlamlılık seviyesi 0.05 olarak ifade edilmiştir. Deney ve sabit tutulan gruplardaki öğrencilere uygulanan ön ve son test sonuçlarının gruplar arasında istenilen düzeyde değişikliğe sebep olup olmadığını belirlemek için Mann-Whitney u testi icra edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Araştırmada Uygulanan Ön Teste Dair Bulgular

Sabit tutulan grup ile deney gruplarındaki öğrencilerin FBDTS ön test değerleri incelenmiştir.

Sabit tutulan grup ile deney grubundaki bireylerin FBDTÖ ön test puanlarının ortalamaları hesaplanmıştır. Sabit tutulan grup ve deney grubundaki talebelerin FBDTÖ ön test puanlarının ortalamaları grafik halinde şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sabit tutulan ve deney gruplarında görev alan öğrencilerin FBDTÖ ön test puanlarının aritmetik ortalamaları

Şekil 1'e bakıldığında sabit tutulan grubun ön test puan ortalamasının 145, deney grubunun ön test puan ortalamasının 152 olduğu görülmektedir. Bu açıdan deney grubu ve sabit tutulan grubun ön test puan ortalamalarının yakın seviyede olduğu anlaşılmaktadır

Sabit tutulan grup ve deney grubunda bulunan bireylerin FBDTÖ ön test puanlarının normalliğine bakılmıştır. Sabit tutulan grup ve deney grubundaki öğrencilerin FBDTÖ ön test puanları ile ilgili normallik testi sonuçları tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Sabit Tutulan Grup ile Deney Grubu Öğrencilerinin FBDTÖ Ön Test Sonuçlarına İlişkin Normallik Testi Neticeleri

		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Test	Grup	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	P
Ön test	Sabit tutulan	.127	15	.200	.981	15	.976
	Deney	.213	17	.039	.849	17	.010

Tablo 1 incelendiğinde deney grubunda ön test neticelerinde normal dağılım göstermeyen verilerin olduğu görülmektedir. ($p < 0.05$). Bu durumdan dolayı sabit tutulan grup ve deney

grubundaki bireylerin ön test puanlarının gruplar arasında değişip değişmediğini ortaya çıkarmak için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Sabit tutulan grup ve deney grubundaki bireylerin ön test puanlarının gruplara göre değişiklik gösterip göstermediğini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan Mann-Whitney U testinin neticeleri tablo 2'de sunulmuştur.

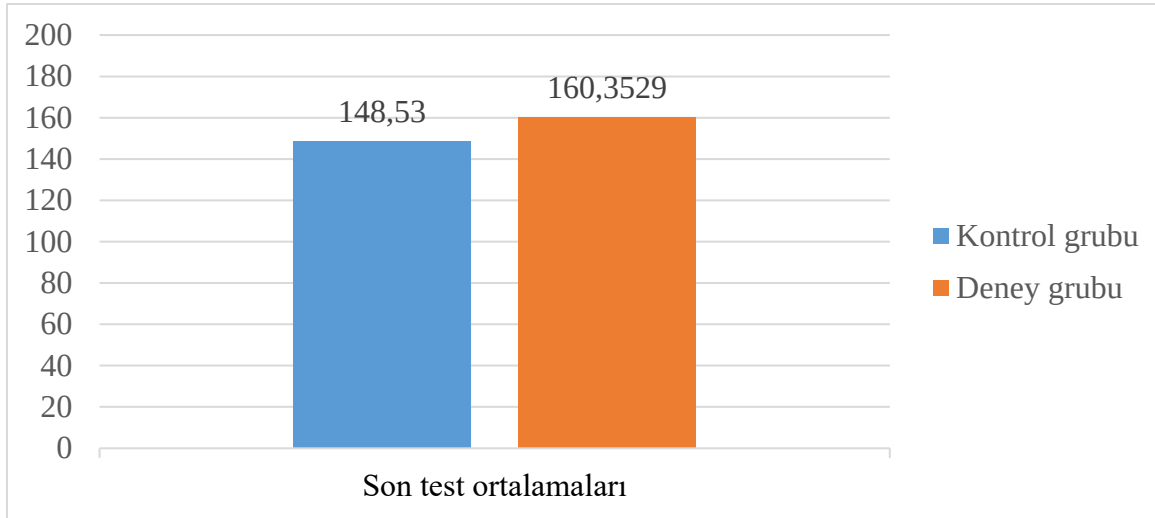
Tablo 2. Sabit tutulan grup ve deney grubundaki öğrencilerin ön test puanlarının gruplara göre değişim gösterip göstermediğine ilişkin Mann-Whitney U testi puanları

Test	Grup		Sıra		U	p
		N	ortalaması	Sıra toplamı		
Ön test	Sabit tutulan	15	14.13	212.00	92.000	.178
	Deney	17	18.59	316.00		

Tablo 2 incelendiğinde deney grubu ve sabit tutulan gruptaki öğrencilerin ön test puanları arasında anlamlı bir değişim olmadığı görülmüştür. ($U = 92.00$; $p > 0.05$). Yani uygulamaya başlamadan önce sabit tutulan grup ve deney grubunun öğrencilerinin fene dair tutumlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

3.2. Araştırmanın Son Testine Dair Bulgular

Sabit tutulan grup ve deney grubundaki bireylerin FBDTÖ son test sonuçları incelenmiştir. Sabit tutulan grup ve deney grubundaki bireylerin FBDTÖ son test puanlarının ortalamaları hesaplanmıştır. Sabit tutulan grup ve deney grubundaki bireylerin FBDTÖ son test puanlarının ortalamaları grafik halinde şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Sabit Tutulan Grup ile Deney Gruplarındaki Öğrencilerin FBDTÖ Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalaması

Şekil 2 incelendiğinde sabit tutulan grup son test puanlarının ortalamasının 148, deney grubunun son test puanlarının ortalamasının 160 olduğu görülmüştür. Bu verilere göre sabit tutulan grup ile deney grubundaki bireylerin son test puanlarının birbirine yakın olmadığı söylenebilir.

Sabit tutulan grup ve deney grubundaki bireylerin son test FBDTÖ puanlarının normalliği incelenmiştir. Sabit tutulan grup ve deney grubundaki bireylerin FBDTÖ son test puanlarına ait normallik testi neticeleri tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sabit Tutulan Grup ile Deney Grubu Öğrencilerinin FBDTÖ Son Test Puanlarına Göre Normallik Testi Puanları

		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Test	Grup	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	P
Son test	Sabit tutulan	.118	15	.200	.941	15	.400
	Deney	.178	17	.155	.890	17	.047

Tablo 3'e bakıldığında hem sabit tutulan grup hem de deney grubundaki bireylerin son test puanlarının normal dağıldığı görülmektedir. ($p > 0.05$).

Sabit tutulan grup ve deney grubundaki öğrencilerin FBDTÖ son test puanlarının varyans homojenliğine bakılmıştır. Sabit tutulan grup ve deney grubundaki öğrencilerin FBDTÖ son test puanlarına dair Levene testi sonuçları tablo 4'te belirtilmiştir.

Tablo 4. Sabit Tutulan Grup ile Deney Grubu Öğrencilerinin FBDTÖ Son Test Puanlarına Göre Levene Test Puanları

		Levene istatistiği	sd1	sd2	p
Son test	Based on Mean	5.205	1	30	.030

Tablo 4 incelendiğinde Levene testi ile elde edilen anlamlılık değeri (p) son test için 0.030 değerini almıştır. Böylece son test değişkeni için grupların varyanslarının eşit olmadığı görülmektedir. ($p < 0.05$). Bu durumdan dolayı sabit tutulan grup ve deney grubundaki bireylerin son test puanlarının gruplar arasında değişip değişmediğini belirlemek amacıyla Mann-Whitney u testi kullanılmıştır.

Sabit tutulan grup ve deney grubundaki bireylerin son test puanlarının gruplara göre değişim gösterip göstermediğini tespit etmek için yapılan Mann-Whitney u testinin neticeleri Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Mann Whitney U'nun Sabit Tutulan Grup ile Deney Grubundaki Öğrencilerin Son Test Puanlarının Gruplara Göre Farklılık Gösterip Göstermediğine İlişkin Test Sonuçları

Test			Sıra		U	P
	Grup	N	ortalaması	Sıra toplamı		
Sontest	Sabit	15	11.40	171.00	51.000	.004
	tutulan					
	Deney	17	21.00	357.00		

Tablo 5'e bakıldığında sabit tutulan grup ve deney grubundaki bireylerin deney grubu lehine son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. ($U=51.00$; $p < 0.05$). Başka bir deyişle, uygulamanın ardından deney grubundaki öğrencilerin fen eğitime yönelik tutumlarının, kontrol grubundaki öğrencilerin fen eğitime yönelik tutumlarından daha yüksek düzeyde olduğu söylenebilir.

4. SONUÇ

4.1. Araştırmanın Ön Testi İle İlgili Sonuçları

FBDTÖ ön test sonuçlarına göz atıldığında sabit tutulan gruba ait ön test puanların aritmetik ortalaması 145 ve deney grubuna ait ön test puanların aritmetik ortalaması 152.6471'dir. Sabit

tutulan grupta alınan en düşük puan 120, en yüksek puan 172; deney grubunda ise alınan en düşük puan 104, en yüksek puan 174 olarak görülmektedir. Kolmogorov-Smirnov normallik testine bakıldığında kontrol grubu için anlamlılık değerinin (p) 0.200 ve kontrol grubu için anlamlılık değerinin(p) 0.039 olduğu görülmektedir. Bu değerlere bakıldığında ön test sonuçlarında normal dağılım göstermeyen verilerin olduğunu görebilirsiniz. ($p < 0.05$). Bu durumdan dolayı sabit tutulan grup ile deney grubundaki öğrencilerin ön test puanlarının gruplara göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann-Whitney u testi yapıldığında, u değerinin 92.000 olduğu ve p değerinin ise 0.178 olduğu görülmektedir.

Bu verilere göre sabit tutulan grup ve deney grubundaki öğrencilerin FBDTÖ ön test puanlarında anlamlı bir değişiklik yoktur. Başka bir deyişle, veriler uygulanmadan önce Sabit tutulan grup ve deney grubu öğrencilerinin fen eğitimine yönelik tutumlarının yakın olduğu görülmüştür. Alan yazın incelendiğinde uygulama öncesi yapılan ön test neticelerine göre sabit tutulan grup ve deney grubunun fen bilimleri dersine yönelik tutumlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir (Arıkan, 2019; Görmüş, 2021 ve Yalçın, 2020).

4.2. Araştırmanın Son Testi İle İlgili Sonuçları

FBDTÖ son test sonuçlarına göz atıldığında sabit tutulan gruptaki öğrencilerin son test sonuçlarının aritmetik ortalamasının 148.53, deney grubundaki öğrencilerin son test sonuçlarının aritmetik ortalamasının 160.3529 olduğu görülmektedir. Sabit tutulan grupta alınan en düşük puanın 119, en yüksek puanın 176; deney grubunda ise alınan en düşük puanın 133, en yüksek puanın 175 olduğu görülmektedir. Kolmogorov-Smirnov normallik testine bakıldığında kontrol grubu için anlamlılık değerinin (p) 0.200 ve deney grubu için anlamlılık değerinin(p) 0.155 olduğu görülmektedir. Bu değerler incelendiğinde hem sabit tutulan grupta hem de deney grubundaki bireylerin ön test puanları normal bir dağılım göstermektedir ($p > 0.05$). Normallik testinin ardından yapılan Levene testine bakıldığında Levene testi ile elde edilen anlamlılık değeri (p) ön test için 0.030 değerini almıştır. Bu değerler incelendiğinde ön test sonuçlarında normal dağılım göstermeyen verilerin olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Bu durumdan dolayı sabit tutulan grup ile deney grubundaki öğrencilerin ön test puanlarının gruplara göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann-Whitney u testi yapıldığında, u değerinin 51.000 ve p değerinin ise 0.004 olduğu belirlenmiştir.

Bu veriler sonucunda deney grubu ve sabit tutulan gruptaki öğrencilerin FBDTÖ puanlarında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle, veriler uygulamanın ardından deney grubundaki öğrencilerin fen eğitimine yönelik tutumlarının, sabit

tutulan gruptaki öğrencilerin fen eğitimine yönelik tutumlarından daha yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Araştırmalar, REACT stratejisiyle öğretimin öğrencilerin derse dair tutumları üzerinde olumlu bir katkısı olduğunu göstermektedir (Çam, 2008; Kaya, 2020 ve Özkan, 2022).

REACT stratejisi ile öğretim yapılmasının öğrencilerin derse dair tutumlarına pozitif katkı sağladığını gösteren çalışmalar olduğu gibi, REACT stratejisi ile öğretim yapılmasının öğrencilerin derse dair tutumlarına anlamlı bir etki etmediğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Erdoğan Karaş, 2019; Ültay, 2012 ve Kılıç, 2015).

5. KAYNAKÇA

Arıkan, A. (2019). Sosyal bilgiler dersinde REACT stratejisine dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına, sosyal bilgiler dersine yönelik tutumlarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi(Tez No: 550426).

Çam, F. (2008). Biyoloji derslerinde yaşam temelli öğrenme yaklaşımının etkileri (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Erdoğan Karaş, Ö. (2019). 7.sınıf hücre ve bölünmeler ünitesinin REACT stratejisiyle öğretimi (Yüksek lisans Tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi(Tez No: 581197).

Görmüş, G. (2021). Dolaşım sistemi konusunun öğretiminde bağlam temelli öğrenme yaklaşımındaki REACT stratejisine göre hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin öğrenme ürünleri üzerine etkisi (Yüksek lisans tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi(Tez No: 696118).

Kaya, S. (2020). 11. sınıf öğrencilerine ‘sindirim sistemi’ konusunun REACT stratejisi ile öğretimi (Doktora Tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi(Tez No: 653385).

Kılıç, M. A. (2015). Bağlamsal öğrenme ve öğretme yaklaşımının ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematik başarılarına, matematiğe yönelik tutumlarına ve matematiği günlük hayat problemlerine transfer etmelerine etkisi (Yüksek lisans tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi(Tez No: 411431).

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). Fen Bilimleri dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

Özcan, H. Koca, E. (2020). Development of the Attitude towards Science Scale: A Validity and Reliability Study Fene Yönelik Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. Eurasian Journal of Educational Research (EJER), 85(6), 109-134. doi: 10.14689/ejer.2020.85.6.

Ültay, N. (2012). Asit ve baz konusuyla ilgili REACT stratejisine ve 5E modeline göre etkinliklerin geliştirilmesi, uygulanması ve karşılaştırılması (Doktora tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi(Tez No: 321889).

Yalçın, O. (2020). Disiplinler arası bağlam temelli öğrenme yaklaşımına dayalı fizik öğretim programının uygulanma süreci ile öğrencilerde bilişsel ve duyuşsal açıdan yarattığı değişimin incelenmesi (Doktora tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi(Tez No: 639183).

TSALLIS HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİNİN $f(R, T)$ TEORİDE DAVRANIŞI VE DURUM BULUCU PARAMETRELERİ

Melis AMET MEMET

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı,
Terzioğlu Kampüsü

ORCID ID: 0000-0002-4607-5046

Doç. Dr. Can AKTAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Terzioğlu
Kampüsü

ORCID ID: 0000-0002-0603-7862

ÖZET

Yapılan gözlemlere göre, evren günümüzde artan bir hızla genişlemektedir. Bu hızlanmanın nedeni olarak gösterilen karanlık enerji, doğası tam olarak bilinmeyen ilgi çekici bir konu olarak literatürde geniş bir çalışma alanına sahiptir. Karanlık enerji adaylarından biri olan holografik karanlık enerji kapsamında bir gelişme, genelleştirilmiş Tsallis entropisi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve böylece Tsallis holografik karanlık enerji önerilmiştir. Bu çalışmada Tsallis holografik karanlık enerjinin davranışı, yerel rotasyonel simetrik (LRS) Bianchi tip-I uzay-zaman dikkate alınarak $f(R, T)$ kütleçekim teorisi çerçevesinde incelenmiştir. Sistemin kızilötesi-IR kesme noktası olarak Hubble ufku seçilmiştir. Tsallis Holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu ve bir tür yavaşlama parametresi (q), alan denklemlerinin çözümlerinin elde edilmesinde kullanılan yardımcı denklemlerdir. Yavaşlama parametresi, durum denklemi parametresi ve ölçek faktörü gibi çeşitli fiziksel parametreler incelenmiş ve zamana bağlı davranışları grafikler yardımıyla tartışılmıştır. Modelin davranışının hızlanan evren ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, karanlık enerji modelleri arasında ayırım yapmaya yardımcı, geometrik bir araç olan durum bulucu tanılama parametreleri incelenmiştir. Durum bulucu parametreler (r, s) çifti ile gösterilir. Modelin evrimi ayrıca $r-s$, $r-q$ ve $s-q$ yörünge düzlemleri çizilerek tartışılmıştır. İlk olarak $r-s$ düzlemi incelendiğinde modelin quintessence bölgesinde yer aldığı ve zaman arttıkça Λ Soğuk Karanlık Madde sabit noktasına yaklaştığı görülmektedir. Diğer taraftan, $r-q$ ve $s-q$ düzlemlerinin evrimleri modelin De Sitter genişleme noktasına doğru bir eğilimde olduğunu gösterir.

Anahtar Kelimeler: Tsallis Holografik Karanlık Enerji, $f(R, T)$ teori, LRS Bianchi-I, Durum Bulucu Parametreler

TSALLIS HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİNİN $f(R, T)$ TEORİDE DAVRANIŞI VE DURUM BULUCU PARAMETRELERİ

ABSTRACT

According to observations, the universe is expanding at an accelerating rate today. Dark energy, which is shown as the reason for this acceleration, has a wide study area in the literature as an interesting subject whose nature is a mystery. An improvement in the scope of holographic dark energy, which is one of the dark energy candidates, was carried out using generalized Tsallis entropy, and thus Tsallis holographic dark energy was proposed. In this study, the behavior of Tsallis holographic dark energy was studied within the framework of $f(R, T)$ gravity theory, taking into account the locally rotationally symmetric (LRS) Bianchi type-I spacetime. The Hubble horizon was chosen as the infrared - IR cut-off of the system. The energy density of Tsallis holographic dark energy and a kind of deceleration parameter (q) contributed in obtaining the solutions of the field equations. Various physical parameters such as deceleration parameter, equation of state parameter and scale factor are examined and their evolutions over time were discussed with the help of graphs. It is observed that the behavior of the model is in tune with the accelerating universe. In addition, statefinder diagnostic, which is a geometric tool helping to distinguish between dark energy models, is examined. The statefinder parameters are represented by the pair of (r, s) . The evolution of the model is also discussed by plotting the $r-s$, $r-q$ and $s-q$ planes. From the $r-s$ plane it is observed that the model ranges in quintessence region approaching to the Λ Cold Dark Matter fixed point. Moreover, the evolutions of $r-q$ and $s-q$ planes show a tendency of the model to the De Sitter expansion point.

Keywords: Tsallis Holographic Dark Energy, $f(R, T)$ Theory, LRS Bianchi-I, Statefinder Parameters.

STRESS ANALYSIS OF THE RECONSTRUCTED MANDIBLE IN THREE DIFFERENT TEETH CLENCHING AND NORMAL MASTICATION CONDITIONS

Ayşe SEVEN

Kocaeli University, Institute of Science, Department of Biomedical Engineering, Umuttepe Campus

ORCID ID: 0000-0003-3614-405X

İbrahim MUTLU

Kocaeli University, Faculty of Technology, Department of Biomedical Engineering,

Umuttepe Campus

ORCID ID: 0000-0003-3864-3725

ABSTRACT

Free vascularized fibular flap (FVFF) method, which is the most common reconstruction method, is used to restore the functional and esthetics form of the mandible after resection for various reasons. Individuals who returning their normal life after reconstruction can be exposed to overloads like clenching teeth and grinding teeth which are qualified as para functional behaviors as healthy people. Clenching behavior poses a risk for long-term complications such as delayed healing, bone resorption or poor union after reconstruction, as it causes biological and biomechanical complications as a consequence of overload.

In this study, incisal clench (INC), the left group function (LGF), Left Unilateral Molar (LMOL) teeth clenching positions and normal mastication position simulations of the mandibular reconstructed with FVFF have been created by finite element analysis and the mechanical effects in these positions have been compared and evaluated. The maximum stress values (von Mises) of the mandible in the INC, LGF, LMOL and mastication positions are 49.60 MPa, 48.083 MPa, 37.26 MPa and 11.26 MPa, respectively.

As a result of clenching in the INC position, stress of the fibula (S_1) in the section of the mandible fused to the symphysis region is 3.15 MPa. The stresses in (S_1) as a result of clenching in LGF and LMOL positions are 3.12 MPa and 2.47 MPa, respectively. The stress at (S_1) in the mastication condition is 0.6 MPa. As a result of clenching in the INC position, stress in the fibula (S_2) in the section of the mandible fused to the ramus region is 9.66 MPa. The stresses in the fibula (S_2) in the LGF and LMOL positions are 7.49 MPa and 13.12 MPa, respectively. The stress at (S_2) in the mastication condition is 0.4 MPa. [Consequently](#), excessive loads such as clenching in the reconstructed mandible caused more stress than normal loads such as mastication. Although the stress results of FVFF at (S_2) were higher than the results at (S_1) in three different clenching positions, it was predicted that it would not have a significant effect on nonunion.

Keywords: Reconstruction, Free Vascularized Fibula Flap, Teeth Clenching, Mastication, Nonunion.

1.INTRODUCTION

Resection of the mandible is a frequently used method among maxillofacial surgical procedures for various reasons such as congenital, tumor, infection or trauma(Woolgar & Triantafyllou, 2016).

In cases where the mandible is affected, marginal, segmental and total mandibulectomy are frequently preferred treatment methods according to the amount of tissue affected.(Gou et al., 2018; Muñoz Guerra et al., 2003; Petrovic et al., 2019). The well-known free vascularized fibular flap (FVFF) method is used among the reconstruction of the mandible with various methods after segmental or total resections following mandibulectomy.(Mücke et al., 2009).

In addition to early complications such as vascular crisis after reconstruction, individuals who are treated with this method and return to their normal lives may experience long-term complications such as delayed healing, bone resorption or poor union that compromise long-term stable occlusion and oral rehabilitation.(Knitschke et al., 2022; Shokri et al., 2019; van Gemert et al., 2018; Yamashita et al., 2021; Yoda et al., 2018) According to CT evaluations, approximately 9% to 20% of mandibular reconstruction has been reported to have nonunion. (Akashi et al., 2015; Yla-Kotola et al., 2013)

Studies are generally available on early postoperative complications, and the survival of the grafted bones can be evaluated during clinical examination; however, the stress distribution affecting bone healing and functional outcomes of reconstructed mandibles cannot be evaluated.(Kucukguven & Akkocaolu, 2020) If these stresses are excessive, they can cause resorption of the grafted bones and impair healing.(Nagasao et al., 2003; TIE et al., 2006)

There are studies in the literature using normal mastication force related to the evaluation of the unions, bone healing and positioning of the FVFF to compare the stresses.(Kucukguven & Akkocaolu, 2020; Li et al., 2020; Nagasao et al., 2003; TIE et al., 2006) However, after reconstruction, individuals may be exposed to excessive loads such as clenching (centric bruxism), grinding of teeth (eccentric bruxism) as well as normal loads like healthy individuals.(Cheng et al., 2019; S. M. Park et al., 2018)

Bruxism with a high incidence of 20% in the population is defined as teeth clenching and/or grinding of the teeth that occur while asleep and awake. Compared to normal mastication, where it is a parafunctional behavior that occurs day or night, the grinding force is three to ten times stronger, enough to crack a walnut. (Can BULUT et al., 2012; de La Hoz-Aizpurua et al., 2011; de Leeuw, 2008; Hasan & Shiakolas, 2015; Rao et al., 2019; SİVRİKAYA et al., 2021)

Clenching which is usually observed while awake and centrically, leads to excessive load and causes biological and biomechanical complications (Hasan & Shiakolas, 2015). While biological complications are observed as periodontal diseases, biomechanical complications are implant failure, rod breakage, screw loosening, abutment breakage, residual bone loss, etc. (Hasan & Shiakolas, 2015).

Studies on clenching which is expressed as clenching or centric bruxism in the literature, are mostly on an intact mandible (Poiate et al., 2009; Wang et al., 2017). Most of these studies are concerned with the evaluation of the effects of clenching on the temporomandibular joint, dental implants, abutments and teeth (Gregolin et al., 2017; Guo et al., 2021; Hijazi et al., 2016a; Pinheiro et al., 2021). Studies on excessive loads such as clenching in the reconstructed mandible are very limited (Cheng et al., 2019; S. M. Park et al., 2018).

In addition to fibula morphology and biomechanics, which are frequently discussed in the literature, among the causes that affect union of FVFF to the mandible, bone resorption and bone loss, it is predicted that excessive loads such as clenching may also pose a risk. In a study by Poiate et al. described 100 N force amount as mastication force, 500 N force amount the as parafunctional force and amount the force of 800 N as traumatic force (Poiate et al., 2009).

Considering this definition, our aim in this study, incisal clench (INC), the left group function (LGF), left unilateral molar (LMOL) teeth clenching positions and normal mastication position simulations of the mandibular reconstructed with FVFF have been created by finite element analysis and the mechanical effects in these positions have been compared and evaluated.

2. MATERIAL AND METHOD

A. Modelling

This study was performed using a computed tomography (CT) image of a patient's reconstructed mandible (Somatom, Siemens, Pendik, Istanbul).

The usage protocol of the patient's CT image was approved by the Kocaeli University Non-Invasive Clinical Research Ethics Committee (Research Project Number: KÜ GOKAEK 2019/133).

The raw image data was transferred to the computer in DICOM format with 512 x 512 ,120 kV pixel resolution and 3 mm thick incremental slices. A three-dimensional model (3D) was obtained using MIMICS 10.01 (Materialise, Leuven, Belgium) saved images in DICOM format.

The segmentation of the mandible was performed by masking using the thresholding tool in MIMICS software. Thus, the mandible and fibular flap were separated from other tissues as cortical and trabecular (cancellous) bones.

After the 3D model was created in MIMICS software, the model was transferred to Geomagic 3D (3D Systems, Rock Hill, SC, USA) software in STL format and a smooth computer-aided design (CAD) model was created by subjecting the 3D model to improvement processes such as removing unwanted sharpness on the surface, eliminating and smoothing the roughness. The created model is shown in Figure 1.

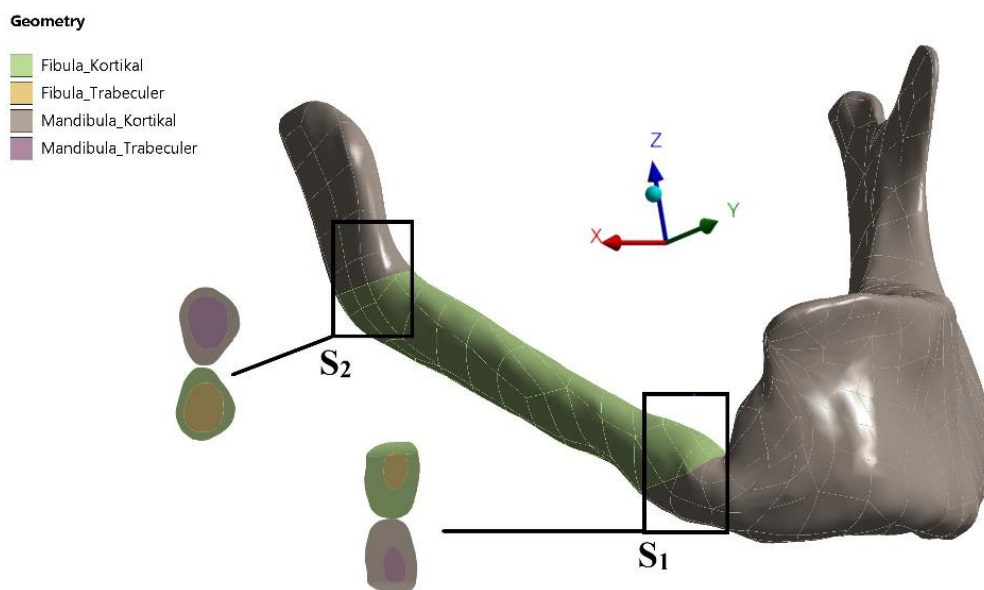


Figure 1. Reconstructed Mandible Model with FVFF (Union sections is S_1 and S_2)

B. Material Properties

Models were transferred to ANSYS Workbench 19.2 (ANSYS Inc., Providence, RI, USA) software for material assignment. The cortical and trabecular (cancellous) bones of the mandible and free vascularized fibular flap are assumed to be linear, elastic, isotropic, and homogeneous. Density, Elastic modules and Poisson ratios were obtained from the literature and are given in Table 1.

Table 1. Material Properties of the Model

	Density (g/cm^3)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Reference
Cortical Bone(Mandible)	1,740	137000	0,3	(Gallas Torriera & Fernández, 2004; Y. S. Park & Kwon, 2013)
Trabecular Bone (Mandible)	0,7	1370	0,3	(Gallas Torriera & Fernández, 2004; Y. S. Park & Kwon, 2013)
Cortical Bone (Fibula)	2,1326	17000	0,3	(Tseng et al., 2014; Yi et al., 2020)
Trabecular Bone (Fibula)	0,7	700	0,3	(Kargarnejad et al., 2021; S. M. Park et al., 2018; Y. S. Park & Kwon, 2013)

C. Boundary Condition

After modeling the reconstructed mandible with a free vascularized fibular flap, specific external forces were applied to each of the 7 basic muscles (superficial masseter (SM), deep masseter (DM), medial pterygoid (MP), anterior temporalis (AT), middle temporalis (MT), posterior temporalis (PT), and inferior lateral pterygoid (ILP))for three clenching positions, INC , LGF and LMOL, and for mastication simulation.

The values and directions of the muscle forces for the three clenching positions are given in Table 2. A total of 510 N , 515 N and 1018 N forces were applied for the INC , LGF and LMOL thread tightening positions, respectively. INC essentially simulates the contact between incisal edges. Therefore, the central incisor, lateral incisor and incisor regions are fixed. LGF simulates lateral movement of the left posterior teeth. Therefore, the areas where the canine, first premolar, second premolar, first molar and second molar are located are fixed. LMOL simulates the contact of the left posterior teeth. Therefore, the first molar and second molar tooth regions are fixed. In all cases, the condyles are also fixed..

In addition, the union sections of the FVFF and the mandible are shown in Figure 1 as S_1 and S_2 .

Table 2. Muscle Forces and Clenching in Three Positions

[1] [2] Clenching [3] Positions	[4] [5] [6] Side	[7] [8] [9] Direction	[10] [11] Muscular Force (N)				[13] [14] Total [15] Force [20] (N)	[16] [17] [18] Reference [21]	
			[12]	[19] SM MT	DM PT	MP PT			AT
[22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] INC [29]	[30] [31] [32] [33] RIGHT	[34] Force	[35]	76,2	21,2	136,3	12,6	[36] 255	[37] [49] [59] (Lin & Su, 2020) [71]
		[38]	[43]					[48]	
		[39] F _x	[40]	15,8	11,6	-66,3	1,9	1,3	
		[41] F _y	0,6						
		[42]	[43]	31,9	-7,6	50,9	0,6	-2,9	
	[50] [51] [52] [53] [54] LEFT [55]	[56] Force	[57]	76,2	21,2	136,3	12,6	[58] 255	
		[60]	[65]					[70]	
		[61] F _x	[62]	-15,8	-11,6	66,3	-1,9	-	
		[63] F _y	1,3 -0,6						
		[64]	[65]	31,9	-7,6	50,9	0,6	-2,9 -2,6	
[72]	[73]	[74] Total Force (N)						[76] 510	
[79] [80] [81] [82] [83] [84] [85] [86] LGF [87]	[88] [89] [90] [91] RIGHT [92]	[93] Force	[94]	51,4	21,2	132,9	11,1	[95] 226,8	[96] [107]
		[97]	[101]					[106]	
		[98] F _x	[102]	10,6	11,6	-64,6			
		[99] F _y	1,7 1,3 0,9						
		[100] F _z	[103]	21,5	-7,6	49,6			
	[108] [109] [110] [111] [112] LEFT [113]	[114] Force	[115]	34,3	29,4	12,2		[116] 288,2	[117] (Hijazi et al., 2016b; Lin & Su, 2020) [128]
		[118]	[123]					[127]	
		[119] F _x	[124]	-7,1	-16,0	6,0	-		
	[120] F _y	15,5 -13,6 9,8							
	[121] F _z	[125]	14,4	-10,5	4,6				
	[122]	4,6 -30,6 40,1							

[129]			[126] 30,3 22,3 9,7 103,0 51,2 22,2		
	[130]	[131] Total Force (N)	[132]	[133] 515 [134]	[135]
[136] [137] [138] [139] [140] [141] [142] [143] [144] LMOL [145]	[146] [147] [148] [149] RIGHT	[150] Force	[151] 114,2 49 104,9 91,7 64 29,5	[152] 453,3	[153]
		[154] [155] F_x [156] F_y [157] F_z [158]	[159] 23,6 26,7 -51 13,7 14,2 6,1 47,9 -17,5 39,1 4,0 -32,0 -25,2 101,0 37,1 83 90,5 53,6 14,0 [163]	[164]	[165]
	[166] [167] [168] [169] [170] LEFT [171]	[172] Force	[173] 137,0 58,7 146,9 115,4 63,0 44,5	[174] 565,5	[175] (Hijazi et al., 2016b; Lin & Su, 2020) [186]
		[176] [177] F_x [178] F_y [179] F_z [180]	[181] -28,4 -32,1 71,4 - 17,2 -14 9,3 57,4 -21 54,8 5,1 -31,5 38,1 121,2 44,5 116,1 114 52,8 21,1	[185]	
	[188]	[189] Total Force (N)		[191] 1018,8 [192]	[193]

The values and directions of mastication forces to simulate a normal masticaiton are shown in Table 3 where a total masticaiton force of 100 N is distributed in the ratios specified in the literature.

Boundary conditions of mastication simulation and three clenching positions are shown in Figure 2.

Table 3. Muscle Force (N) for Mastication Simulation

[194] [195]	[196] [197] [198] Side	[199] [200] [201] Direction	[202] Muscular Force (N)						[205] [206] Total Force (N)	[207] [208] Reference
			[204]	[209] SM	[210] DM LP	[211] MP	[212] AT	[213] PT		
[212] [213] [214] [215] [216] [217] [218] Mastication Condition [219]	[220] [221] [222] [223] RIGHT	[224] Force	[225] 3,6	4,8	6,7	7,9	10,7	9,9	[226] 3,6	[227]
		[228] F _x	[233]						[238]	[239] [240]
		[229] F _y	0,91	1,3	1,8	2,5	-0,74	-1,0		
		[230] F _z	0,91	0,73	-1,2	0,24	-3,6	-7,5		
		[232]	3,4	4,6	5,9	7,4	10,1	6,4		
	[241] [242] [243] [244] LEFT	[245] Force	[246] 3,6	9,9	13,4	8,4	13,6	5,4	[247] 4,3	[248] (Nagasao et al., 2010)
		[249] F _x	[237]						[259]	[260] [261]
		[250] F _y	0,91	2,7	3,6	-2,7	-1,0	0,5		
		[251] F _z	0,91	1,5	-2,5	0,3	-4,6	-4,1		
		[253]	0,91	9,4	12,6	7,9	12,8	3,4		
[262]	[263]	[264]	0,91						[266]	[267]
[268]	[269]	[270] Total Force (N)	0,91						[272] 100	[273]

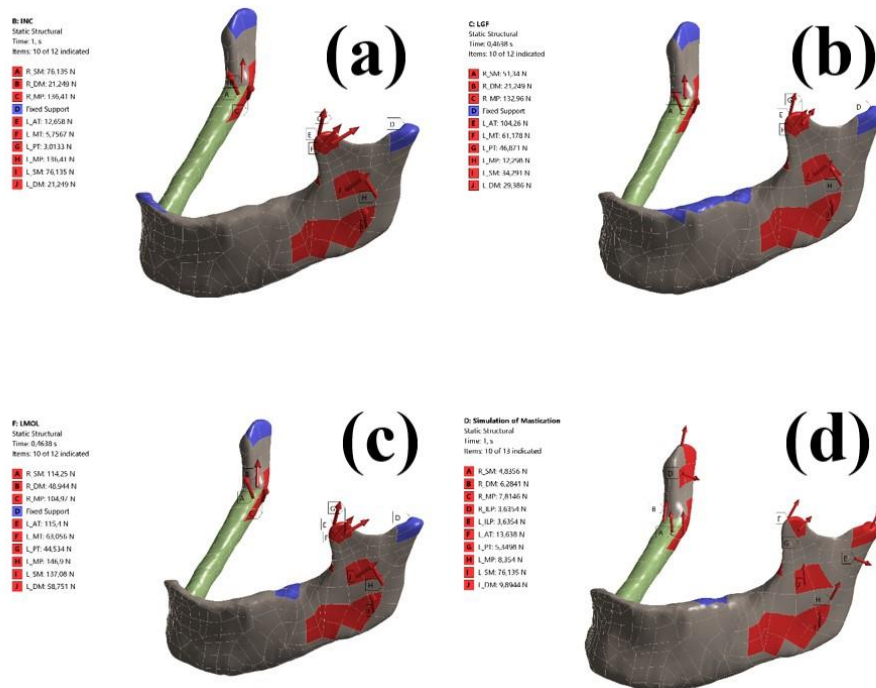


Figure 2. Forces values and directions of muscles in mastication simulation and three clenching positions. (a) Incisal clench (INC) (b) Left group function (LGF) (c) Left Unilateral Molar (LMOL) (d) Mastication Simulation

3.RESULTS

In this study, stress areas on the mandible were evaluated using the Von Mises criterion.

The von Mises stress distributions in the mandible under the clenching and mastication condition are shown in figure 3. Figure 3a shows the stress in the INC position, Figure 3b shows the stress in the LGF position, Figure 3c shows the stress in the LMOL position, and Figure 3d shows the stress during mastication. The maximum stress values in the INC, LGF, LMOL positions and in the mastication condition are 49.60 MPa, 48.083 MPa, 37.26 MPa and 11.26 MPa, respectively. The figure shows that high stress occurs in the neck near the condyles in the clenching positions. Especially in the LGF position, more stress was formed near the condyle. In the fibula, there was not much stress in the three clenching positions. Stress is concentrated in (S₁) and (S₂) regions.

Stress was observed in the fixed parts of the teeth in the clenching positions. Maximum values in the mandible in INC and LGF positions are very close. Less stress was formed in LMOL than in INC and LGF. In the mastication condition, the fibula stress is very low, while the stress is concentrated in the intact part of the mandible (left). The stress in the mandible and fibula is less than in the clenching positions.

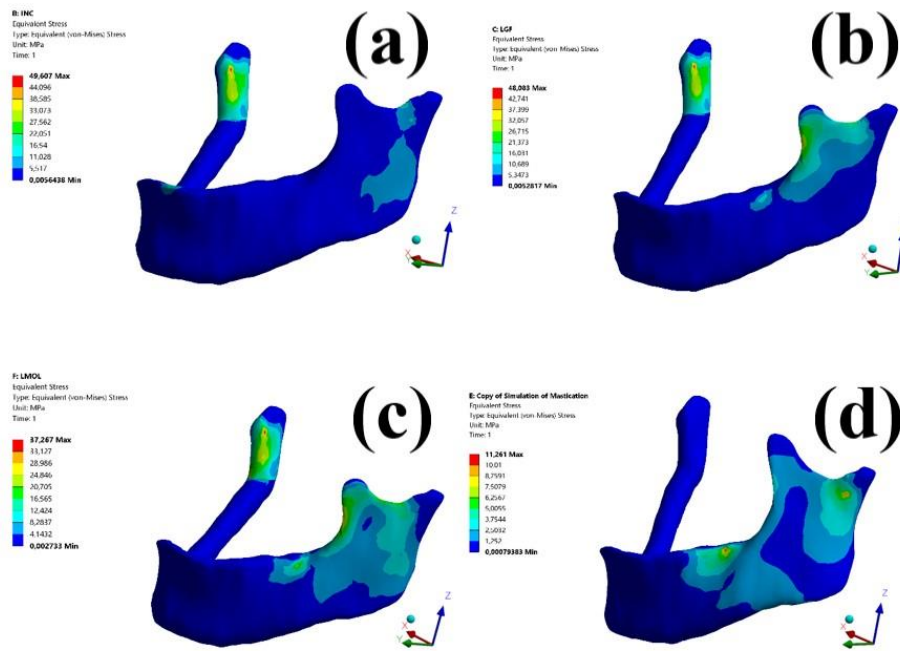


Figure 3. Distribution of von Mises stress in the mandibular bone

As a result of clenching in the INC position, stress of the fibula (S_1) in the section of the mandible fused to the symphysis region is 3.15 MPa. The stresses in the fibula (S_1) as a result of clenching in the LGF and LMOL positions are 3.12 MPa and 2.47 MPa, respectively. The stress at fibula (S_1) in the mastication condition is 0.6 MPa.

The stress in the mandible (S_1) as a result of clenching in the INC position is 6.76 MPa. The stresses in the mandible (S_1) as a result of clenching in the LGF and LMOL positions are 6.12 MPa and 5.27 MPa, respectively. The stress at mandible (S_1) in the mastication condition is 0,68 MPa'dır.

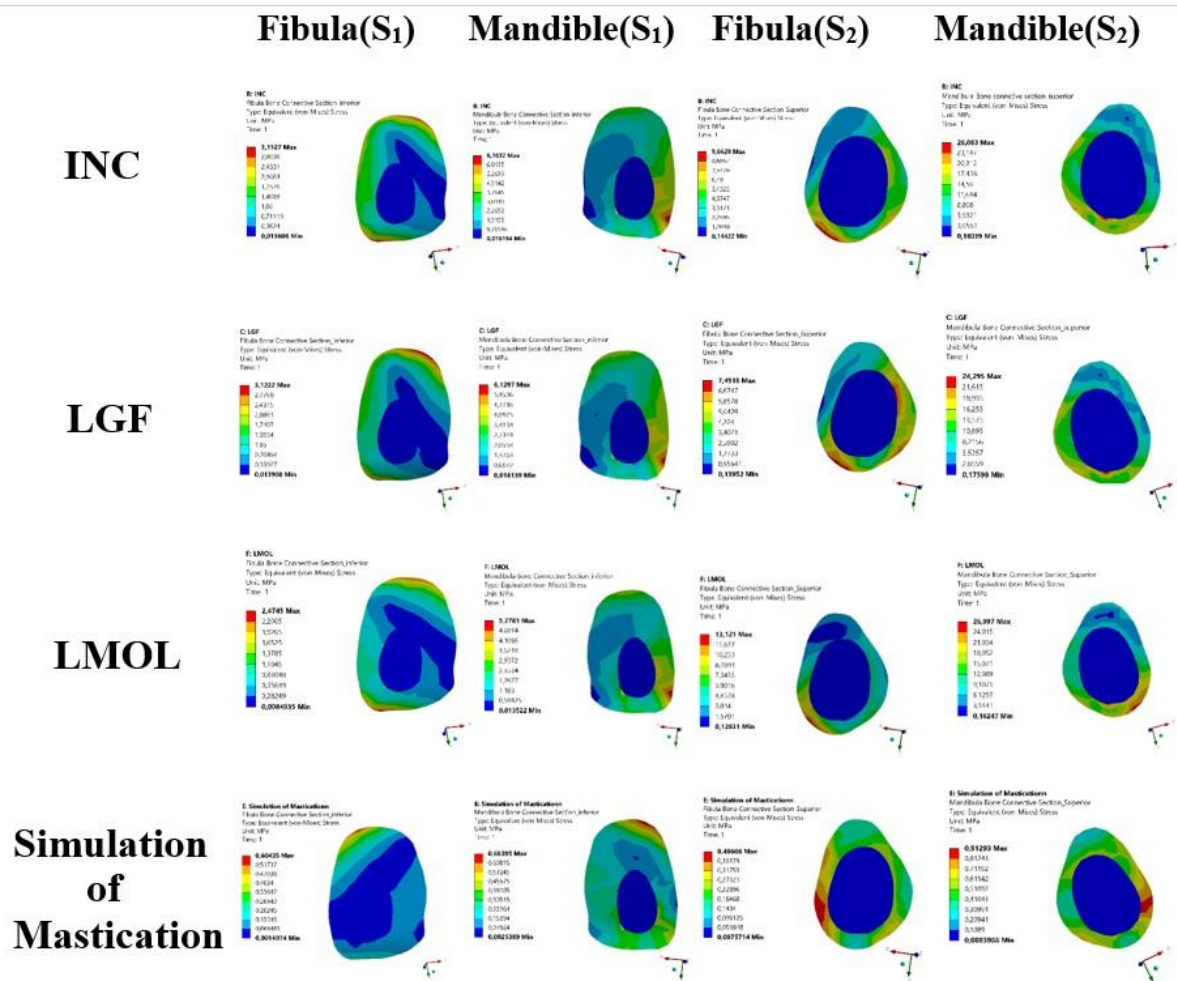


Figure 4. Von-Mises of Bone Union Segments

As a result of clenching in the INC position, the stress of the fibula (S₂) in the section of the mandible fused to the ramus region is 9.66 MPa. The stresses in the fibula (S₂) as a result of clenching in the LGF and LMOL positions are 7.49 MPa and 13.12 MPa, respectively. The stress at fibula (S₂) in the mastication condition is 0.4 MPa. As a result of clenching at the INC position, the stress on the ramus section of the mandible (S₂) is 26.06 MPa. The stresses in the mandible (S₂) as a result of clenching in the LGF and LMOL positions are 24.29 MPa and 26.99 MPa, respectively. In the case of mastication, the stress in the mandible (S₂) is 0.91 MPa. These results are as shown in Figure 4. All von-Mises values are given in Figure 6.

Similar stress results were obtained in the mandible in the INC and LGF clenching positions. The stress in both positions is highest in the inner part of the right ramus, close to the condyle. However, in LGF, too much stress has occurred in the left coronoid part of the mandible. In LMOL, on the other hand, although more force was applied compared to INC and LGF, less stress was formed. The least stress in the mandible occurred in the mastication condition.

The reaction forces in the clenching positions are shown in Figure 5. The maximum reaction force was in the LMOL clenching position, and the least reaction force was in the INC position. In all cases, the least reaction force was found in the mastication condition.

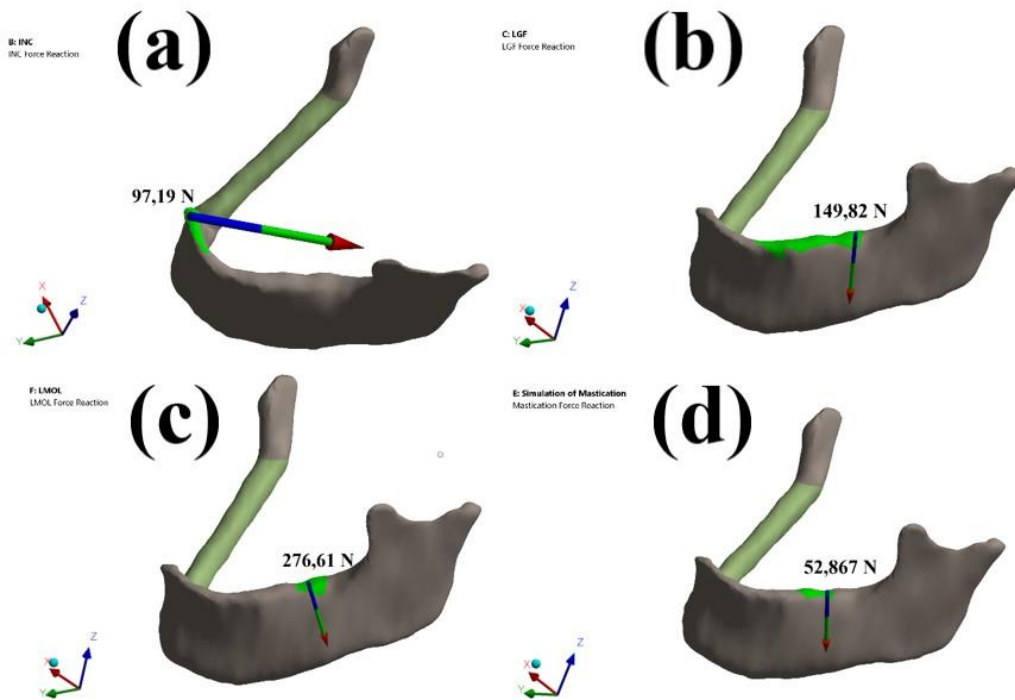


Figure 5. Reaction Forces of Clenching and Mastication Condition

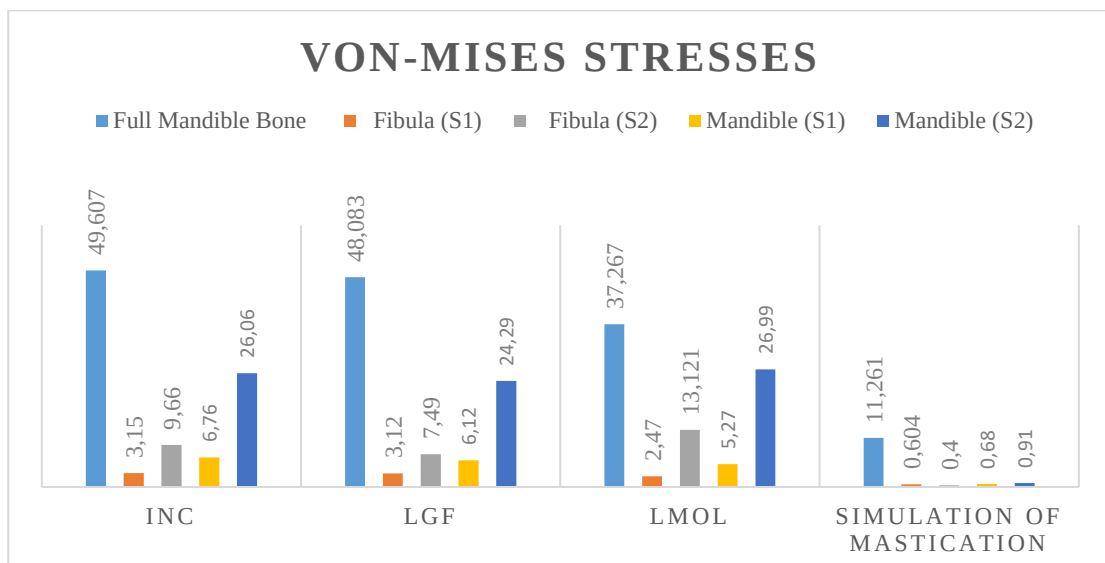


Figure 6. Von-Mises Stresses Peak Results

4. DISCUSSION

The simulation of INC, LGF and LMOL from the clenching positions and mastication simulation were performed in the finite element analysis.

In this study, the biomechanical evaluation of the stresses occurring in the reconstructed mandible and FVFF in the mastication and three-clenching positions was performed by finite element analysis. A completely edentulous model was chosen to evaluate the mechanical behavior of FVFF and native bone without the extra impact factor from teeth.

In the completely edentulous reconstructed mandible, parafunctional INC , LGF and LMOL clenching positions were compared with the stresses occurring in the mandible and FVFF in mastication conditions with non-excessive forces.

The parafunctional forces acting on the muscles of 510 N, 515 N and 1018 N, respectively, were applied in the INC , LGF and LMOL clenching positions. A force of 100 N was applied as a mastication force.

In our model, unlike the literature, the AT, MT and PT muscles on the right side could not be applied because the entire coronoid part on the right side of the reconstructed mandible and part of the ramus were also resected. Due to this difference, the stress values of the results in the clenching positions differed from the results in the literature.

Cheng et al. investigated the biomechanical behavior of mandibles reconstructed with FVFF in different vertical positions using the finite element method.

As a result of their study, they showed that in all variations, stresses are concentrated posterior to the FVFF and opposite the loading point of the condyle, with maximum displacement occurring at the bone/graft interface. In our current study, while the stress was concentrated in the intact part (left) condyles in mastication, it was concentrated in the reconstructed part (right) condyles in all clenching positions. They applied muscle force of 840 N in the INC and LMOL clenching positions. According to our current study, despite applying more force in the INC and the same amount of force in the LMOL, the Von Mises values in the LMOL were six times higher in the mandible, while in the INC position, four times more stress occurred in the mandible. Cheng et al. gave the same muscle strength values for INC and LMOL when determining the boundary conditions. However, in our study, boundary conditions were created according to separate muscle forces amounts for all teeth clenching positions and mastication.

Von Mises stress has been proposed as an indicator in the evaluation of bone remodeling, and Sugiura et al. have stated that when the stress in the bone exceeds 50 MPa, this leads to bone resorption.(T et al., 2000) Based on the study of Sugiura et al., Hijazi et al analyzed the effects of six clenching positions on the biomechanical behavior of condyle fracture osteosynthesis and surrounding bone. Although we applied the same boundary conditions in this study, the stress values of INC and LGF in the mandible were half as much as in our current study in both clenching positions. It is thought that this result has an effect because they have worked both with a intact mandible and by applying all muscle strength. However, in LMOL, the same result was obtained as in our current study. In the Hijazi et al study, the maximum von Mises stress did not exceed 50 MPa. Therefore, in this study, they concluded that it is unlikely to cause bone resorption in the mandible. They suggested that only the LMOL clenching position exceeded the putative marker value, which is a marker of increased risk of clinical problems with healing of the fracture, thus highlighting the LMOL and recommending a soft food diet(Hijazi et al., 2016b). Our study supports the results of Hijazi et al.

Lin and Su investigated the effect of different clenching positions on dental implants in different positions using the finite element method.It shows that high stresses occur in the neck near the TMJ in all four clenching positions. Especially under RMOL conditions, the mandible is under significantly higher stress. Despite the fact that the occlusal force is concentrated in the posterior teeth and the external force applied by the muscles is high, in contrast to this study, the least stress occurred in the mandible in the LMOL clenching position in our study.

Also, in the INC and RGF clenching positions, the reaction forces at the fixed upper ends of the abutment are relatively. Our study also supports this result. The distribution of von Mises stress across the entire mandible indicates that high stress occurs in the neck near the TMJ. This is because the cross-sectional area here is small and therefore higher stress will be generated when a force is applied. Likewise, stresses close to the condyles were concentrated in our study. ICP and RMOL will create high stress on the bone. However, the RGF position has a smaller effect on the stress on the bone. Under the occlusion conditions of RMOL, significantly higher stress was formed on the dental implant system and the entire mandible(Lin & Su, 2020) Contrary to this study, stress is less in LMOL and more in LGF. Our study supports the results of reaction forces in this study.

Murakami et al analyzed the effect of clenching on the biomechanical response of the mandible and TMJ to traumatic force using the finite element (FE) method. When they compared the results in the resting and clenching positions, in the resting position, von Mises stress was concentrated mainly in the condylar neck and in the retromolar region of the mandible. The

stress in the condyle neck was reduced at all loadings in the clenching position. Contrary to the study of Murakami et al., in our study, stress occurred around the condyles in all cases (Murakami et al., 2013). The reason for this difference is thought to be the use of the reconstructed mandible in the current study.

Park et al created reconstruction models and performed biomechanical stability analysis and finite element analysis (FEA) under three clenching condition and variations of muscle forces. While the reaction force was highest in LMOL, the least reaction force was in INC. In our study, while the reaction force was highest in LMOL, it was the least in INC.

Among the defect models they compared, the defect closest to the model in our current study is the L defect. Unlike our study, the highest stress occurred in the INC position and the lowest stress occurred in the LGF position.(S. M. Park et al., 2018)

Li et al. compared the mechanical distributions of bone union regions on different models reconstructed with FVFF under vertical loading conditions of 100 N. While creating the models, they grafted two defects as ramus and body. In addition, they created models with both single and double fibula. In the study of Li et al., the stress in the S_1 was much higher than in the S_2 . Contrary to this study, in the model similar to our model, S_1 was lower than S_2 in all clenching positions. The results of this study and the results of the model we created with the mastication simulation were similar. It is predicted that the stress in S_2 is high in clenching situations, due to parafunctional loading.(Li et al., 2020)

In another similar study reconstructed with the FVFF and the iliac bone, a higher stress was formed in S_2 than S_1 in the FVFF, similar to our study, as a result of the application of a vertical mastication force of 150 N.(Kucukguven & Akkocaolu, 2020)

Wang et al applied LMOL and INC clenching conditions to a mandible with an angulus fracture in which they created three fixation designs, and created two separate loadings for both 100 N and 500 N. According to their results, contrary to our study, INC was higher than LMOL in both different loading conditions(Wang et al., 2017).

The stress values due to the clenching positions were lower due to the defect difference in the current model. However, the effect of clenching positions gave similar results with the literature.In the mastication condition and in the three clenching positions, no stress was created to cause nonunion of the fibula or resorption of the bone.

5. LIMITATIONS

Although absence of extra affect factor coming from teeth is positive to evaluate bone, because of it gets away this situation from reality, it is better to work with including teeth.

6. CONCLUSIONS

In the reconstructed mandible, excessive loads such as clenching created more stress in the expected direction than normal loads such as mastication.

In the INC clenching position, because the muscles producing this movement do not apply a strong force, a smaller reaction force occurs in the central incisor. In LGF, the vertical force applied by the muscles in the mandible is not strong, so the reaction forces applied to the canine, first premolars, second premolars, first molars, and second molars are also weak. Since the muscles apply a strong force in LMOL, the maximum reaction force was formed in this position. If people with reconstructed mandibles experience clenching, the stresses in the FVFF may be significant in clenching in the LMOL position, although there is not much stress intensity in the union region.

When a normal force such as mastication was applied, stress concentration was not observed in the condyles of the reconstructed part, whereas stress concentration occurred when tooth clenching was experienced. Although the stresses in S_2 are higher than S_1 , the amount of stress in the union regions is not high. It is predicted that the excessive stress in S_2 may be due to the excessive resection of the mandible in the part fused the fibula to the mandible, that is, the low amount of bone.

In general, it may not have a significant effect on bone healing/non-union, considering the amount of stress in the case of clenching.

REFERENCES

- Akashi, M., Hashikawa, K., Kakei, Y., Sakakibara, A., Hasegawa, T., Minamikawa, T., & Komori, T. (2015). Sequential evaluation for bone union of transferred fibula flaps in reconstructed mandibles: Panoramic X-ray versus computed tomography. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 44(8), 942–947. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2015.04.014>
- Can BULUT, A., Atsü, S., & Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, K. (2012). Bruksizm Tanı ve Tedavisinde Güncel Yaklaşımlar. *The Journal of Kırıkkale University Faculty of Medicine*, 14(1), 20–25. <https://doi.org/10.24938/KUTFD.124853>
- Cheng, K., Liu, Y., Wang, J. H., Jun, J. C., Jiang, X., Wang, R., & Baur, D. A. (2019). Biomechanical behavior of mandibles reconstructed with fibular grafts at different vertical positions using finite element method. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 72(2), 281–289. <https://doi.org/10.1016/J.BJPS.2018.10.002>
- de La Hoz-Aizpurua, J. L., Díaz-Alonso, E., Latouche-Arbizu, R., & Mesa-Jiménez, J. (2011).

- Sleep bruxism. Conceptual review and update. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 16(2). <https://doi.org/10.4317/MEDORAL.16.E231>
- de Leeuw, R. (2008). *Orofacial pain. Guidelines for assessment, diagnosis, and management. The American Association of Oro Facial Pain*. 216–217.
- Gallas Torriera, M., & Fernández, J. R. (2004). A three-dimensional computer model of the human mandible in two simulated standard trauma situations. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery : Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 32(5), 303–307. <https://doi.org/10.1016/J.JCMS.2004.04.008>
- Gou, L., Yang, W., Qiao, X., Ye, L., Yan, K., Li, L., & Li, C. (2018). Marginal or segmental mandibulectomy: treatment modality selection for oral cancer: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.IJOM.2017.07.019>
- Gregolin, R. F., Zavaglia, C. A. D. C., Tokimatsu, R. C., & Pereira, J. A. (2017). Biomechanical Stress and Strain Analysis of Mandibular Human Region from Computed Tomography to Custom Implant Development. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/7525897>
- Guo, F., Huang, S., Hu, M., Yang, C., Li, D., & Liu, C. (2021). Biomechanical evaluation of a customized 3D-printed polyetheretherketone condylar prosthesis. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 21(4), 1–1. <https://doi.org/10.3892/ETM.2021.9779>
- Hasan, M. A., & Shiakolas, P. S. (2015). 3D Finite element stress analysis of an implant supported overdenture under bruxism and lingualized loading conditions. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)*, 3–2015. <https://doi.org/10.1115/IMECE2015-51688>
- Hijazi, L., Hejazi, W., Darwich, M. A., & Darwich, K. (2016a). Finite element analysis of stress distribution on the mandible and condylar fracture osteosynthesis during various clenching tasks. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 20(4), 359–367. <https://doi.org/10.1007/S10006-016-0573-2>
- Hijazi, L., Hejazi, W., Darwich, M. A., & Darwich, K. (2016b). Finite element analysis of stress distribution on the mandible and condylar fracture osteosynthesis during various clenching tasks. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 20(4), 359–367. <https://doi.org/10.1007/S10006-016-0573-2>
- Kargarnejad, S., Ghalichi, F., Pourgol-Mohammad, M., & Garajei, A. (2021). Mandibular reconstruction system reliability analysis using probabilistic finite element method. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 24(13), 1437–1449. <https://doi.org/10.1080/10255842.2021.1892660>
- Knitschke, M., Sonnabend, S., Roller, F. C., Pons-Kühnemann, J., Schmermund, D., Attia, S., Streckbein, P., Howaldt, H. P., & Böttger, S. (2022). Osseous Union after Mandible Reconstruction with Fibula Free Flap Using Manually Bent Plates vs. Patient-Specific Implants: A Retrospective Analysis of 89 Patients. *Current Oncology (Toronto, Ont.)*, 29(5), 3375–3392. <https://doi.org/10.3390/CURRONCOL29050274>
- Kucukguven, M. B., & Akkocaolu, M. (2020). Finite element analysis of stress distribution on reconstructed mandibular models for autogenous bone grafts. *TECHNOLOGY AND HEALTH CARE*, 28(3), 249–258. <https://doi.org/10.3233/THC-191809>
- Li, X., Jiang, C., Gao, H., Wang, C., Wang, C., & Ji, P. (2020). Biomechanical Analysis of Various Reconstructive Methods for the Mandibular Body and Ramus Defect Using a Free Vascularized Fibula Flap. *BioMed Research International*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8797493>
- Lin, P. J., & Su, K. C. (2020). Biomechanical Design Application on the Effect of Different Occlusion Conditions on Dental Implants with Different Positions—A Finite Element Analysis. *Applied Sciences* 2020, Vol. 10, Page 5826, 10(17), 5826. <https://doi.org/10.3390/APP10175826>

- Mücke, T., Haarmann, S., Wolff, K.-D., & Hölzle, F. (2009). Bisphosphonate related osteonecrosis of the jaws treated by surgical resection and immediate osseous microvascular reconstruction. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 37(5), 291–297. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2008.12.004>
- Muñoz Guerra, M. F., Naval Gías, L., Rodríguez Campo, F., & Sastre Pérez, J. (2003). Marginal and Segmental Mandibulectomy in Patients With Oral Cancer: A Statistical Analysis of 106 Cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 61(11), 1289–1296. [https://doi.org/10.1016/S0278-2391\(03\)00730-4](https://doi.org/10.1016/S0278-2391(03)00730-4)
- Murakami, K., Yamamoto, K., Sugiura, T., Kawakami, M., Kang, Y. B., Tsutsumi, S., & Kirita, T. (2013). Effect of clenching on biomechanical response of human mandible and temporomandibular joint to traumatic force analyzed by finite element method. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 18(3), e473. <https://doi.org/10.4317/MEDORAL.18488>
- Nagasao, T., Kobayashi, M., Tsuchiya, Y., Kaneko, T., & Nakajima, T. (2003). Finite element analysis of the stresses around fixtures in various reconstructed mandibular models - Part II (effect of horizontal load). *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 31(3), 168–175. [https://doi.org/10.1016/S1010-5182\(03\)00029-5](https://doi.org/10.1016/S1010-5182(03)00029-5)
- Nagasao, T., Miyamoto, J., Tamaki, T., & Kawana, H. (2010). A comparison of stresses in implantation for grafted and plate-and-screw mandible reconstruction. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 109(3), 346–356. <https://doi.org/10.1016/J.TRIPLEO.2009.10.009>
- Park, S. M., Lee, J. W., & Noh, G. (2018). Which plate results in better stability after segmental mandibular resection and fibula free flap reconstruction? Biomechanical analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 126(5), 380–389. <https://doi.org/10.1016/J.OOOO.2018.05.048>
- Park, Y. S., & Kwon, H. B. (2013). Three-dimensional finite element analysis of implant-supported crown in fibula bone model. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 5(3), 326. <https://doi.org/10.4047/JAP.2013.5.3.326>
- Petrovic, I., Ahmed, Z. U., Huryn, J. M., Nelson, J., Allen, R. J., Matros, E., & Rosen, E. B. (2019). Oral rehabilitation for patients with marginal and segmental mandibulectomy: A retrospective review of 111 mandibular resection prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/J.PROSDENT.2018.09.020>
- Pinheiro, M., Willaert, R., Khan, A., Kairi, A., & Van Paepegem, W. (2021). Biomechanical evaluation of the human mandible after temporomandibular joint replacement under different biting conditions. *Scientific Reports* 2021 11:1, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93564-3>
- Poiate, I. A. V. P., de Vasconcellos, A. B., de Santana, R. B., & Poiate, E. (2009). Three-dimensional stress distribution in the human periodontal ligament in masticatory, parafunctional, and trauma loads: finite element analysis. *Journal of Periodontology*, 80(11), 1859–1867. <https://doi.org/10.1902/JOP.2009.090220>
- Rao, D. B., Burugupalli, P., Gajavalli, S. U. M., & Sajjan, S. (2019). *Basic facts on Bruxism*. June.
- Shokri, T., Stahl, L. E., Kanekar, S. G., & Goyal, N. (2019). Osseous Changes Over Time in Free Fibular Flap Reconstruction. *The Laryngoscope*, 129(5), 1113–1116. <https://doi.org/10.1002/LARY.27337>
- SİVRİKAYA, E., GÜLER, M. S., & BEKÇİ, M. (2021). Evaluation of Stress Distributions of Zirconia Connecting Screw in Bruxism: A Finite Element Analysis. *Selcuk Dental Journal*, 8(3), 617–622. <https://doi.org/10.15311/SELCUKDENTJ.729494>
- T, S., K, H., M, S., & S, T. (2000). Evaluation of threshold stress for bone resorption around screws based on in vivo strain measurement of miniplate. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 1(2), 165–170. <https://europepmc.org/article/med/15758514>

- TIE, Y., WANG, D. M., JI, T., WANG, C. T., & ZHANG, C. P. (2006). Three-dimensional finite-element analysis investigating the biomechanical effects of human mandibular reconstruction with autogenous bone grafts. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 34(5), 290–298. <https://doi.org/10.1016/J.JCMS.2006.03.004>
- Tseng, J. G., Huang, B. W., Liang, S. H., Yen, K. T., & Tsai, Y. C. (2014). Normal mode analysis of a human fibula. *Life Science Journal*, 11(12), 711–718. <https://doi.org/10.7537/MARSLSJ111214.133>
- van Gemert, J. T. M., Abbink, J. H., van Es, R. J. J., Rosenberg, A. J. W. P., Koole, R., & Van Cann, E. M. (2018). Early and late complications in the reconstructed mandible with free fibula flaps. *Journal of Surgical Oncology*, 117(4), 773. <https://doi.org/10.1002/JSO.24976>
- Wang, R., Liu, Y., Wang, J. H., & Baur, D. A. (2017). Effect of interfragmentary gap on the mechanical behavior of mandibular angle fracture with three fixation designs: A finite element analysis. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 70(3), 360–369. <https://doi.org/10.1016/J.BJPS.2016.10.026>
- Woolgar, J. A., & Triantafyllou, A. (2016). *Mandibular Resection*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28618-1>
- Yamashita, J., Akashi, M., Takeda, D., Kusumoto, J., Hasegawa, T., & Hashikawa, K. (2021). Occurrence and Treatment Outcome of Late Complications After Free Fibula Flap Reconstruction for Mandibular Osteoradionecrosis. *Cureus*, 13(3). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.13833>
- Yi, J. W., Kim, J. U., Cha, H. J., Yi, J., & Tae, K. S. (2020). Estimation of the Optimal Fibular Graft Angle for Proximal Humerus Fractures Using Finite Element Analysis. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 20(10). <https://doi.org/10.1142/S0219519420400291>
- Yla-Kotola, T. M., Bartlett, E., Goldstein, D. P., Armstrong, K., & Gilbert, R. W. (2013). Union and bone resorption of free fibular flaps in mandibular reconstruction. *Journal of Reconstructive Microsurgery*, 29(7), 427–432. <https://doi.org/10.1055/S-0033-1343953>
- Yoda, N., Zheng, K., Chen, J., Liao, Z., Koyama, S., Peck, C., Swain, M., Sasaki, K., & Li, Q. (2018). Biomechanical analysis of bone remodeling following mandibular reconstruction using fibula free flap. *Medical Engineering and Physics*, 56, 1–8. <https://doi.org/10.1016/J.MEDENGPY.2018.03.008>

GAUTHAMGIRI K.**HARIHARAN S.****SENTHILNATHAN S.****BHARATHAN G**

Bannari Amman Institute Of Technology City , State : Erode , Tamilnadu

PULSE OXIMETER :

A pulse oximeter is a medical device that indirectly monitors the oxygen saturation of a patient's blood (as opposed to measuring oxygen saturation directly through a blood sample) and changes in blood volume in the skin, producing a photoplethymogram that may be further processed into other measurements.

PROBLEMS STATEMENT OF PULSE OXIMETER

Mission statement because pulse oximeters on the extant market are either reusable, designed for continuous monitoring, rely on disposable parts, or are incompatible with neonates, no effective pulse oximeter exists that can meet the needs of low resource settings in screening for respiratory disease in neonates.

WORK FLOW :

The light absorbed by the blood varies with the oxygen saturation of haemoglobin. The photo detector detects the light transmitted as the blood pulses through the tissues and the microprocessor calculates the value for the oxygen saturation (spO_2)

AFYON HAŞHAŞI İZOKİNOLİN YOLAĞINDA VIGS YÖNTEMİ İLE YAPILAN MODİFİKASYONLAR

Deniz Ece ŞALLI

Yıldız Technical University, Institute Of Science, Molecular Biology And Genetics, Istanbul, Turkey

Deniz KÖM

Tubitak Marmara Research Center, Kocaeli, Turkey

Gürsel KOLTUK

Yıldız Technical University, Institute Of Science, Molecular Biology And Genetics, Istanbul, Turkey

Semiha ERİŞEN

Yıldız Technical University, Institute Of Science, Molecular Biology And Genetics, Istanbul, Turkey

Selma ONARICI

Tubitak Marmara Research Center, Kocaeli, Turkey

ÖZET

Papaveraceae familyasının Papaver cinsine ait bir tür olan *Papaver somniferum* L. (afyon haşhaşı), sulu veya sütlü kapsüllere sahip tek yıllık otsu bir bitkidir ve kapsül kabukları yüksek oranda noskapin ve buprenorfin, morfin, papaverin, tebain ve kodein gibi ve tıbbi açıdan değerli alkaloidler içerir. Ağrı kesici ve spazm giderici, öksürük baskılayıcı, öfori, uyuşukluk ve bağımlılık gibi değişen etkileri olan bu maddeler aynı zamanda yarı sentetik ilaçların üretimi için önemli bir ticari hammaddedir. Virüs kaynaklı gen susturma (VIGS), bitkilerde hem viral hem de hücrel mRNA'ları hedef alan bir nükleotit dizisine özgü savunma mekanizması olan PTGS'nin (transkripsiyon sonrası gen susturma) tek sarmallı RNA üretmek için bir viral vektör kullanarak uyarılmasını içerir. Yakın zamanlarda, spesifik alkaloid sentaz genlerinin transkript seviyelerini azaltmak ve ilgili genlerin fonksiyonunu arttırmak veya azaltmak için de etkili bir araç olarak gösterilmiştir. Bu çalışmada, VIGS tekniği kullanılarak morfin genlerinin susturulması incelenmiştir. Total RNA, *Papaver somniferum* Ofis1'den (TMO) elde edilen bitkilerden izole edildi. cDNA, susturulacak gene özel tasarlanmış primerler kullanılarak çoğaltıldı ve bir susturma parçası olarak TRV2 vektörüne ve *Agrobacterium tumefaciens*'e yerleştirildi. Sterilize edilmiş tohumlardan elde edilen bitki yaprakları, somatik embriyo indükleyici ortama aktarıldı ve beyaz dağılabilir somatik embriyolar elde etmek için haftada bir kez alt kültürlendi. Bu embriyolar hormonsuz MS ortamına kültürlendi ve süspansiyon kültürleri oluşturuldu. Süspansiyon kültürleri yeterli miktara ulaştığında hazırlanan kombinasyonlarda TRV1 ve TRV2 susturma sekansları içeren *Agrobacterium* kültürleri ile enfekte edildi. Son olarak, real-time PCR ve genlere özel olarak tasarlanmış primerler ile gen ekspresyon seviyelerindeki değişimler belirlendi. Bu aşamada morfin biyosentezi için anahtar enzimler olan CODM ve T6ODM genlerinin ekspresyonunda downregülasyon bulunduğunu bildirmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: *Papaver somniferum*, VIGS, Morfin Yolağı, Pathway mühendisliği

MODIFICATIONS IN THE ISOQUINOLINE PATHWAY IN OPIUM POPPY BY VIGS

ABSTRACT

Papaver somniferum L. (opium poppy), a species of the *Papaver* genus of the *Papaveraceae* family, is an annual herbaceous plant with watery or milky capsules and capsule shells contain highly added and medically valuable alkaloids such as noscapine and buprenorphine, morphine, papaverine, thebaine, and codeine. These substances, which have varying effects such as pain reliever and antispasmodic, cough suppressant, euphoria, drowsiness and addiction, are also an important commercial raw material for the production of semi-synthetic drugs. Virus-induced gene silencing (VIGS) involves the induction of PTGS (post-transcriptional gene silencing), a nucleotide sequence-specific defense mechanism that targets both viral and cellular mRNAs in plants using a viral vector to generate single-stranded RNA. It has recently been shown as an effective tool to reduce transcript levels of specific alkaloid synthase genes and increase or decrease the function of related genes. In this study, silencing of morphine genes using the VIGS technique was investigated. Total RNA was isolated from plants obtained from *Papaver somniferum* Ofis1 (TMO). The cDNA was amplified using primers specifically designed for the gene to be silenced and inserted into the TRV2 vector and *Agrobacterium tumefaciens* as a silencing fragment. Plant leaves obtained from sterilized seeds were transferred to somatic embryo-inducing medium and subcultured once a week to obtain white dispersible somatic embryos. These embryos were cultured into hormone-free MS medium and suspension cultures were formed. When the suspension cultures reached a sufficient amount, they were infected by *Agrobacterium* cultures containing TRV1 and TRV2 silencing fragment in the prepared combinations. Finally, changes in gene expression levels were determined with real-time PCR and primers specially designed for genes. At this stage, we report that found downregulation in the expression of CODM and T6ODM genes which is key enzymes for morphine biosynthesis.

Keywords: *Papaver somniferum*, VIGS, Morphine pathway, Pathway engineering

INTERNET OF THINGS AND ITS APPLICATIONS IN HEALTH

**SWETHA B.
SANJAY R.
JANARTHAN S.
CHANDRU R.**

Bannari Amman Institute of Technology

ABSTRACT

This essay has discussed the Internet of Things (IoT) and its uses in the healthcare industry. IoT and healthcare are combining, which has created an enhanced personalization of gadget technologies. Wearable sensors, smart watches, and other healthcare technology etc., which have eliminated the need for expensive medical equipment, unpleasant procedures and reduced patient dependency on medical specialists. It has created space for better health. Opportunity and self-care. The book moreover offers comparison between several sensors used in the field of the IoT architecture, technology, and healthcare delivery methods. Technologies used to build IoT and m-Health apps. The purpose of the paper is to increase readers' comprehension of the idea of IoT.

Keywords: IoT healthcare, Sensors, Arduino, Raspberry pi.

Reference

- [1] Lo B.P., Thiemjarus S., King R. and Yang G.Z. "Body sensor network—a wireless sensor platform for pervasive Healthcare monitoring." (2005).
- [2] Huang Q., Wang W. and Zhang Q., "Your glasses know your diet: Dietary monitoring using electromyography Sensors." IEEE Internet of Things Journal 4, no. 3 (2017): 705-712.
- [3] Borelli G., Bonnet J.J., Hernandez Y.R., Matsuda K. and Damerau J., "Spectral-distance-based detection of EMG activity from capacitive measurements." IEEE Sensors Journal 18, no. 20 (2018): 8502-8509.

ATTEMPTS TO PREDICT THE CORROSION PHENOMENA IN ELECTRONIC COMPONENTS AND FORMULATE WAYS TO COUNTERMEASURE IT

Sureshkumar G.

Manobalan M.

Kousick C. K.

Deepakraja M.

Bannari Amman Institute Of Technology

ABSTRACT

The use of electrical gadgets has increased in our daily lives, and as a result, the manufacture of electronic components has expanded as well. Metals, polymers, and chemicals make up the majority of electrical components. Copper, gold, silver, aluminum, tin, lithium, and nickel are the most commonly used metals in electric equipment.

As a case study, the paper looks at several types of corrosion in electronic components and proposes a method for prevention of corrosion in electronic components. Electronic components are so small, they are susceptible to corrosion. Although they are protected by a coating of certain oxides, due to the interaction with the environment they get corroded. This results in people paying a very high price for electronic gadget services.

We were able to forecast the corrosion of electrical components in their interface with the environment by using artificial intelligence software. This app asks for input from the users. The input will include things like where you keep the device at home, how often you clean it per month, the surroundings, and the current session at the location, among other things. This programme does some calculations before predicting the likelihood of corrosion and providing a countermeasure to the user. If the user is unable to describe the status of the electronic gadget, the app offers a feature that accepts input in the form of an image and using conventional neural network, calculates and predicts the kind of corrosion and the appropriate solute.

Electronic devices can fail in a variety of ways due to inherent characteristics such as PCBA materials, design, and cleanliness when exposed to humidity and other gaseous conditions. Thus the prevention of corrosion of electronic devices can be predicted with correct accuracy and the application gives correct measures and prevention ideas about the corrosion of electronic components.

Keywords: Corrosion, Artificial intelligence, Accuracy, Conventional Neural Network

ÇÖZELTİ TABANLI Sb_2S_3 İNCE FİLMLERİN HAZIRLANMASI, YAPISAL, MORFOLOJİK VE FOTOHASSASİYET ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Esra ASLAN

Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-3987-1570

ÖZET

Antimon trisülfid (Sb_2S_3) bileşiği yasak bant aralığı ~ 1.9 eV civarında olan doğrudan bant geçişli, yüksek ışık hassasiyetli bir yarıiletkenidir. Özellikle görünür bölgedeki fotonları önemli oranda soğurması, son zamanlarda bu malzemenin güneş hücrelerinde ve fotodedektörlerde kullanımını arttırmıştır. Bu malzeme stibnit (antimonit) minerali olarak doğada diğer bazı minerallerle birlikte bulunmaktadır. Kristal hali gri, amorf hali ise turuncu renklidir. Bununla birlikte bu malzemeyi kimyasal yollarla sentezlemekte mümkündür. Bu yöntemlerden biri sol-jel çözelti yöntemidir. Sol-jel yönteminde metal alkoksit veya tuzlarını uygun çözücülerde çözdükten sonra jelleşmeyi ve reaksiyon hızını kontrol eden baz ve asit gruplar kullanılarak birçok farklı fiziksel özelliğe sahip malzeme sentezlemek mümkündür. Bu çalışmada Sb_2S_3 bileşiği ince film halinde üretmek için antimon (III) klorit ($SbCl_3$), 2-metoksietanol ($C_3H_8O_2$), tiyoüre (CH_4N_2S) ve etanolamin (C_2H_7NO) kimyasalları kullanılmıştır. Çözeltideki Sb/S molar oranı $2/3$ olarak alınmıştır. Antimon (III) klorit ve tiyoüre kimyasallarının çözeltideki molariteleri sırasıyla 0.2 M ve 0.3 M' dir. Tüm kimyasallar sabit tutulup etanolamin miktarı değiştirilerek farklı çözeltiler elde edilmiştir. Bu çözeltiler kullanılarak cam altlıklar üzerine sol-jel daldırma yöntemiyle, 400 °C' de 10 kez kaplı filmler elde edilmiştir. Elde edilen filmlerin XRD, SEM ve görünür ışığa hasaasiyetleri incelenmiştir. Etanolamin miktarının malzemenin yapısal, morfolojik ve fotohassasiyete önemli oranda etki ettiği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sb_2S_3 , sol-jel yöntemi, ince film, fotodedektör

PREPARATION AND INVESTIGATION OF STRUCTURAL, MORPHOLOGICAL AND PHOTSENSITIVITY PROPERTIES OF SOLUTION-BASED Sb_2S_3 THIN FILMS

ABSTRACT

Antimony trisulfide (Sb_2S_3) compound is a direct band-gap, high light sensitivity semiconductor with a forbidden band gap of ~ 1.9 eV. Especially, the significant absorption of photons in the visible region has recently increased the use of this material in solar cells and photodetectors. This material is found in nature together with some other minerals as stibnite (antimonite) mineral. The crystalline state is gray, the amorphous state is orange. However, it is possible to synthesize this material by chemical means. One of these methods is the sol-gel solution method. In the sol-gel method, after dissolving the metal alkoxide or its salts in suitable solvents, it is possible to synthesize materials with many different physical properties by using base and acid groups that control the gelation and reaction rate. In this study, antimony (III) chloride (SbCl_3), 2-methoxyethanol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$), thiourea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$) and ethanolamine ($\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$) chemicals were used to produce Sb_2S_3 as a thin film. The molar ratio of Sb/S in the solution was taken as 2/3. The molarities of antimony (III) chloride and thiourea chemicals in solution are 0.2 M and 0.3 M, respectively. Different solutions were obtained by keeping all chemicals constant and changing the amount of ethanolamine. Using these solutions, films coated 10 times at 400 °C were obtained by sol-gel dipping method on glass substrates. The sensitivities of the obtained films to XRD, SEM and visible light were investigated. It has been understood that the amount of ethanolamine has a significant effect on the structural, morphological and photosensitivity of the material.

Keywords: Sb_2S_3 , sol-gel method, thin film, photodetector

ZnO ULTRAVİYOLE FOTODEDEKTÖRLERİN PARAMETRELERİNE AL, Ba, CO, Ga, La, Sb, Sn, Ti ve Zr ELEMENTLERİNİN KATKISININ İNCELENMESİ

Esra ASLAN

Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-3987-1570

ÖZET

Yarıiletken malzemeler uygun yasak bant aralıklarından dolayı elektromanyetik dalgaları algılamada önemli rol oynamaktadır. Elektromanyetik tayfin hangi bölgesi algılanacaksa, o bölgeye uygun yasak bant aralıklı malzemelerin kullanılması gerekir. Ultraviyole bölgesi, UV A (315 nm -400 nm), UV B (280 nm – 315 nm) ve UV C (100 nm -280 nm) bölgeleri olmak üzere üç bölgeden oluşur. UV A bölgesini yasak bant aralığı 3.1 eV ile 3.9 eV olan malzemeler algılayabilir. Bu malzemelerden biri çinko oksittir (ZnO). ZnO yasak bant aralığı ~ 3.3 eV civarında olan, yapısındaki kusurlardan dolayı n-tipi yarıiletken özellik gösteren bir bileşiktir. Güneş kremleri gibi kozmetik ürünlerde, gözlüklerde UV koruyucu olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca teknolojiye ultraviyole fotodedektörlerde ve güneş hücrelerinde çok önemli bir katman olarak da kullanılmaktadır. Bu malzemenin sentezi için fiziksel ve kimyasal olmak üzere birçok yöntem geliştirilmiştir. Çözelti yöntemleri arasında sol-jel kimyasal yöntemi oldukça pratik ve hazırlanması kolay bir yöntemdir. Bu çalışmada ZnO filmlerin hazırlanması için çinko asetat dihidrat ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 2-metoksietanol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$), ve etanolamin ($\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$) kimyasalları kullanılmıştır. Ayrıca ZnO filmlerin ultraviyole fotohassasiyetlerine etkisini araştırmak için Al, Ba, Co, Ga, La, Sb, Sn, Ti ve Zr elementlerini içeren çeşitli metal alkoksit ve tuzları da % 1 molar oranda çözeltilere eklenmiştir. Hazırlanan fotodedektörlerin zaman sabitleri ve fotohassasiyet parametreleri belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu elementler arasında özellikle % 1 Ti katkılandırmanın fotohassasiyeti önemli oranda arttırdığı anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ZnO, sol-jel yöntemi, ince film, fotodedektör

EFFECT of Al, Ba, Co, Ga, La, Sb, Sn, Ti AND Zr ELEMENTS DOPING ON ULTRAVIOLET PHOTODETECTOR PARAMETERS OF ZnO

ABSTRACT

Semiconductor materials play an important role in sensing electromagnetic waves due to their suitable band gap. Whichever region of the electromagnetic spectrum is to be detected, materials with forbidden band gaps suitable for that region should be used. The ultraviolet region consists of three regions, namely the UV A (315 nm -400 nm), UV B (280 nm – 315 nm) and UV C (100 nm -280 nm) regions. Materials with a forbidden band gap of 3.1 eV to 3.9 eV can detect the UV A region. One of these materials is zinc oxide (ZnO). ZnO is an n-type semiconductor compound with a band gap of ~ 3.3 eV due to defects in its structure. It is frequently used as a UV protector in cosmetic products such as sunscreens and glasses. It is also used as a very important layer in ultraviolet photodetectors and solar cells in technology. Many physical and chemical methods have been developed for the synthesis of this material. Among the solution methods, the sol-gel chemical method is very practical and easy to prepare. In this study, zinc acetate dihydrate ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 2-methoxyethanol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$), and ethanolamine ($\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$) chemicals were used for the preparation of ZnO films. In addition, various metal alkoxides and salts containing Al, Ba, Co, Ga, La, Sb, Sn, Ti and Zr elements were added to the solutions at 1% molar ratio to investigate the effect of ZnO films on ultraviolet photosensitivity. The time constants and photosensitivity parameters of the prepared photodetectors were determined and compared. Among these elements, it was understood that especially 1% Ti doping significantly increased the photosensitivity.

Keywords: ZnO, sol-gel method, thin film, photodetector

ZrO₂ BAZLI NANOKOMPOZİT İNCE FİLMLERİN HAZIRLANIŞ YÖNTEMLERİ VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ: MİNİ DERLEME

Gülşen ŞAHİN

Adıyaman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Adıyaman

ORCID: 0000-0003-4891-041X

Adıyaman University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education,
Adıyaman

ÖZET

Bilim ve mühendislikteki gelişmelerden dolayı, optoelektronik nano ve mikro yapıları parçalara oldukça fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda ince filmler, son yılların popüler araştırma konulardan biridir. Kullanım alanı çok geniş olan ince filmlerin performansı üretim teknikleriyle doğrudan ilişkilidir. İnce film hazırlanırken uygulanan depolama teknikleri, genellikle ince filmin özelliklerini belirler ve var olan özellikleri değiştirmede de yine bu tekniklerden yararlanılabilir. Değişen özelliklerle, farklı işlevsellikler meydana çıkabilir. Bu işlevsellikler ürünlere üstün özellikler kazandırabilir.

Çeşitli kimyasal maddelerden ince film oluşturulabilir. ZrO₂ (zirkona), Zirkonyumun oda sıcaklığında tek kararlı oksidi olup, ince film teknolojisinin önemli yapıtaşlarından. Zirkonyum dioksit (ZrO₂) ince filmler, günümüzde elektriksel, optik ve mekanik özellikleri açısından araştırmacılar için ilgi odağı haline gelmiştir. Günümüze kadar yapılan birçok çalışmada Zirkonyum dioksit (ZrO₂) ince filmler oluşturmak için birçok farklı teknik kullanılmıştır.

Bu çalışmada farklı yöntemlerle üretilen zirkonyum dioksit (ZrO₂) ince filmlerinin yapısal, optik ve dielektrik özelliklerine etki eden parametreler araştırılmıştır. Araştırmada film hazırlanma teknikleri (sprey piroliz, daldırarak kaplama, döndürerek kaplama, magnetron-püskürtme, elektron demeti ile buharlaştırma) sunulmaktadır. Ayrıca, bu tekniklerin avantaj ve dezavantajları incelenerek, her teknikle ilgili son yıllarda yapılan (ZrO₂) ince film çalışmaları araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ZrO₂ İnce Film, İnce Film Teknikleri, Sprey Piroliz, Daldırarak Kaplama, Döndürerek kaplama, Magnetron-Püskürtme, Elektron Demeti ile Buharlaştırma

PREPARATION METHODS AND PHYSICAL PROPERTIES OF ZrO₂-BASED NANOCOMPOSITE THIN FILMS: MINI REVIEW

ABSTRACT

Due to advances in science and engineering, there is a great demand for nano and micro-structured parts in optoelectronics. In this context, thin films are one of the popular research topics of recent years. The performance of thin films, which has a very wide usage area, is directly related to the production techniques. The storage techniques applied while preparing the thin film generally determine the properties of the thin film and these techniques can also be used to change the existing properties. With varying features, different functionality may occur. These functionalities can give products superior features.

Thin films can be formed from various chemicals. ZrO₂ (zirconia) is the only stable oxide of Zirconium at room temperature and is one of the important building blocks of thin film technology. Today, zirconium dioxide (ZrO₂) thin films have become the focus of attention for researchers in terms of their electrical, optical and mechanical properties. In many studies to date, many different techniques have been used to form Zirconium dioxide (ZrO₂) thin films.

In this study, parameters affecting the structural, optical and dielectric properties of zirconium dioxide (ZrO₂) thin films produced by different methods were investigated. Film preparation techniques (spray pyrolysis, dip coating, spin coating, magnetron-sputtering, electron beam evaporation) are presented in the research. In addition, by examining the advantages and disadvantages of these techniques, recent (ZrO₂) thin film studies related to each technique were investigated.

Keywords: ZrO₂ Thin Film, Thin Film Techniques, Spray Pyrolysis, Dip Coating, Spin coating, Magnetron-Sputtering, Electron Beam Evaporation

1. GİRİŞ

Zirkonyum oksit (ZrO₂) ince filmler elektrik, mekanik ve optik özelliklere sahip olması açısından önemli malzemeler sınıfına girer. Daha fazla ilgi görmesinin sebepleri; 2680°C yüksek erime sıcaklığına sahip olması, oksitlenme karşısında yüksek direnç göstermesi, oda sıcaklığında termal iletkenliğinin düşük olması, kırılma indisinin yüksek olmasıdır. ZrO₂'in 5,2 ile 5,79 eV arasındaki bant aralığı oldukça geniştir ve ZrO₂, geçiş metal oksitlerinden biridir. Bazı araştırmacılar, ZrO₂ ince filmlerin optik bakımdan yüksek şeffaflık özelliği (450-1100 nm dalga boyu aralığında %95'in üzerinde) gösterdiğini bildirmiştir. Bu özellik, filmlerin cihaz uygulamalarında alternatif ürünler olarak kullanılmasını sağlar. Örneğin, dielektrik sabiti yüksek olan zirkonya, SiO₂'ye alternatif olarak kabul edilmektedir. Zirkonyumun monoklinik

kristal yapı biçiminin dielektrik sabiti 20, kübik kristal yapı biçiminin dielektrik sabiti 37 ve tetragonal kristal yapı biçiminin dielektrik sabiti 47 olup, zirkonyumun çeşitli kristal yapı biçimleri, malzemenin dielektrik özellikleri üzerinde önemli bir role sahiptir (Bakacak, Gür, Bayram, Tüzemen ve Şimşek 2021).

Zirkonyumun çeşitli kristal yapı biçimlerinin (monoklinik, tetragonal ve kübik için sırasıyla) ilgili bant aralığı enerjileri (E_g); 5,16-7,09, 5,78-6,62 ve 6,1-7,08 eV aralığındadır. Monoklinik faz ile karşılaştırıldığında, tetragonal ve/veya kübik fazlar daha yüksek k ve benzer E_g 'ye sahiptir (An, Chung, Kim, Hahm, Lee, Lee, Lee, Park and Yun 2018).

ZrO_2 'in kullanım alanları; kataliz, yarı iletkenlerdeki yüksek k devre giriş elemanı, özel kesme aletleri, oksijen sensörleri ve ayrıca dişilik uygulamaları ve nükleer reaktörlerdeki kaplamalardır. Ayrıca, üç değerlikli iyonlarla (özellikle itriya ile stabilize edilmiş zirkonya) katkılı zirkonya türleri de oksijen boşlukları içerir ve yüksek sıcaklıklarda yüksek iyonik iletkenliklerinden dolayı önemlidir. Bu özellikler sayesinde, katı oksit yakıt hücreleri (SOFC'ler) veya kimyasal sensörler gibi uygulamalar için idealdirler. İlaveten, ZrO_2 gibi malzemeler de yüksek bir sertlik ve yüksek bir termal kararlılık sergilerler, bu da onları termal bariyer kaplamalar ve optik cihazlar için ideal kılar (Götsch, Neumann, Klötzer, Penner 2019). Modern çağda ZrO_2 hidrofilik filmler bilimsel ve teknolojik olarak buğulanmayı önleyici ve kendi kendini temizleyen yüzeylerdeki uygulamaları ve yüzeysel boyama ve koruma vb. özelliklerinden dolayı ilgi odağıdır. (Méndez-López, Zelaya-Ángel, Toledano-Ayala, Torres-Pacheco, Pérez-Robles and Acosta-Silva 2020).

Zr^{4+} iyonunun kendisi fotoluminesans nitelik sergilemez, fakat bu, yerel kusurlardan oldukça etkilenebilir, safsızlıklar, oksijen boşlukları, serbest radikaller vb. içerirler. Sol-jel biriktirme tekniği, ince filmlerde bu tip kusurların oluşumunu destekler (Dimitrov, Stambolova, Vassilev, Lazarova and Simeonova 2021).

ZrO_2 ince film elde etmek için birçok yöntem vardır: Kimyasal sprej piroliz, hidrotermal sentez, elektrodepozisyon, kimyasal buhar biriktirme (CVD), atomik katman biriktirme ve sol-jel vb. Burada, sol-jel tekniğinin, düşük sıcaklık gibi bazı kazanımlarından dolayı uygulama alanı geniştir (Méndez-López, Zelaya-Ángel, Toledano-Ayala, Torres-Pacheco, Pérez-Robles and Acosta-Silva 2020).

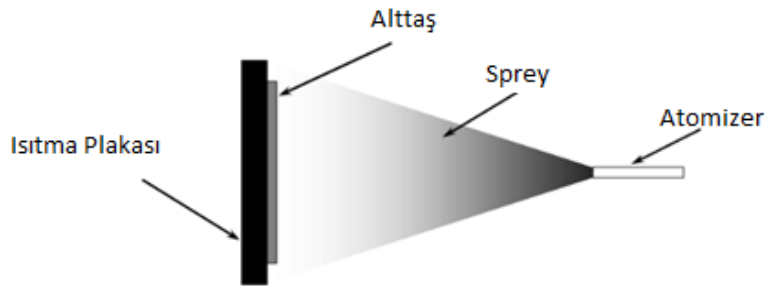
Bu çalışmada ZrO_2 ince film elde etmek için kullanılan yöntemlerden, sprej piroliz, daldırarak kaplama, döndürerek kaplama, magnetron-püskürtme, elektron demeti ile buharlaştırma yöntemleri avantaj ve dezavantajları ile açıklanarak bu yöntemlerle üretilen zirkonyum dioksit (ZrO_2) ince filmlerinin yapısal, optik ve dielektrik özelliklerine etki eden parametreler araştırılmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Deneysel Çalışmalar ve Sonuçları

2.1.1. Sprey Piroliz Yöntemi

Püskürtmeli piroliz tekniğinde, ısıtılmış alt tabakanın üzerine bir metal tuzu çözeltisi püskürtülür. Damlacıklar alt tabakanın yüzeyine çarparak, bir disk şeklindeki yapıya yayılır ve termal ayrışmaya uğrar. Diskin şekli ve boyutu, alt tabaka sıcaklığının yanı sıra, damlacığın momentumuna ve hacmine bağlıdır. Sonuçta, film çoğunlukla, ısıtılmış alt tabakanın üzerinde oksitlere dönüştürülen üst üste binen metal tuzu disklerinden meydana gelir.



Şekil 1. Sprey piroliz ekipmanının şematik diyagramı (Perednis ve Gauckler 2005)

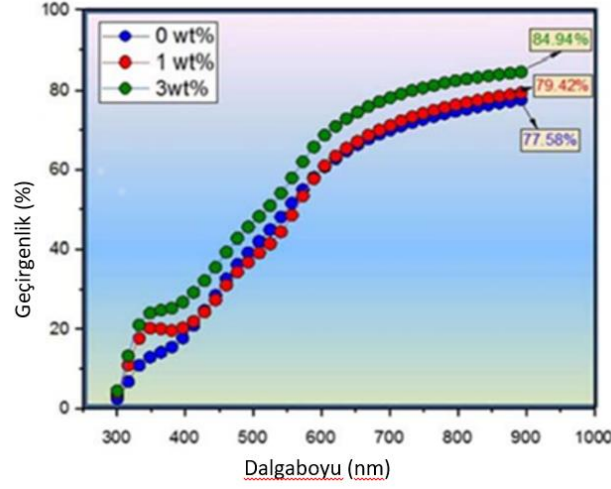
Çeşitli ince film biriktirmede sprej piroliz yöntemi kullanılmıştır. Bu ince filmler, güneş pillerinde, sensörlerde ve katı oksit yakıt pillerinde ve bunlar gibi çeşitli cihazlarda uygulanmıştır. Sprej piroliz, ince ve kalın filmler, seramik kaplamalar ve tozlar hazırlamak için kullanılan bir tekniktir. Sprej piroliz tekniği basit bir teknik olup, maliyet bakımından da elverişlidir. Sprej piroliz ekipmanında, bir atomizer, öncü çözelti, alttaş ısıtıcısı ve sıcaklık kontrol cihazı bulunur. Sprej piroliz tekniğinde kullanılan atomizerler şunlardır: Hava üfleme, ultrasonik ve elektrostatik.

Sprej piroliz yöntemi ile biriktirilen ince filmlerde kaliteyi ve film özelliklerini çoğunlukla işlem parametreleri belirler. En kritik parametre alttaş yüzey sıcaklığı olup, film pürüzlülüğü, çatlama, kristalleşme vb. üzerinde etkilidir.

Öncü çözelti, biriktirilen filmlerin morfolojisini ve özelliklerini etkileyen diğer önemli püskürtme parametresidir. Ek olarak, film morfolojisi ve özellikleri, öncü çözeltide çeşitli katkı maddeleri kullanılarak büyük ölçüde değiştirilebilir (Perednis ve Gauckler 2005).

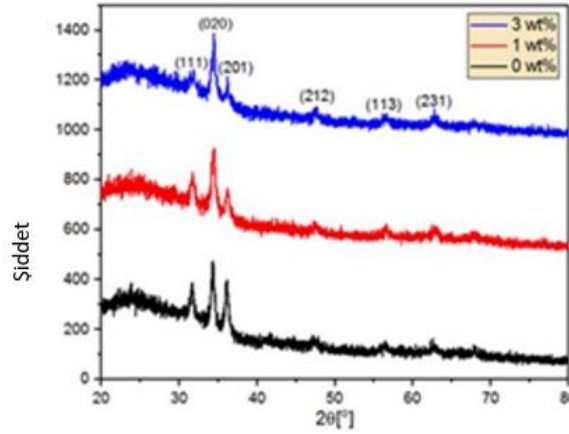
Bu özelliklerle ilgili literatür tarandığında, Muhammad ve arkadaşlarının, yaptıkları çalışmada, kimyasal sprej piroliz yöntemi ile cam altlık üzerine hazırlanan Zirkonyum oksit (ZrO_2) ve boron (B) katkılı ZrO_2 ince filmlerin kristal ve tane boyutunun, katkılamanın artmasıyla arttığını gözlemledikleri görülür. Ortalama kristal boyutu: 18,37, 21,75 ve 35,94 nm ile ortalama tane

boyutu: 80, 90, 95 nm olarak hesaplanmıştır. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) sonuçları ise yüzey morfolojisinin ve pürüzlülüğün katkı üzerine bağımlılığını göstermektedir. Hazırlanan filmlerdeki topografik parametreler artan katkı ile artış göstermektedir.



Şekil 2. Biriktirilen ince filmlerin geçirgenlik spektrumları. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Muhammad, Dawood, Ahmed, Hassan, Habubi and Chiad). 2020 IOP telif hakkı.

Tüm ince filmler için geçirgenlik spektrumları Şekil 2'de gösterilmektedir. ZrO_2 filmlerinin geçirgenliği (400-600 nm) 'de keskin bir artış gösterir ve 600 nm'ye kadar %85'e ulaşır.



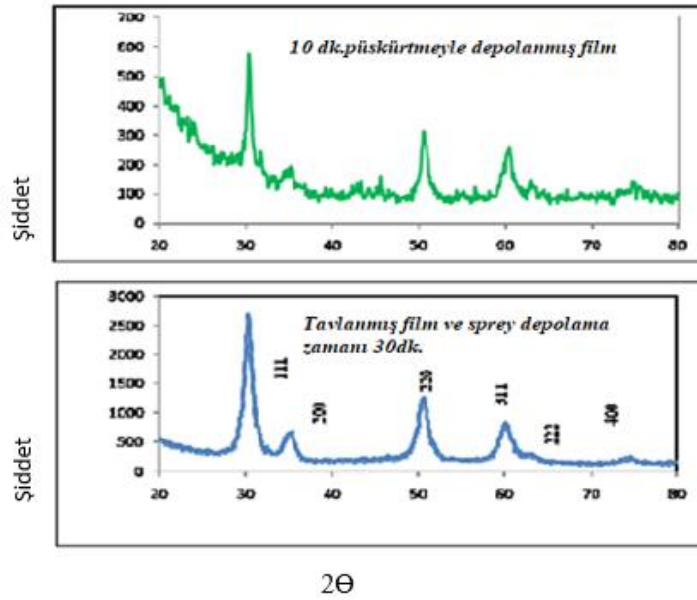
Şekil 3. Biriktirilen ince filmlerin XRD desenleri. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Muhammad, Dawood, Ahmed, Hassan, Habubi and Chiad). 2020 IOP telif hakkı.

ZrO_2 ve boron katkılı ince filmler üzerinde ölçülen XRD sonuçları monoklinik ve tetragonal fazlar karışımına sahip bir polikristalin gösterir (Muhammad, Dawood, Ahmed, Hassan, Habubi and Chiad 2020).

2.1.1.1.Önemli Parametrelerin İnce Film Özelliklerine Etkisi

2.1.1.1.a. Sıcaklık Parametresinin Etkisi

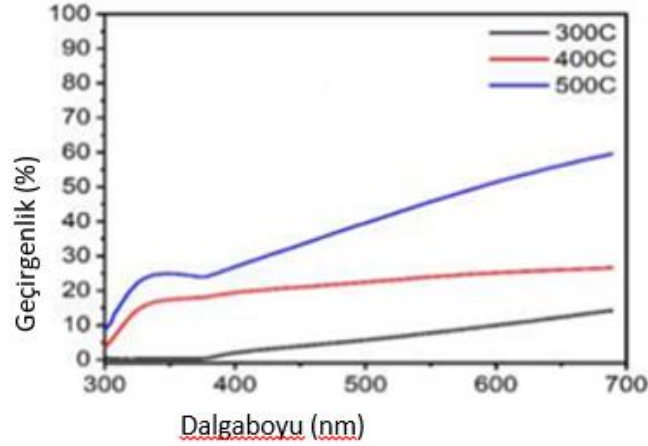
Sprey piroliz tekniğinde, birçok işlem, aynı anda ya da sırayla meydana gelir. Önemli işlemlerden birtanesi, aerosol üretimi ve taşınmasıdır. Diğer önemli işlemler, çözücünün buharlaşması, ardışık nüfuz etme ile damlacık tesiri ve öncü ayrışmadır. Biriktirme sıcaklığı, aerosol üretimi hariç, tüm süreçlerde yer alır. Sıcaklığı arttırmak suretiyle, film morfolojisi çatlaklı bir mikro biçimden gözenekli bir mikro biçime tahavvül edebilir. Sıcaklık parametresinin etkisi ile ilgili literatür tarandığında, Deshmukh ve Bari'nin, sprej piroliz tekniği kullanarak, farklı çalışma sıcaklıklarında nanoyapılı ZrO_2 ince filmler hazırladıkları görülür. Genel olarak sprej biriktirme süresi ve tavlama sıcaklığındaki artışla birlikte filmin yapısının tamamen kristalleştiğini ve tane büyümesinin sıcaklıkla hareketlilikle artış meydana geldiğini görmüşlerdir. Ayrıca XRD piklerinin genişlemesindeki artış, nano kristalin doğayı yansıtır. Tavlama sıcaklığına göre biriktirilen ZrO_2 ince filmlerin X-ışını kırınım desenleri şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Biriktirilmiş nanoyapılı ZrO_2 ince filmin XRD deseni ve 30 dakikada 550°C'de tavlama ile biriktirilmiş filmin XRD deseni. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Deshmukh ve Bari). 2015 SciPress telif hakkı.

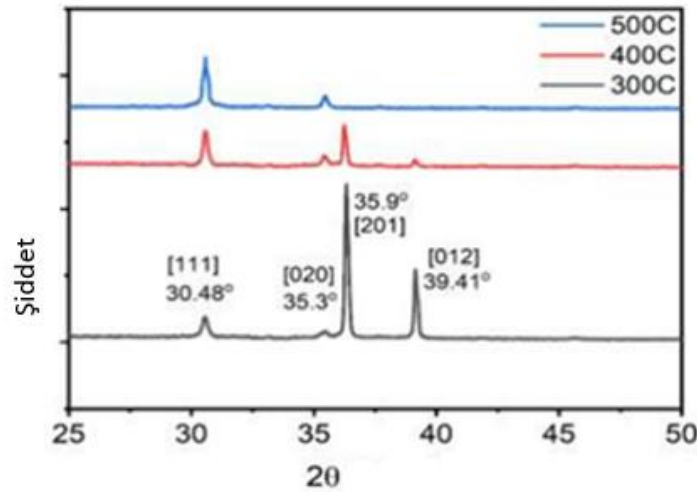
Ortalama kristal boyutu (4-5 nm), ortalama tane boyutu 32 nm olarak hesaplanmıştır (Deshmukh ve Bari 2015).

Hadi ve arkadaşları çalışmalarında sprej piroliz (CSP) tekniği kullanarak elde ettikleri Li katkılı (ZrO_2) filmleri, 300°C, 400°C ve 500°C farklı sıcaklıklarda tavlama ve analizlerini yapmışlardır. Sonuçta, tane boyutu değerlerinin, ortalama pürüzlülüğün sıcaklık arttıkça arttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca sıcaklık artışı ile geçirgenliğin arttığını, sonunda artan tavlama sıcaklığı ile optik enerji boşluğunun arttığını da gözlemlemişlerdir.



Şekil 5. ZrO₂ dalga boyunun bir fonksiyonu olarak geçirgenlik: Li. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Hadi, Sabur, Chiad, Habubi, Abass). 2020 Alpha telif hakkı.

Farklı sıcaklıklarda tavlanan Li katkılı ZrO₂ ince filmler için, görünür ve yakın kızılötesi bölgede optik geçirgenlik %60'ın üzerinde bulunmuştur.



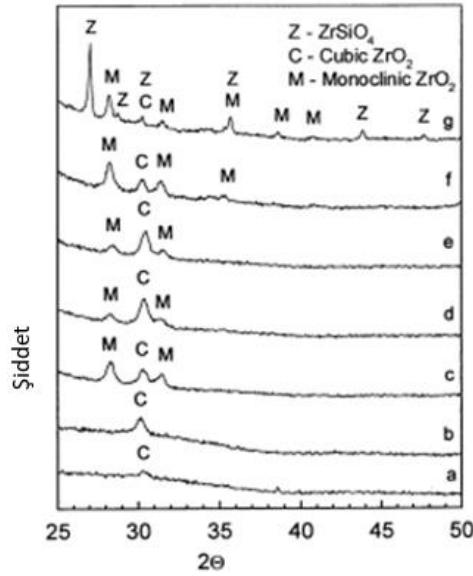
Şekil 6. Tavllanmış ZrO₂:Li nano-ince filmlerin (kimyasal spreylendirme yöntemi ile elde edilen) X-ışını kırınım modeli. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Hadi, Sabur, Chiad, Habubi, Abass). 2020 Alpha telif hakkı.

Bu çalışmada yapısal özellikler, X-ışını kırınım analizi sonucu, tüm filmlerin, stabilize edilmiş bir kübik zirkonya yapısına sahip polikristal olduğunu göstermektedir. Kristal boyutu 41,08 nm olarak hesaplanmıştır (Hadi, Sabur, Chiad, Habubi, Abass 2020).

2.1.1.1.b. Öncü Çözelti Parametresinin Etkisi

Çözücü, tuz türü, tuz konsantrasyonu ve katkı maddeleri, öncü çözeltinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etki yapar. Bundan dolayı, biriktirilmiş film yapısı ve nitelikleri, öncü çözeltinin bileşimi farklılaştırılarak adapte edilebilir (Perednis ve Gauckler 2005).

Öncü çözelti parametresinin etkisi ile ilgili literatür tarandığında, Peshev ve arkadaşlarının, yaptıkları çalışmada, polikristal zirkonya ince filmleri, bir anyonik oksalat kompleksi formunda zirkonyum içeren bir öncünün su/izopropanol çözeltisi kullanarak spreyl piroliz tekniği ile silika alt tabakalar üzerinde elde ettikleri görülür. Anyonik oksalat kompleksi formunda zirkonyum içeren bir öncü çözeltinin spreyl pirolizinin, ortalama kristal boyutu yaklaşık 15 nm olan yoğun ve homojen ince nanoyapılı zirkonya filmlerinin biriktirilmesi için uygun bir yöntem olduğu gösterilmiştir. T=500-700°C sıcaklıklarında, hava ortamında ısıtılma işleminden sonra homojen yoğun nanoyapılı kübik zirkonya ince filmlerde kristalleşme meydana gelmiştir. 700-1000°C aralığında filmlerde hem kübik hem de monoklinik zirkonya mevcut olup, C-ZrO₂ içeriği sıcaklık artışıyla azalmıştır.



Şekil 7. Püskürtmeli piroliz ve farklı sıcaklıklarda 30 dakikalık ısıtılma işleminden sonra elde edilen zirkonya filmlerinin XRD desenleri: (a) 500°C; (b) 600°C; (c) 700°C; (d) 800°C; (e) 900°C; (f) 1000°C (g) 1100°C. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Peshev, Stambolova, Vassilev, Stefanov, Blaskov, Starbova, Starbov). 2003 Elsevier telif hakkı.

(Peshev, Stambolova, Vassilev, Stefanov, Blaskov, Starbova, Starbov 2003).

2.1.1.2. Sprey Piroliz Tekniği İle Büyütülen İnce Filmlerin Avantajları

[1] İstenen elementle istenilen oranda katkı yapılabilir

[2] İyi kalitede hedefler ve/veya alt tabakaların olmasına gerek kalmaz ve herhangi bir aşamada vakum gerektirmez; bundan dolayı teknik endüstriyel uygulamalar için bulunmaz bir fırsattır

[3] İnce filmlerin kaplama hızı ve kalınlığı, spreyl değişkenlerini değiştirmek suretiyle kontrol edilebilir

[4] Ilımlı sıcaklıklarda (100-500°C) çalışan spreyl piroliz, sağlamlık bakımından orta olan malzemeler üzerinde filmler üretebilir

[5] Kaplanacak malzemeler için zararlı olabilecek yerel aşırı ısınmaya neden olmaz

[6] Püskürtme yapılırken, püskürtme çözeltisinin bileşimi değiştirilebilir, böylelikle katmanlı filmler yapılabilir

[7] Filmlerin oldukça kompakt, muntazam olması ve hiçbir kenarının olmaması koşuluyla, özellikle iyi karakterize edilmiş film yüzeylerinde güvenilir temel kinetik verilerin elde edilmesinin daha muhtemel olduğuna inanılmaktadır

[8] Orta sıcaklıkta (100-5000°C) çalışılması, yöntemin avantajlarından biridir.

2.1.1.3. Sprey Piroliz Tekniği İle Büyütülen İnce Filmlerin Dezavantajları

[1] Kontrol edilemeyen spreyl damlacık boyutu nedeniyle daha büyük tane boyutuna sahip filmin homojen olmaması

[2] Çözelti israfı

[3] Düşük biriktirme oranı (Singh 2017).

2.1.2. Sol-Jel yöntemi

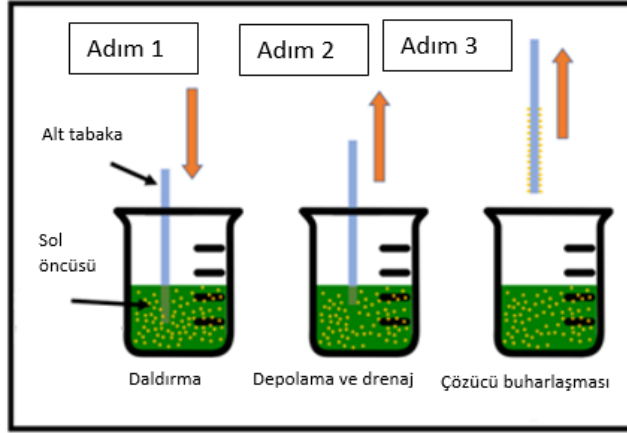
Sol-jel yöntemi ince film elde etmek için oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Genel olarak sol-jel sürecinde sistem sıvı fazdan (sol) katı faza (jel) geçiş yapar.

2.1.2.1. Sol-Jel Daldırarak Kaplama Yöntemi

Daldırarak ile kaplama tekniği, endüstriyel ve laboratuvar uygulamalar için çok elverişlidir. Çünkü, hızlı, kolay, uygun fiyatlı ve yüksek kaliteli bir kaplama yöntemidir. Daldırarak kaplama yöntemi, güneş kontrol camları, geniş alan yansımaya önleyici kaplamalar ve araç dikiz aynalarının imalatı dahil olmak üzere optik kaplamalar için sıklıkla kullanılır. Çok çeşitli inorganik, hibrit ve nanokompozit malzemelerle ince film üretmede sol-jel yöntemi en kolay ve en yaygın yöntemlerden biridir. Delikli veya karmaşık desenli alt tabakalar da dahil olmak üzere çok çeşitli alt tabakaların ve karmaşık geometrilerin kaplanmasını sağlar. Bu göz önüne alındığında, önemli parametreler üzerinde yüksek derecede kontrol sağlar ve diğer geleneksel süreçlerle elde edilemeyen esneklik sunar.

Kaplama için, ölçülen sıcaklık ve hava koşullarının iyi olması gerekir. Kaplanacak olan alt tabaka, ilk çözeltiye daldırılır ve sonra, tutarlı bir çekme hızında dışarı çekilir. Kalınlık, optik sabitler ve iç yapı dahil olmak üzere film özelliklerinin ince ayarı, çekme hızı ve buharlaşma koşulları hassas bir şekilde kontrol edilerek yapılabilir. Viskoz sürüklenme ve kılcak hareketin toplu etkileri nedeniyle, çözelti alt tabakanın yüzeyi boyunca eşit bir şekilde yayılır. Buharlaşma işlemin son aşamasında gerçekleşir ve sonuçta film jelleşir. Kaplanmış alt

tabakalara genellikle filmlerin özelliklerini etkileyen “bir ısı işlem sonrası” uygulanır. Daldırarak kaplama işlemi şekil 8’de gösterilmektedir.



Şekil 8. İnce film biriktirme için sol-jel daldırarak kaplama yönteminin sıralı aşamaları: Aşama 1—alt tabaka sol öncüsüne daldırılır, Aşama 2—alt tabaka sabit bir hızda çekilir, Aşama 3—Çözücü buharlaşması, tabakanın jelleşmesini üretir (Muhammad A. Butt 2022)

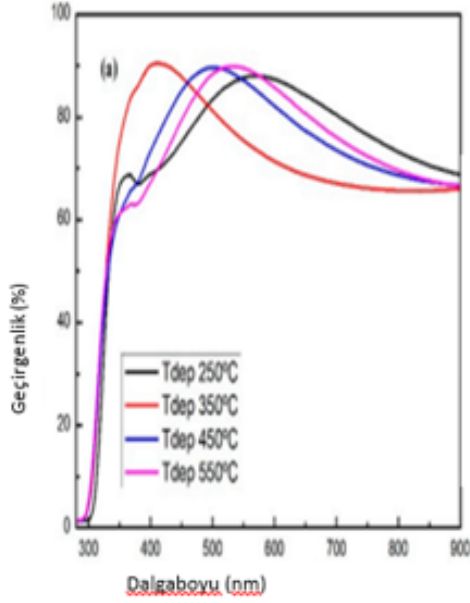
pH ve çözelti konsantrasyonu daldırma ile kaplama işlemini doğrudan etkileyebilir. Daldırarak kaplama işleminde daha fazla yığılma ve daha kalın kaplama katmanları yapmak, daha viskoz çözeltiler ve daha az tekrar gerektirir. Daldırarak kaplamayla kaplanan kaplama parçacıkları, kırılabilir ve toplanabilir. Böyle durumların yaşanmaması için, daha az viskoz çözelti ve birden fazla tekrar gerekir. Daldırarak kaplama işleminde çözeltiye daldırılma hızı da, kaplamanın özelliklerini etkiler. Yüksek bir daldırma oranıyla kalın katmanlar üretilebilir.

Film kalınlığının kontrol altında olmasıyla ince film kaplama teknikleri entegre optiklerde başarıyla uygulanabilir. Buradan, sol-jel de dahil olmak üzere tüm ince film geliştirme yöntemleri için kalınlık kontrolünün önemli olduğu görülmektedir. Kalınlığın belirlenmesinde kaplama hızı, eğim açısı ve çözelti konsantrasyonu önemli etkenlerdendir. Ayrıca, nihai ısı işlem görmüş kalınlığın, çözelti viskozitesinden, yoğunluktan ve sıvı-buhar yüzey geriliminden de etkilenebildiği bildirilmiştir (Muhammad A. Butt 2022).

İlgili literatür tarandığında, Méndez-López ve arkadaşlarının, Zirkonyum oksit (ZrO_2) ince filmleri, sol-jel daldırarak kaplama tekniği ile hazırladıkları görülür. Araştırmacılar, Zirkonyum oksit (ZrO_2) ince filmlerin yapısal ve optik özellikleri üzerindeki tavlama etkilerini araştırarak, $450^\circ C$ ve $550^\circ C$ de tavlanan ZrO_2 filmlerinin X-ışını kırınım (XRD) desenlerini incelediklerinde, ortalama parçacık boyutunun sırasıyla 21 nm ve 25 nm olan nano parçacıklardan oluşan katmanlarla tetragonal faz oluşumunu görmüşlerdir. Biriktirilen tüm

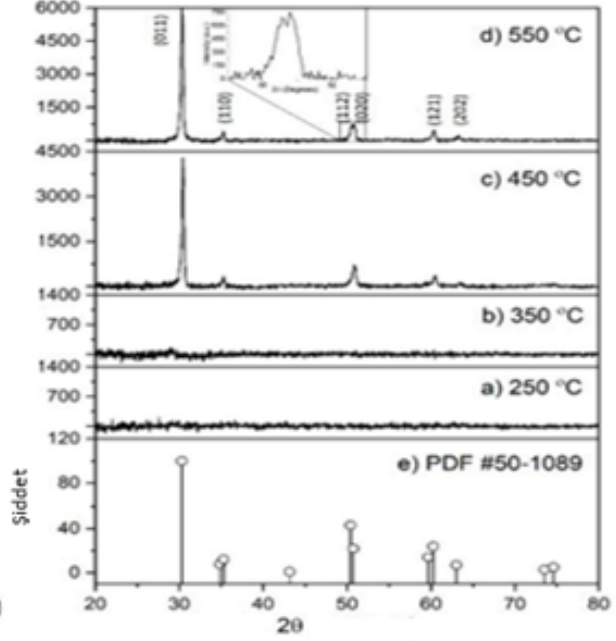
ZrO₂ ince filmlerin, görünür aralıkta (400-700 nm) %70'in üzerinde bir ortalama geçirgenlik ile yüksek bir optik şeffaflık gösterdiği görülür.

Ta arttıkça ZrO₂ ince filmlerin kristal boyutu artar. Bu çalışmada ZrO₂ ince film örneklerinin E_g'si 3.929–4.037 eV arasındadır. Filmde çatlakların olmadığı ve alt tabakaya iyi bir şekilde yapıştığı ile kanıtlanan homojen bir yüzeyin olduğu sonucu SEM analizi ile doğrulandı.



Şekil 9. Farklı tavlama sıcaklıklarında ZrO₂ ince filmlerin geçirgenlik spektrumu.

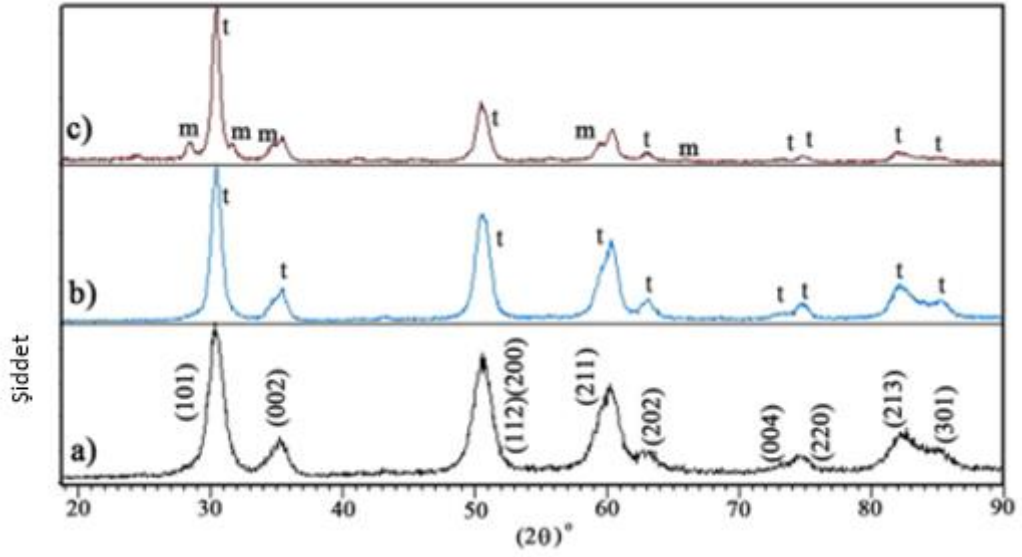
Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Méndez-López, Zelaya-Angel, Toledano-Ayala, Torres-Pacheco, Pérez-Robles ve Acosta-Silva). 2020 Crystals telif hakkı.



Şekil 10. Farklı sıcaklıklarda tavllanmış Zirkonyum oksit (ZrO₂) ince filmlerin X-ışını kırınım (XRD) desenleri (a) 250°C, (b) 350°C, (c) 450°C ve (d) 550°C. (e) Altta, tetragonal ZrO₂ için standart JCPDS kart verileri referans olarak verilmiştir (PDF#50-1089). Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Méndez-López, Zelaya-Angel, Toledano-Ayala, Torres-Pacheco, Pérez-Robles ve Acosta-Silva). 2020 Crystals telif hakkı.

(Méndez-López, Zelaya-Angel, Toledano-Ayala, Torres-Pacheco, Pérez-Robles ve Acosta-Silva 2020).

Majedi ve arkadaşlarının çalışmalarında, AISI 316L paslanmaz çelik, sakaroz destekli sol-jel daldırma kaplama yöntemi kullanılarak, nanoyapılı zirkonya ile kaplanmıştır. Nano yapıli zirkonya ince filmlerin XRD sonuçları, 300°C 'de ve 500°C'de ZrO₂'nin tetragonal fazının elde edildiğini ve 650°C 'de tetragonal ve monoklinik faz karışımının oluştuğunu ortaya koydu. Ayrıca kalsinasyon sıcaklığı 300°C 'den 650°C 'ye yükselttilerek, yapıların ortalama kristal boyutları 7'den 27 nm'ye çıkarıldı.

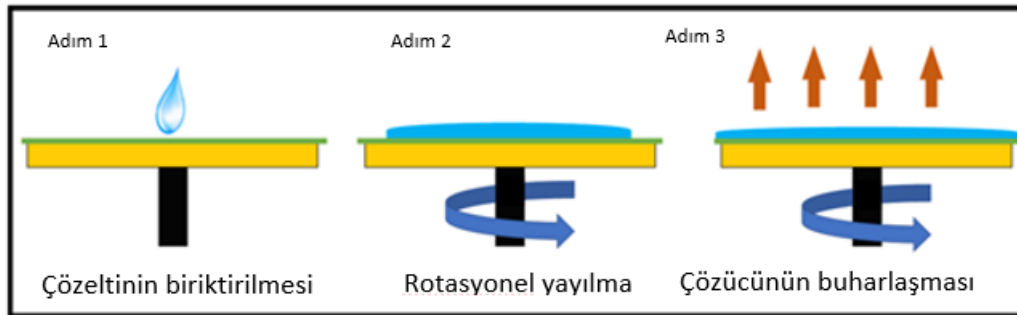


Şekil 11. (a) 300°C, (b) 500°C ve (c) 650°C'de kalsine edilerek sentezlenmiş ZrO_2 tozlarının XRD desenleri. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Majedi, Davar, Abbasi, Ashrafi). 2016 Springer telif hakkı.

(Majedi, Davar, Abbasi, Ashrafi 2016).

2.1.2.2. Sol-Jel Döndürerek Kaplama

Döndürerek kaplama, alt tabakalar üzerine ince film kaplamada kullanılan hızlı ve popüler bir yöntemdir. Bu yöntemde, alt tabaka yüksek bir hızda döndürülmeden önce, alt tabakanın merkezine küçük bir kaplama malzemesi damlası konur. Alt tabaka, döndürülerek kaplama işlemi sırasında bir eksen etrafında kaplanacak bölgeye paralel olarak döner. Sonuçta, kaplama malzemesi alt tabakanın kenarına doğru dağılır ve gitgide uzaklaşır. Böylece fazla çözücü çıkarıldıktan sonra birkaç nm ile birkaç mikron kalınlığında ince bir film üretilir. Döndürerek kaplama işlemi aşama aşama Şekil 12'de gösterilmektedir.



Şekil 12. Bir alt tabaka üzerinde ince filmin döndürülerek kaplanması aşamaları

Adım 1: Çözelti, alt tabaka üzerinde biriktirilir.

Adım 2: Çözeltinin rotasyonel olarak yayılması.

Adım 3: Çözücünün buharlaşması (Muhammad A. Butt 2022)

Merkezcil kuvvet ve sıvının yüzey gerilimi, alt tabakayı düzgün bir şekilde kaplamada önemli etkenlerdir. Film kalınlığı ve diğer özellikleri belirlemede, kaplama türü (viskozite, kuruma hızı, katı madde yüzdesi, yüzey gerilimi vb.) ve dönme hızı gibi döndürme işlem koşulları önemli rol oynar. Döndürerek kaplama işleminde birkaç milimetre kareden bir metre veya daha fazla çapa kadar değişen küçük alt tabakalar kolayca kaplanabilir. Bu yöntemin başlıca avantajı, tek tip film oluşturma basit olmasıdır. İncelik ve homojenlik ile birlikte prosesi kurmanın kolaylığı da bu yöntemin avantajlarından. Döndürerek kaplama yönteminde alt tabakanın boyutu, çok önemlidir. Boyut büyüdükçe tabanların yüksek hızda döndürülmesi zorlaşır. Bundan dolayı ince film elde etmek daha zor hale gelir. Döndürerek kaplamada sınırlı malzeme verimliliği vardır ve genelde malzemenin %95-98'i atılır ve malzemenin sadece %2-%5'i alt tabakaya dağıtılır. Döndürerek kaplama yönteminin dezavantajlarından birisi de, kaynakların %90'dan fazla bir oranda boşa harcanmasıdır (Butt 2022).

2.1.2.3. Sol Jel Yönteminin Avantajları

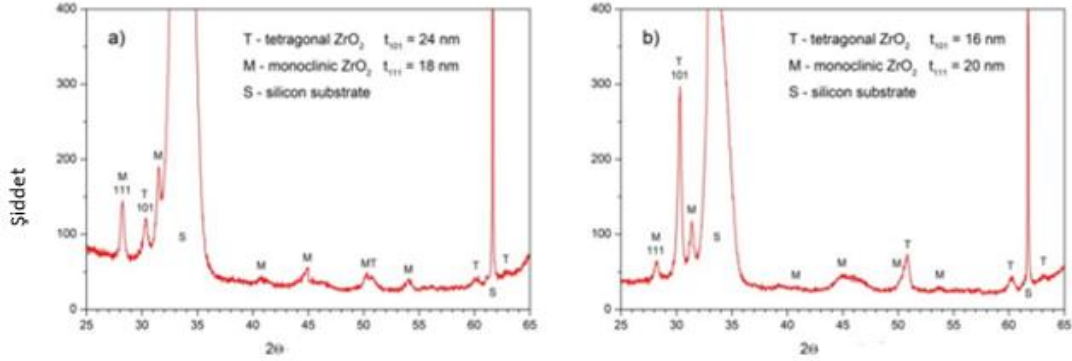
Alt tabaka ile üst kaplama arasında adezyon gelişir. Jel halinden dolayı, malzemeler karmaşık geometrilere kalıplanabilir. Sol-jel dönüşümü için uygun çözücü içinde çözölen seramik oksit öncüleri sayesinde, yüksek saflıkta ürünler elde edilir. Bu yöntem daha düşük işlem sıcaklığı (200-600°C) kullanır. Yüksek kaliteli kaplamalar üretmek için basit, ekonomik ve etkili bir yöntemdir.

2.1.2.4. Sol Jel Yönteminin Dezavantajları

Sol-jel tekniği, bazı sınırlılıklarından dolayı, endüstriyel potansiyeline ulaşamaz. Bunlardan bazıları yüksek geçirgenlik, düşük aşınma dirençliliği, zayıf bağlanma ve sert gözeneklilik kontrolüne sahiptir. Çatlak olmaması için 0,5 µm maksimum kaplama kalınlığı sınırıdır. Kalın kaplamalar, termal işlem sırasında bir arızaya neden olabilir. Şu anda, sol-jel teknolojisinin diğer bir dezavantajı termal uyumsuzluk ve yüzey bağımlılığıdır. Ayrıca sol-jel yönteminin dezavantajlarından biri de, hammaddelerinin, kurutma ve sinterlenmesinin pahalı olması ve zaman alıcı olmasıdır (Kumar, Yadav, Bhatt, Mishra, Chaudhar ve Singh 2015).

Dimitrov ve arkadaşlarının çalışmalarında, farklı miktarlarda Gd (%0.5-5) katkılı bir dizi ince, homojen ZrO₂ filmi, sol-jel ve döndürerek kaplama teknikleri ile başarılı bir şekilde oluşturuldu. Filmlerin faz yapısı incelendiğinde, XRD analizleri sonucunda, hem tetragonal hem de monoklinik ZrO₂ kristalografik varlığının ortaya çıktığı görüldü. ZrO₂ ince filmlerin yüzey morfolojisi çok düzgün olup, ortalama pürüzlülük 0.8 nm olarak bulundu. İnce filmler

homojen olup, ortalama kalınlık 115 nm ve kırılma indisi (n) 1.83 idi. Nadir toprak katkı maddesinin, tetragonal fazın stabilizasyonunu ve ayrıca kristal boyutunun üçte bir oranında azalmasını desteklediği tespit edildi.

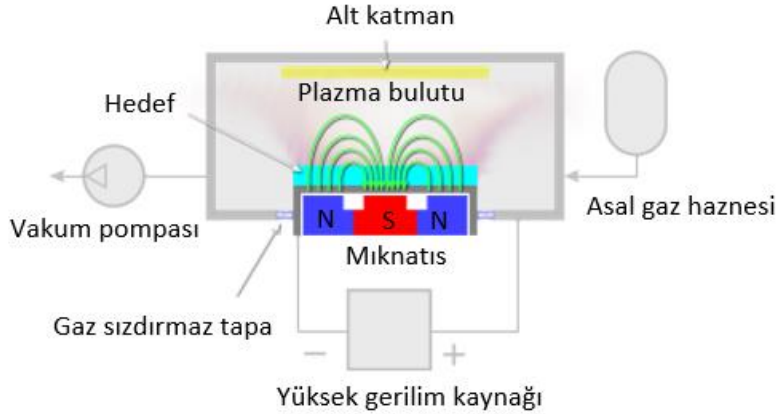


Şekil 13. (a) Katkısız ZrO_2 ince film ve (b) %2 Gd katkılı ince film X-ışını kırınım grafikleri.

Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Dimitrov, Stambolova, Vassilev, Lazarova ve Simeonova). 2021 MDPI telif hakkı.

(Dimitrov, Stambolova, Vassilev, Lazarova ve Simeonova 2021).

2.1.3. Magnetron-Püskürtme Yöntemi



Şekil 14. Bir magnetron-püskürtme işleminin şematik gösterimi (radartutorial.eu)

Hedef denilen katı malzemenin güçlü enerjili iyonlar tarafından bombardıman edilmesi sonucu materyalin atomize olması ve daha sonra bir alt katman üzerine birikmesi işlemidir. 10^{-3} - 10^2 mbar basınçlı bir vakum odasında gerçekleştirilen kaplamayla temiz, düzgün bir tabaka oluşur. Püskürtme kaynağı olarak çoğunlukla argon gazı kullanılarak, kaynak tarafından argon gazından düşük basınçlı bir plazma üretilir. Katmanın başlangıç malzemesi, püskürtme yani kaplama kaynağındaki hedeftir (radartutorial.eu).

2.1.3.1. DC ve RF (diyot) Püskürtme Sistemi

Anot ve katot olarak iki elektrottan oluşan sistemde iletken bir kaplama malzeme kullanılmışsa parlama deşarjı meydana getirmek için (DC) doğru akım kullanılmaktadır. Yalıtkan bir kaplama malzeme kullanılmışsa parlama deşarjı meydana getirmek için (RF) radyo frekansı voltajı kullanılmaktadır (Sönmezoğlu, Koç ve Akın 2012).

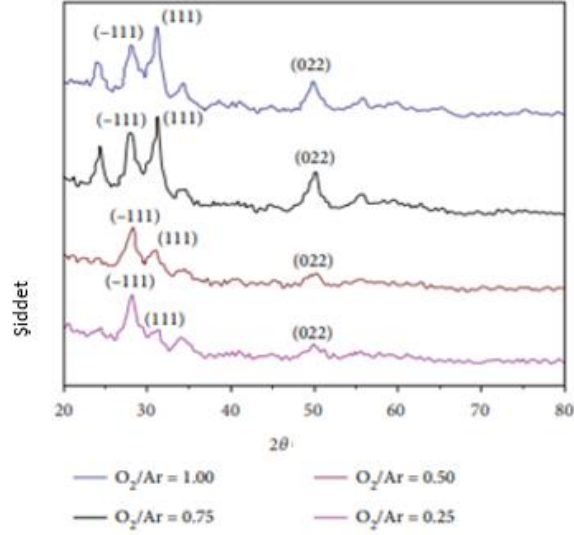
2.1.3.2. Magnetron-Püskürtme Yönteminin Avantajları

1. Kaplama parametreleri değiştirilebilir
2. Kaplama kalınlığı kontrol edilebilir
3. Düşük kaplama sıcaklığı
4. Kaplama materyali hakkında esneklik
5. İşlem değişkenleri hakkında esneklik
6. Püskürtülen kaplamada saflık
7. Kotrollü, tekrardan aynısı üretilebilir kaplama
8. Kaplamanın yüksek yapışkanlığa sahip olması
9. Kaplama özelliklerinin ayarlanabilmesi
10. Kaplama kaynağının düzenlenebilmesi
11. Çevre dostu bir üretim sağlaması (radartutorial.eu).

2.1.3.3. Magnetron-Püskürtme Yönteminin Dezavantajları

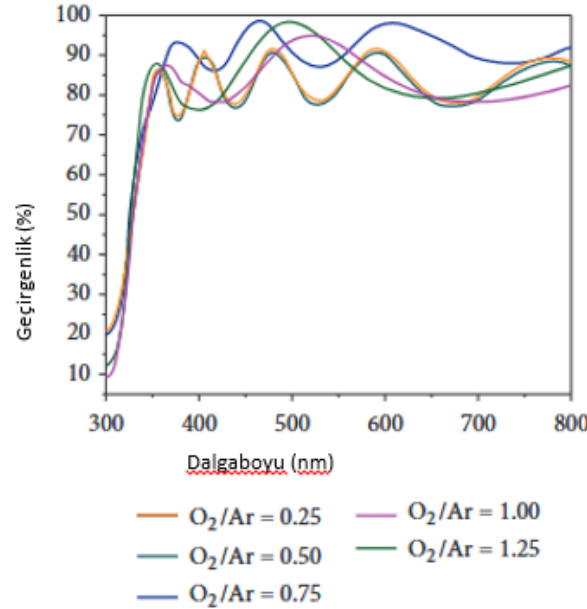
1. Limitli kaplama kalınlığı
2. Yüksek maliyetli olması
3. Düşük birikme hızı
4. Plazma yoğunluğunun düşük olması
5. Altaş sıcaklığının yükselmesi (Sönmezoğlu, Koç ve Akın 2012).

Sujit ve arkadaşlarının çalışmalarında, nanokristal ZrO_2 ince film kaplama, DC reaktif magnetron-püskürtme tekniği ile cam altlık üzerine (0.25-1.0) aralığında değişen oksijen/argon gazı oranları altında yapıldı. Bir oksijen/argon oranı aralığında nanokristal ZrO_2 'nin XRD grafiği Şekil 15'de gösterilmektedir.



Şekil 15. Çeşitli oksijen/argon gazı oranlarında hazırlanan ZrO₂'nin XRD grafiği. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Sujit, Vikramaditya, Velmurugan, Bhaskarrao, Singh, Pant, Sharma, Singh, ve Mulugeta). 2022 Hindawi telif hakkı.

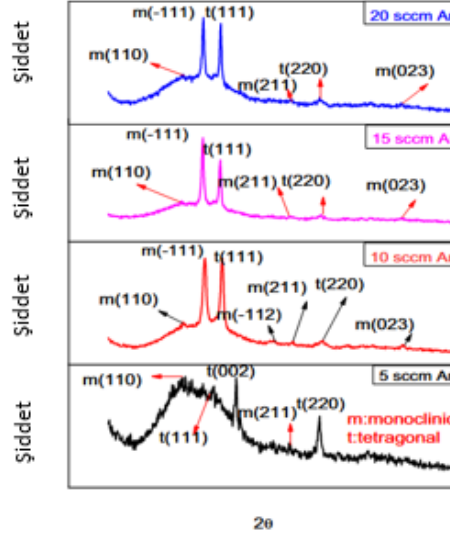
Oksijen/argon gazı oranı (0.5-1.0) arttıkça, film kristallliği azaldı. Artan oksijen/argon gazı oranı ile tane boyutu önemli ölçüde azalmıştır. Daha büyük tane boyutu (77.01 nm), daha iyi şeffaflık (~%90) bulundu.



Şekil 16. Çeşitli oksijen/argon oranlarında ZrO₂'nin spektral geçirgenliği. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Sujit, Vikramaditya, Velmurugan, Bhaskarrao, Singh, Pant, Sharma, Singh, ve Mulugeta). 2022 Hindawi telif hakkı.

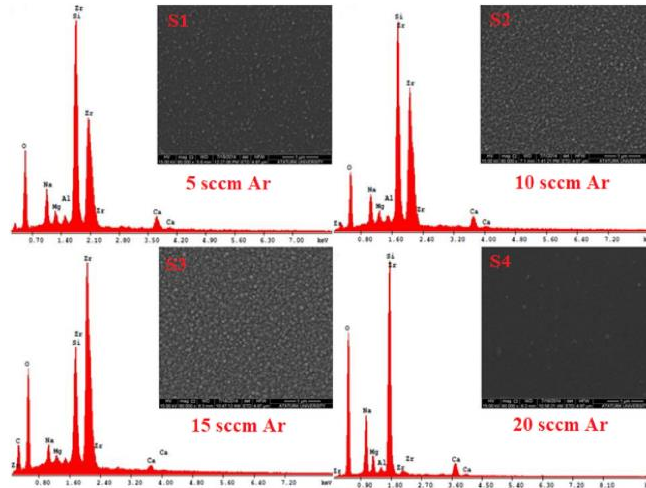
(Sujit, Vikramaditya, Velmurugan, Bhaskarrao, Singh, Pant, Sharma, Singh, ve Mulugeta 2022).

Bakacak ve arkadaşları çalışmalarında, cam altlık üzerine çeşitli basınçlarda radyo frekans magnetron püskürtme yöntemi kullanarak Zirkonyum Oksit (ZrO_2) ince filmler üretmişlerdir. İnce filmlerin tümünde gaz basıncının, filmlerin kalitesi üzerinde etkisinin olduğu bulunmuştur.



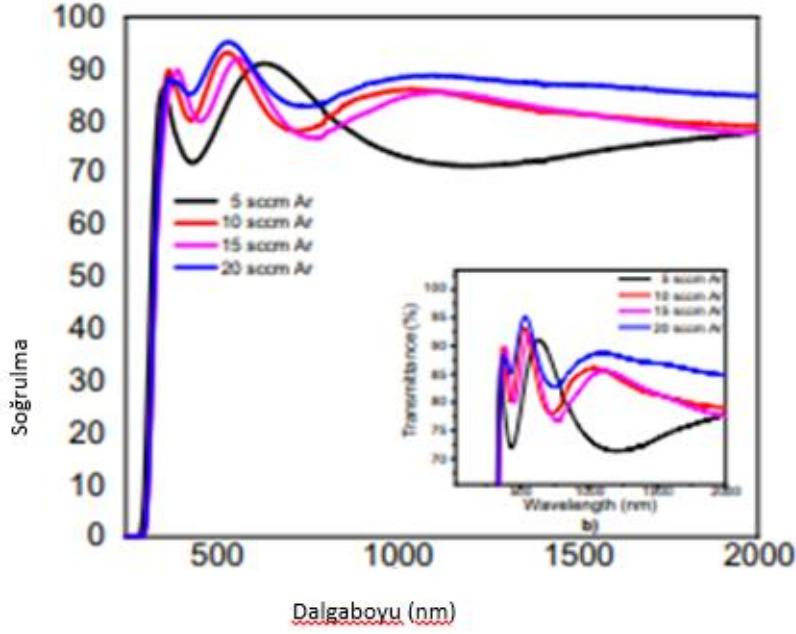
Şekil 17. Çeşitli Ar gaz akış oranları kullanılarak üretilen Zirkonyum nanoyapıların XRD grafikleri. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Bakacak, Gür, Bayram, Tüzemen, ve Şimşek). 2021 Springer telif hakkı.

XRD analizi, monoklinik ve tetragonal fazların tepe değerlerinin düşük büyüme basıncında daha etkili olduğunu, ancak artan büyüme basınçlarında farklı monoklinik faz tepe değerlerinin mevcut olduğunu göstermiştir.



Şekil 18. Farklı argon gazı akış oranlarında ZrO_2 örneklerinin SEM görüntüleri ve EDAX analizi. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Bakacak, Gür, Bayram, Tüzemen, ve Şimşek). 2021 Springer telif hakkı.

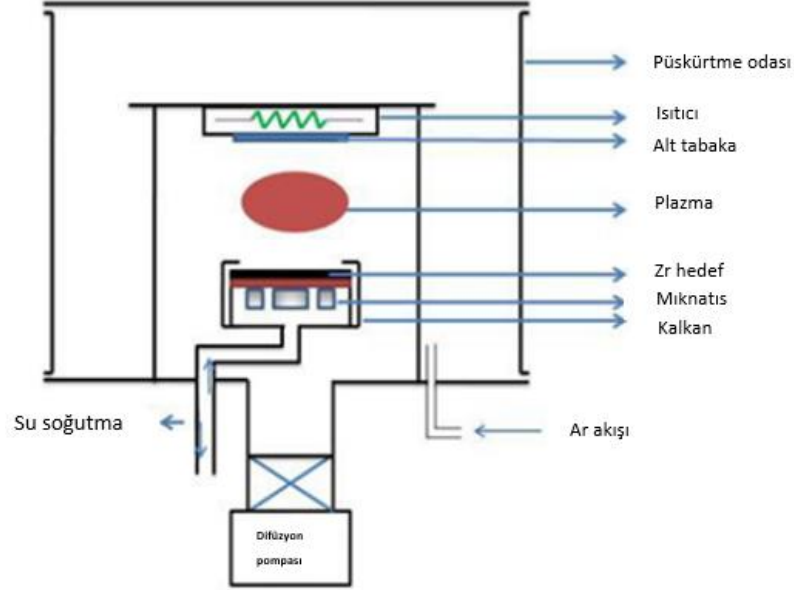
Araştırmacılar ayrıca, bu yayınlarında, SEM ve EDAX analizleriyle, elementel stokiyometrik oranlarını da belirlediler. Şekil 18’de görüldüğü gibi, çeşitli Ar gazı akış oranları kullanılarak üretilen zirkonyum nanoyapılar hemen hemen homojen morfoloji ve benzer taneciklerden oluşmuştur. SEM görüntülerinden, Zirkonya nano yapılarında granüllerin boyutu (7-20 nm) Ar kısmi basıncı ile sürekli olarak arttığı görülür.



Şekil 19. Cam yüzeyler üzerindeki ZrO₂ ince filmlerin geçirgenlik spektrumları. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Bakacak, Gür, Bayram, Tüzemen, ve Şimşek). 2021 Springer telif hakkı.

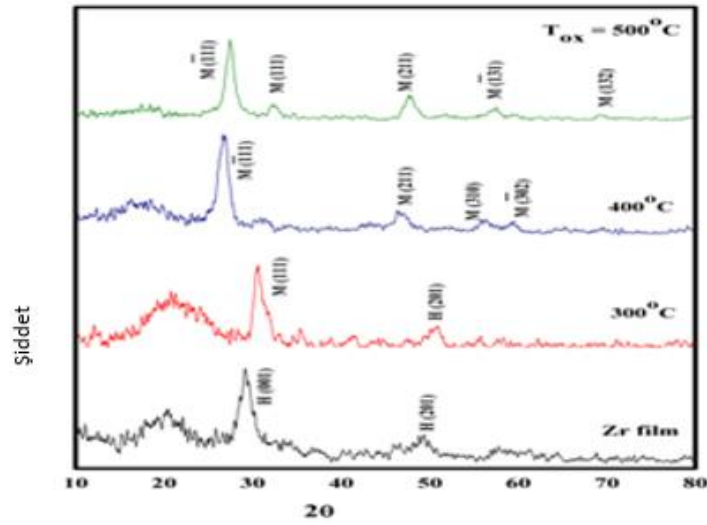
Ayrıca, bu makalede ince filmlerin absorbans ve geçirgenlik analizleri yapılmıştır. Tauc denklemi kullanılarak optik bant aralığı 3.27 eV olarak hesaplandı. Tüm ince filmlerin optik geçirgenliği, görünen dalga boyu için şeffaflık anlamına gelir. 550 nm dalga boyu için argon kısmi basıncı arttıkça filmlerin optik şeffaflığının arttığı belirlendi. Bu dalga boyunda, ince filmlerin optik şeffaflığı, artan kısmi basınçla %70'den %95'e geliştirilmiştir (Bakacak, Gür, Bayram, Tüzemen, ve Şimşek 2021).

Sunke ve Suda'nın, yapmış oldukları makalede, Zirkonyum oksit (ZrO₂) ince filmler, DC magnetron püskürtme tekniği ile zirkonyum hedefin püskürtülmesi sonucu biriktirilen metalik zirkonyum filmlerin termal oksidasyonu ile büyütüldü. İnce zirkonyum (Zr) filmleri DC magnetron püskürtme yöntemiyle oluşturuldu, ardından zirkonyum dioksit (ZrO₂) dönüştürmek için termal oksidasyon yapıldı.



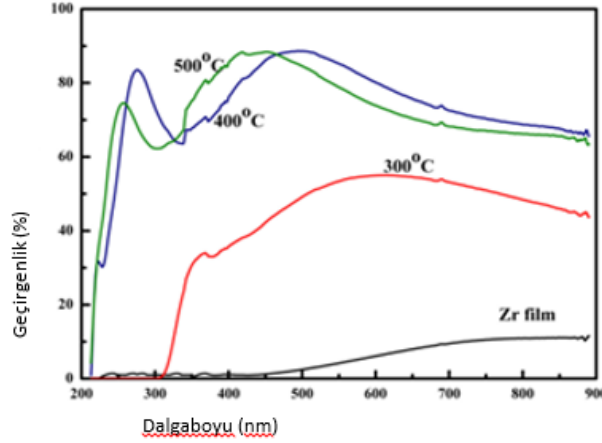
Şekil 20. Zirkonyum ince filmlerin biriktirilmesi için magnetron püskürtme sisteminin şematik diyagramı.

Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Sunke ve Suda). 2018 SciPress telif hakkı.



Şekil 21. Zr ve termal olarak oksitlenmiş ZrO_2 filmlerinin X-ışını kırınım profilleri. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Sunke ve Suda). 2018 SciPress telif hakkı.

X-ışını kırınım analizi, biriktirilen Zr filmlerin, kristal boyutunun 12 nm olan altıgen yapı ile doğada polikristal olduğunu göstermiştir. Zirkonyum filmler 400°C oksidasyon sıcaklığında polikristal yapıdan monoklinik yapı ZrO_2 'ye dönüştürülmüştür. Zirkonyum dioksit filmlerinin kristal boyutu oksidasyon sıcaklığının artmasıyla 19 nm'den 27 nm'ye çıkmıştır.



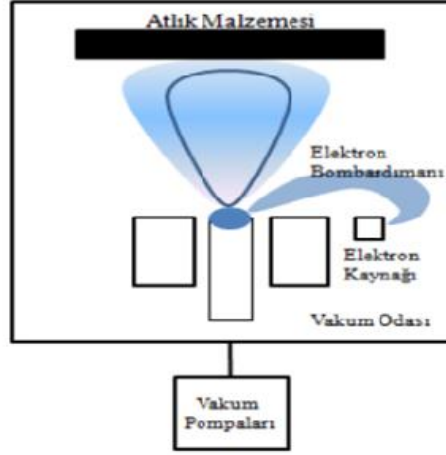
Şekil 22. Zr ve ZrO₂ ince filmlerin optik geçirgenlik spektrumu. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Sunke ve Suda). 2018 SciPress telif hakkı.

Şekil 22’de oksidasyon sıcaklığının artmasıyla filmlerin optik geçirgenliği artmıştır. 300°C’de oksitlenen filmler, (550 nm dalga boyunda) yaklaşık %50’lik bir geçirgenlik sergilemiştir. Oksidasyon sıcaklığı 400°C’ye yükseldikçe geçirgenlik %80’e yükseldi ve 500°C’lik daha yüksek sıcaklıkta %85’e yükseldi. Tauc grafiğinden değerlendirilen zirkonyum dioksit filmlerin optik bant aralığı, oksidasyon sıcaklığının 400°C’den 500°C’ye yükselmesiyle sırasıyla 5.42 eV’den 5.46 eV’ye yükselmiştir.

Ayrıca bu makalede termal olarak oksitlenmiş zirkonyum dioksit filmlerin yapısal ve optik özelliklerini incelediklerinde, oksidasyon sıcaklığı yükseldikçe, oksijen içeriğinin arttığını, zirkonyum içeriğinin ise azaldığını göstermişlerdir (Sunke ve Suda 2018).

2.1.4. Elektron Demeti ile Buharlaştırma Yöntemi

Elektron demeti ile buharlaşma, lazer optikleri, güneş panelleri, gözlükler ve mimari camlar dahil olmak üzere optik ince film uygulamaları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemin kullanılmasıyla çok çeşitli malzemeler kaplanır (Butt 2022). Bir elektron kaynağı tarafından sağlanan yüksek enerjili elektronların, hedef malzemeye yönlendirilmesinin sonucu salınan enerjinin malzemeyi buharlaştırması olayıdır. Erime sıcaklığı yüksek (4000°C’ye kadar) malzemelerin buharlaştırılabilmesine olanak sağlar. Elektronlar, elektron tabancası veya oyuk katot kullanılarak üretilir. Elektron tabancası ile elektronların üretimi, bir flamanın akım geçirilmesi sonucu, flamanın ısınarak elektron yayması ilkesine dayanır. Üretilen elektronlar bir manyetik alanın yardımıyla hızlandırılır ve yönlendirilir. Bu daha fazla buharlaştırma yapılmasına imkan sağlar. Öte yandan, oyuk katot kullanımı ile elektron üretilmesi ise oyuk bir silindir içerisinde soy gazların kullanılması ile meydana gelen plazmadan dolayı gerçekleştirilir.



Şekil 23. Elektron demeti ile buharlaştırma yöntemi (Sönmezoğlu, Koç ve Akın 2012)

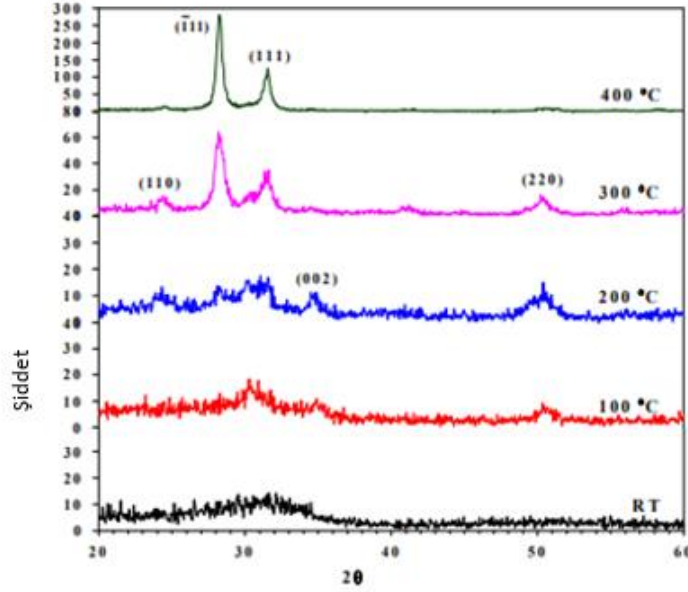
2.1.4.1. Elektron Demeti ile Buharlaştırma Yönteminin Avantajları

1. Temel mekanik, elektrik ve optik nitelikleri sağlar
2. Elektron demeti ile buharlaştırma, diğer PVD proseslerine kıyasla yüksek malzeme kullanım verimliliği sunarak üretim maliyetini düşürür
3. Elektron demeti ile buharlaştırma yönteminin bir avantajı da farklı kaynak materyallerini elektron yoluna döndürerek vakumu bozulmaktan kurtarmaktır (Butt 2022)
4. Yüksek birikme saflığı
5. Genişletilmiş kaplama alanı
6. Hassas film kalınlığı
7. Yerinde büyüme izleme ve pürüzsüzlük kontrolü
8. Alaşımları biriktirme kabiliyeti (Ali, Teixeira, Addali, Saeed, Al-Zubi, Sedaghat, Bahzad, 2019).

2.1.4.2. Elektron Demeti ile Buharlaştırma Yönteminin Dezavantajları

1. Pahalı bir vakum ortamı ve pahalı enstrümantasyon gereksinimi
2. PVD olarak bilinen buharlaştırma kaplama yöntemi atomik düzeyde malzeme transferini gerektirir (Butt 2022).

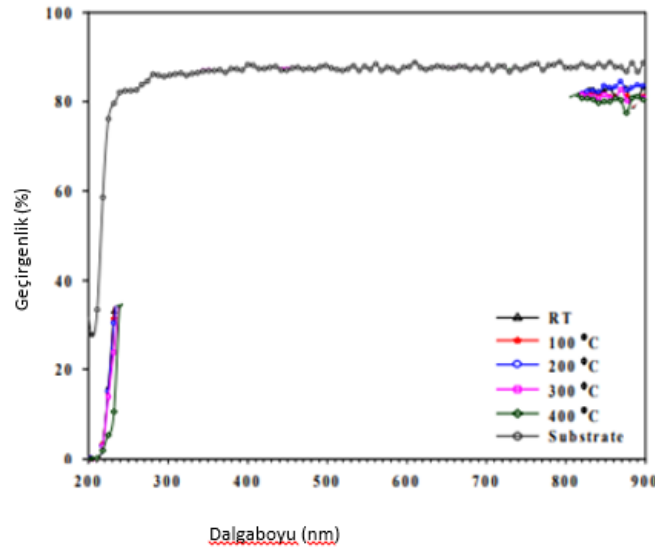
Patel ve arkadaşları Zirkonyum dioksit ince filmleri, e-demeti ile buharlaştırma yöntemiyle hazırlamışlardır. X ışını kırınımı ölçümü, 400°C alt tabaka sıcaklığında büyütülen filmlerin monoklinik kristal yapısına sahip olduğunu gösterir. Ayrıca X ışını kırınımı analizi sonucunda, kristalleşmenin, alt tabaka sıcaklığındaki artışla arttığı görülür.



Şekil 24. Farklı alttaş sıcaklıklarında biriktirilen ZrO₂ ince filmlerin XRD spektrumları.

Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Patel, Desai ve Panchal). 2012 VBRI press telif hakkı.

Ortalama kristal boyutu 300°C ve 400°C altlık sıcaklıkları için sırasıyla 8.55 nm ve 15.0 nm olarak bulunmuştur.



Şekil 25. Safir alttaş üzerinde, farklı alttaş sıcaklıklarında biriktirilen ZrO₂ ince filmlerin geçirgenlik spektrumları. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir (Patel, Desai ve Panchal). 2012 VBRI press telif hakkı.

Optik geçirgenlik spektrumu, görünür ışık bölgesinde ortalama %80 geçirgenlik olduğunu gösterir. Ayrıca Şekil 25, ZrO₂ filmlerinin homojen ve tek tip kalınlıkta olduğunu göstermektedir (Patel, Desai ve Panchal 2012).

3. SONUÇ

Bu çalışmada, daldırarak kaplama, döndürerek kaplama, magnetron-püskürtme, elektron demeti ile buharlaştırma yöntemleri avantaj ve dezavantajlarıyla açıklanarak, son yıllarda bu yöntemler ile oluşturulan ZrO_2 ince filmler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, XRD analizleri, ZrO_2 ince filmlerinin kristal yapısının genellikle monoklinik ve tetragonal fazlardan oluştuğunu göstermiştir. Yine alınan sonuçlara göre, kimyasal spreylendirme yöntemi ile cam altlık üzerine hazırlanan saf ve B: ZrO_2 ince filmlerde katkılama ile kristal ve tane boyutu artarak ortalama tane boyutu: 80, 90, 95 nm ile bu derleme çalışmasında en yüksek tane boyutu olarak görülmektedir. Genel olarak baktığımızda, ZrO_2 ince filmlerinin UV-Vis spektrofotometresi sonuçları, filmlerin görünür bölgede yüksek geçirgenliğe sahip olduğunu göstermektedir. Görünür bölgede en yüksek geçirgenlik olan %95 değeri, cam altlık üzerine çeşitli basınçlarda radyo frekans magnetron püskürtme yöntemi kullanılarak Zirkonyum Oksit (ZrO_2) ince filmlerin üretilmesiyle elde edilmiştir.

Tablo 3.1. ZrO_2 ince filmlerin hazırlanış tekniklerine göre yapısal ve optik özellikleri. Bahsedilen referansların izni ile yeniden düzenlenmiştir. (Muhammad ve ark. 2020) IOP, (Méndez-López ve ark. 2020) Crystals, (Deshmukh ve Bari 2015) SciPress, (Dimitrov ve ark. 2021) MDPI, (Sujit ve ark. 2022) Hindawi, (Hadi ve ark. 2020) Alpha, (Peshev ve ark. 2003) Elsevier, (Majedi ve ark. 2016) Springer (Patel ve ark. 2012) VBRI press, (Bakacak ve ark. 2021)) Springer ve (Sunke ve Suda 2018) SciPress telif hakkı.

İnce Film Hazırlama Teknikleri	Kristal Biçimi	Kristal yada Tane Boyutu	Optik Geçirgenlik	Referans
Sprey piroliz	monoklinik ve tetragonal fazlar karışımı polikristal	Ortalama tane boyutu: 80, 90, 95 nm Ortalama kristal boyutu: 18,37; 21,75; 35,94 nm	%85	(Muhammad, Dawood, Ahmed, Hassan, Habubi and Chiad 2020)
Sol-jel Daldırarak kaplama	Tetragonal	Ortalama tane boyutu:21-25 nm	>%70	(Méndez-López, Zelaya-Ángel, Toledano-Ayala, Torres-Pacheco, Pérez-Robles ve Acosta-Silva 2020)
Sprey piroliz	tetragonal ve monoklinik nano polikristal	Ortalama kristal boyutu: (4-5 nm) Ortalama tane boyutu:32 nm	-----	(Deshmukh ve Bari 2015)

Sol-jel Döndürerek kaplama	tetragonal, monoklinik	-----	-----	(Dimitrov, Stambolova, Vassilev, Lazarova ve Simeonova 2021)
DC reaktif Magnetron- püskürtme	monoklinik	Tane boyutu:77.01 nm	~%90	(Sujit, Vikramaditya, Velmurugan, Bhaskarrao, Singh, Pant, Sharma, Singh, ve Mulugeta 2022)
Sprey piroliz	polikristal	Kristal boyutu:41,08 nm	>%60	(Hadi, Sabur, Chiad, Habubi, Abass 2020)
Sprey piroliz	kübik, monoklinik	Kristal boyutu:15 nm	-----	(Peshev, Stambolova, Vassilev, Stefanov, Blaskov, Starbova, Starbov 2003)
Sol-jel Daldırarak kaplama	tetragonal, monoklinik	Kristal boyutu:27 nm	-----	(Majedi, Davar, Abbasi, Ashrafi 2016)
Elektron Demeti ile Buharlaştırma	monoklinik	Kristal boyutu:8.55 nm ve 15.0 nm	%80	(Patel, Desai ve Panchal 2012)
Radyo frekans magnetron püskürtme	monoklinik tetragonal	Tane boyutu:7-20 nm	%95	(Bakacak, Gür, Bayram, Tüzemen, ve Şimşek 2021)
DC magnetron püskürtme	monoklinik	Kristal boyutu:27 nm	%85	(Sunke ve Suda 2018)

KAYNAKÇA

Bakacak, P.K., Gür, E., Bayram, Ö., Tüzemen, S. ve Şimşek, Ö. (2021). Photoluminescence and structural properties of zirconium dioxide thin films produced by RF sputtering technique. J Mater Sci: Mater Electron, 32:7541–7549 <https://doi.org/10.1007/s10854-021-05468-7>

An, J.K., Chung, N. K., Kim, J.T., Hahm, S.H., Lee, G., Lee, S.B., Lee, T., Park, I.S. and Yun, J.Y. (2018). Effect of Growth Temperature on the Structural and Electrical Properties of ZrO₂ Films Fabricated by Atomic Layer Deposition Using a CpZr[N(CH₃)₂]₃/C₇H₈ Cocktail Precursor. Materials, 11, 386. <https://doi:10.3390/ma11030386>

Götsch, T., Neumann, B., Klötzer, B., Penner, S. (2019). Substoichiometric zirconia thin films prepared by reactive sputtering of metallic zirconium using a direct current ion beam source. Surface Science 680,52-60. <https://doi.org/10.1016/j.susc.2018.10.015>

- Méndez-López, A., Zelaya-Ángel, O., Toledano-Ayala, M., Torres-Pacheco, I., Pérez-Robles, J. F. and Acosta-Silva, Y. J. (2020). The Influence of Annealing Temperature on the Structural and Optical Properties of ZrO₂ Thin Films and How Affects the Hydrophilicity. *Crystals*, 10, 454.
<https://doi.org/10.3390/cryst10060454>
- Dimitrov, O., Stambolova, I., Vassilev, S., Lazarova, K. and Simeonova S. (2021). Surface and Optical Properties of Gd-Doped ZrO₂ Nano Films. *Mater. Proc.* 4, 4.
<https://doi.org/10.3390/IOCN2020-07841>
- Perednis, D. ve Gauckler, L.J. (2005). Thin Film Deposition Using Spray Pyrolysis. *Journal of Electroceramics*, 14, 103–111
- Muhammad, S.K., Dawood, M.O., Ahmed, N.Y., Hassan, E.S., Habubi, N.F. and Chiad, S.S. (2020). Optical and Structural characterization of spraying ZrO₂ and doped B: ZrO₂ thin films. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1660 012057.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1660/1/012057>
- Deshmukh, S.B. ve Bari, R. H. (2015) Nanostructured ZrO₂ thin films deposited by spray pyrolysis techniques for ammonia gas sensing application. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* Vol. 56 pp 120-130
- Hadi, E.H., Sabur, D.A., Chiad, S.S., Habubi, N.F. ve Abass, K.H. (2020). Physical Properties of Nanostructured Li-Doped ZrO₂ Thin Films. *Journal of Green Engineering*, Vol. 10_10,8390-8400.
- Peshev, P., Stambolova, I., Vassilev, S., Stefanov, P., Blaskov, V., Starbova, K. ve Starbov, N. (2003) Spray pyrolysis deposition of nanostructured zirconia thin films. *Materials Science and Engineering B* 97 106 /110
- Singh, V.K. (2017) Thin Film Deposition by Spray Pyrolysis Techniques. *JETIR* November Volume 4, Issue 11
- Muhammad A. Butt (2022). Thin-Film Coating Methods: A Successful Marriage of High-Quality and Cost-Effectiveness—A Brief Exploration. *Coatings*, 12, 1115.
- Majedi, A., Davar, F., Abbasi, A.ve Ashrafi, A. (2016). Modified Sol–Gel Based Nanostructured Zirconia Thin Film: Preparation, Characterization, Photocatalyst and Corrosion Behavior. *J Inorg Organomet Polym.* DOI 10.1007/s10904-016-0394-7
- Kumar, A., Yadav, N., Bhatt, M., Mishra, N.K., Chaudhar, P.ve Singh, R. (2015) *Research Journal of Chemical Sciences*. Vol. 5(12), 1-6, December (radartutorial.eu)
- Sönmezoglu, S., Koç, M. ve Akın, S. (2012) *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(5):389-401
- Sujit, K., Vikramaditya, D., Velmurugan, K.V., Bhaskarrao, Y., Singh, R., Pant, B., Sharma, A.K., Singh, H.K. ve Mulugeta, L. (2022) Analysis of Structural, Optical, and Aquaphobic Properties of Zirconium Oxide Nanofilms by Varying Sputtering Gas. *Hindawi Advances in Materials Science and Engineering* Volume 2022, Article ID 9968485, 7 pages
<https://doi.org/10.1155/2022/9968485>
- Sunke, V. ve Suda, U. (2018). Structural and Optical Properties of Thermally Oxidized Zirconium Dioxide Films. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* ISSN: 2299-3843, Vol. 77, pp 15-25 doi:10.18052
- Ali, N., Teixeira, J.A., Addali, A., Saeed, M., Al-Zubi, F., Sedaghat, A., Bahzad, H. Deposition of stainless steel thin films: An electron beam physical vapour deposition approach. *Materials* 2019, 12, 571.
- Patel, K.J., Desai M.S. ve Panchal, C.J. (2012) *Adv. Mat. Lett.* 3(5), 410-414.

TAVLAMA SICAKLIĞININ ZrO_2 İNCE FİMLERİNİN YAPISAL VE OPTİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Abdullah GÖKTAŞ

Harran University, Faculty of Arts and Science, Department of Physics, Osmanbey Campus

ORCID ID: 0000-0001-8837-8646

Gülşen ŞAHİN

Adıyaman University, Faculty of Education, Department of Matematic and Science Education

Adıyaman Campus

ORCID ID: 0000-0003-4891-041X

ÖZET

Bu inceleme, tavlama sıcaklığının sol-jel ile cam altlıklar üstüne üretilmiş ZrO_2 ince filmlerinin yapısal ve optik özelliklerine etkisini incelemek için yapıldı. Üretilen film örnekler 450-550 °C’de hava ortamında tavlandı. X-ışını kırınım difraksiyonu (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM), enerji dağılımlı X-ışını (EDX), ve ultra-viyola görünür spektrofotometresi (UV-Vis) hazırlanan filmlerin yapısal ve optik karakterizasyonlarının yapılması için kullanıldı. XRD sonuçları filmlerin tetragonal (kübik) fazda kristalleştiğini ve (101) düzlemi yönünde daha fazla yönelime sahip olduğunu kanıtlamıştır. Film yüzeylerinin homojen ve yoğun olduğu SEM analizleri ile tespit edilmiştir. EDX sonuçları filmlerin yapısında Zr ve O atomları olduğunu göstermiştir. Elde edilen atomik Zr ve O miktarları beklenen düzeydedir. Zr ve O atomlarının film yüzeylerinde atomik miktarlarıyla orantılı olarak dağıldığı elementsel haritalama tekniğinden açıkça görülmektedir. UV analiz sonuçları geçirgenliğin görünür bölgede yaklaşık %30’ dan düşük olduğunu göstermektedir. Filmlerin görünür bölgede düşük, ultraviyole bölgede yüksek soğrulmaya sahip olduğu da soğrulma spektrumlarından anlaşılmaktadır. Filmlerin bant soğrulma kenarları yaklaşık 325-350 nm (~3.81-3.54 eV) civarındadır.

Anahtar Kelimeler: Sol-jel, ZrO_2 ince filmi, Tavlama sıcaklığı, Yasak bant aralığı

EFFECT OF ANNEALING TEMPERATURE ON THE STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF ZrO_2 THIN FILMS

ABSTRACT

This investigation was done for scrutinize the effect of annealing temperature on the structural and optical properties of ZrO_2 thin films produced on glass substrates by sol-gel. The produced film samples were annealed at temperature ranges of 450-550 °C. X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscope (SEM), energy dispersive x-ray (EDX) spectroscopy, and UV-Vis spectrophotometer were used to characterize the structural and optical properties of the fabricated film samples. The XRD results were proved that films crystallize in the tetragonal

(cubic) phase, and they were highly oriented along the (101) plane with respect to the other planes. The homogeneous and dense film facets were determined by SEM analysis showed that the films have Zr and O elements with expected levels. It was clear that the Zr and O atoms, dispersed according to their respective contents, on the film surfaces according to elemental mapping technique. UV-Vis analysis results exhibited that the transmittance was lower than that of around 30 % in the visible region. The film samples had also low absorbance in the visible region, whereas they had high absorbance at ultraviolet region. The band absorption edges of the film samples were located around 325-350 nm (~ 3.81 - 3.54 eV).

Keywords: Sol-gel method, ZrO₂ thin film, Annealing temperature, Band gap

1. GİRİŞ

Hızla gelişen ve ilerleyen teknolojiyle birlikte insanların daha hızlı daha verimli ve daha uygun maliyetli eşyalara ihtiyacı artmıştır. Bu ihtiyaçları karşılamak için son zamanlarda nano teknoloji hızla ilerlemektedir. Bu anlamda optik ve optoelektronik alanlarındaki ihtiyaçları karşılamak amacıyla çok fonksiyonlu ve nano yapıları birçok malzeme çalışılmaktadır. Bu malzemelerden birisi son zamanlarda bilim insanları tarafından çalışılan ZrO₂ nano yapılarıdır. ZrO₂ önemli bir yalıtkan olup geniş optik yasak bant aralığına sahiptir. Dolayısıyla bu yapının nano ölçüdeki ince filmleri optik ve elektro-optik uygulama alanlarında farklı amaçlar için kullanımı ve önemi bilim dünyasında gittikçe artmaktadır. ZrO₂ yalıtkan malzemesinin geniş yasak enerji bant aralığı, üstün optik özellikleri, büyük kırılma indisi ve küçük orandaki optik kayıpları gibi önemli fiziksel onu bazı konularda diğer malzemelerden farklı kılmaktadır [Berlin ve ark. 2021; Göktaş ve ark. 2020]. Ayrıca, yüksek enerjilerde (kısa dalga boyu aralıklarında) yüksek fotoluminesans karakteristiğine sahiptir.

ZrO₂ nano yapılarının fiziksel özellikleri çeşitli süreçlerle veya yöntemlerle iyileştirilebilir. Bunlar değişik element aşılama, farklı basınç ve ortamlarda tavlama, farklı tavlama süresi ve sıcaklığı gibi olabilir. Bilinen ince film üretim metotlarından sol-jel tekniğiyle nano boyutta kompozit, toz veya ince film katmanları üretmek güncel olarak ön plandadır. Diğer fiziksel ve kimyasal süreçlerle mukayese ettiğimizde: uygun maliyetli, kolayca işlenebilir, büyük ve farklı yüzeyler üstünde kolayca kaplanabilir olması vb. özelliklerinden dolayı sol-jel çözelti tekniği son zamanlarda sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisidir. Dahası, bu teknikte filmler daldırma, döndürme, püskürtme ve boyama metotlarıyla da kolaylıkla sentezlenebilmektedir. Söz edilenlerden ziyade, hazırlanan çözeltinin pH'ı, viskozitesi, başlangıç maddelerinin çeşitliliği ve çevresinin basıncı, nemi sıcaklığı, ortamı vb. parametreler filmlerin yapısını, yüzeyini, optik soğurma/geçirgenlik ve dielektrik karakteristiklerini büyük derecede etkileyebilmektedir [Göktaş ve ark. 2020; Berlin ve ark. 2013].

Yapılan çalışmada, sol-jel metoduyla hazırlanan ZrO_2 ince filmlerin nano yapılarının yapısal, morfolojik ve optik soğrulma ve geçirgenlik gibi karakteristiklerine tavlama sıcaklığının etkisi incelenmiştir. Yapısal, yüzeysel ve optik özellikler tavlama sıcaklığına bağlı olarak sistematik bir şekilde aşağıda sunulmuştur.

2. DENEYSEL YÖNTEM

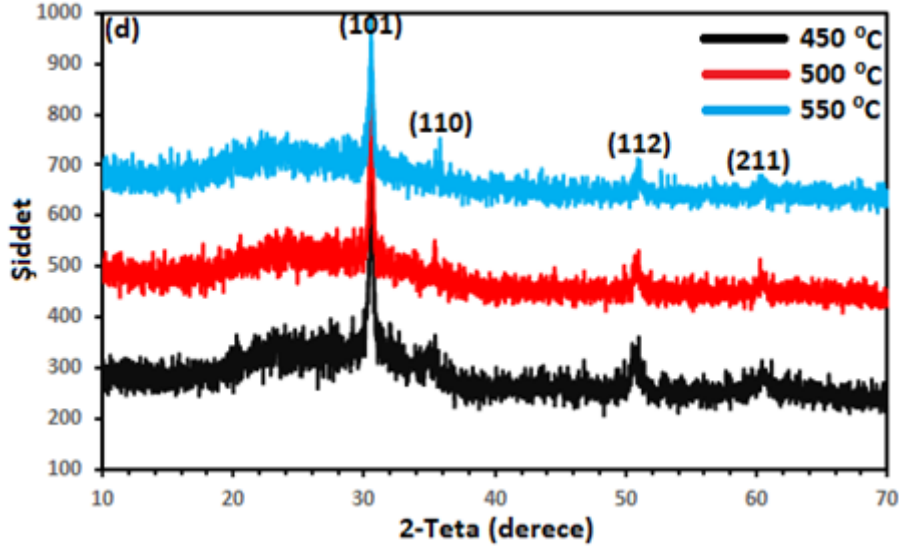
Sol-jel yöntemiyle cam altlıklar üstüne hazırlanan ZrO_2 ince filmleri hazırlandı. Film çözeltilerini hazırlamak için zirkonyum oksit nitrat başlangıç kimyasalı, metanol ve GAA kullanıldı. Belirli molar oranda kullanılan kimyasallarla çözeltiler hazırlandı. Homojen ve transparant çözeltiler elde etmek için manyetik karıştırıcı yardımıyla 30 °C sıcaklığında döndürüldü. Çözeltilerde 0.01 M zirkonyum oksit nitrat kullanıldı. Alınan çözelti oda koşullarında 24 saat karıştırılarak bekletildi. Kaplanılacak cam alt taşlar üstüne biriktirme yapılmadan önce aseton, saf su ve ultrasonik su banyosunda sırasıyla temizlendi. Temizlenen cam altlıklar, en son alınan nihai çözeltiye daldırılarak, 350 °C’de kaplandı. Sonuçta alınan kaplanılmış filmlerin kristalize olması için hava ortamında 450 °C, 500 °C ve 550 °C’de 1 saat fırınladı.

X-ışını kırınım (XRD) cihazı XRD (Rigaku Ultima III (40 kV, 40 mA and 1.54 Å)) filmlerdeki ana ve ikincil yapısal fazların saptanması için kullanıldı. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) filmlerin yüzey morfolojisini, element oranları (EDX yardımıyla) ve elementlerin yüzeysel dağılımları (haritalama metodu yardımıyla) incelendi. Perkin Elmer 45 UV-Vis spektrofotometresi kullanılarak film numunelerin optik soğurma ve geçirgenlik tayfları elde edildi.

3. SONUÇ VE TARTIŞMALAR

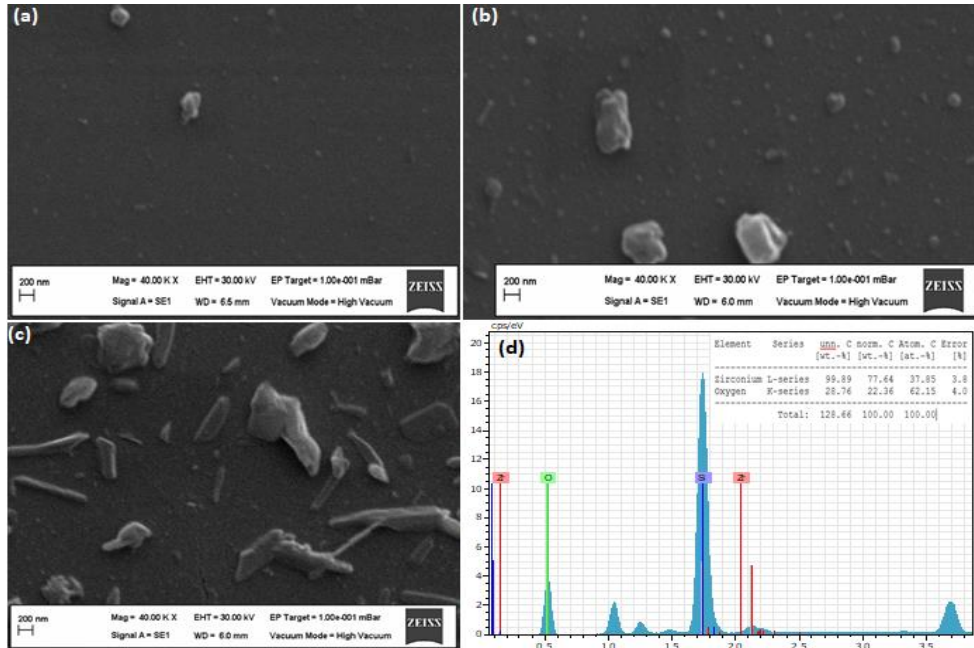
3.1. XRD ve SEM Ölçümleri

ZrO_2 ince filmlerine ait XRD spektrumları filmlerin tetragonal (kübik) yapıya sahip olduğunu ve film yapısında herhangi bir ikincil faz olmadığını gösterdi [Berlin, 2013]. Şekil-1’den görüleceği üzere film numunelerin (101) tetragonal kristal düzlemi yönünde daha fazla yönelime sahip olduğu ve bu film örneklerin polikristal yapıda olduğu ve kristalleşmenin iyi olduğu sıcaklık 500 °C’dir. Şekil-1’de verilen XRD grafiklerine göre (101) piki için hesaplanan ortalama kristalleşme boyutu 450 °C, 500 °C ve 550 °C’de hazırlanan film örnekleri için yaklaşık olarak sırasıyla 13 nm, 15 nm ve 21 nm’dir. Aynı numuneler için örgü sabitleri ise yine sırasıyla 3.509 Å, 3.512 Å and 3.516 Å’dur.



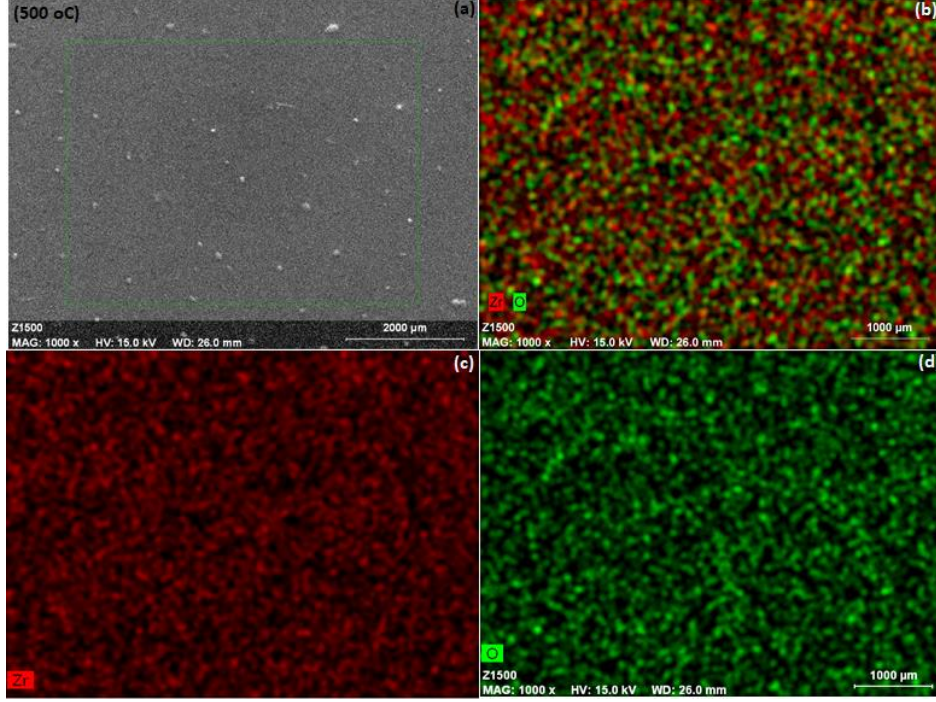
Şekil-1. ZrO₂ ince filmlerinin 450 °C, 500 °C ve 550 °C’deki XRD spektrumları

ZrO₂ film yüzeylerinin yoğun olduğu ve oluşan yüzey parçacıklarının rastgele dağıldığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır. (Şekil-2.a-c). Numunelerin SEM yüzey görüntülerinde parçacıkların boyutunun fırınlama sıcaklığıyla değişimi XRD analizlerinden elde edilen kristalleşme oranı ile uyum içerisindedir. Yapılan film numunelerde tespit edilen Zr ve O atomlarının varlığı ZrO₂ meydana geldiğini ve Si element pikinin ise kullanılan alt taştan kaynaklandığı EDX ölçümlerinden (Şekil-2-d) anlaşılmaktadır. Ayrıca EDX analizleriyle birlikte yapılan haritalama yöntemiyle elde edilen Zr ve O atomlarının dağılımı ve dağılım görüntüleri 450 °C, 500 °C ve 550 °C’de hazırlanan film numuneler için Şekil-3’te verilmiştir.



Şekil-2 (a-b). ZrO₂ ince filmlerinin 450 °C, 500 °C ve 550 °C’deki SEM görüntüleri ve 450 °C’deki ince filmin EDX analiz spektrumu (Fig.4d içindeki tablo Zr ve O atomlarının yüzde atomik ve molar oranlarını göstermektedir.)

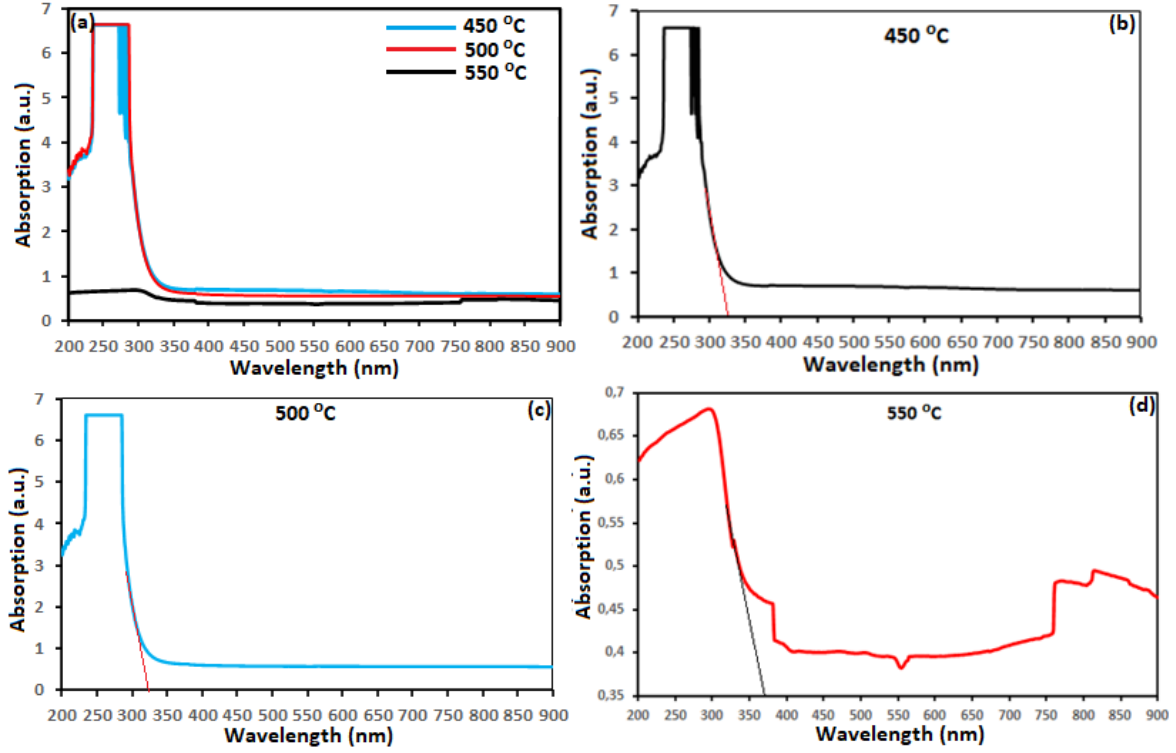
Bu görüntüler, filmlerde Zr ve O elementlerinin olduğunu tekrardan teyit etmiş olup EDX sonuçlarıyla ahenklidir.



Şekil-3. 500 °C’de fırınlanmış ZrO₂ ince filminin haritalama için kullanılan kesiti (a), Zr ve O (b), Zr (c) ve O (d) atomlarının film yüzeyindeki dağılım görüntüleri

3.2. Optik Ölçüm Sonuçları

ZrO₂ ince filmlerinin (450 °C, 500 °C ve 550 °C’de fırınlanan) optik soğurma spektrumları 200-900 nm dalga boyu aralığında Şekil-4 (a-d)’de. Şekil-4a’dan görüldüğü gibi optik soğurma görünür bölgede (400-700 nm) 1’in altındadır. Ultraviyole (Uv) bölgede tam bant soğurma kenarı sınırından sonra (300-400 nm arası) hızla artmaktadır. Fırınlama sıcaklığı arttıkça özellikle 550 soğurma hızla düşmektedir. Bununla birlikte bant soğurma kenarı da daha düşük dalga boylarına kaymaktadır. Gözlemlenen değişimler bu filmlerin optik soğurucu uygulamalarında kullanılabileceğini yansıtmaktadır.



Şekil 4. (a-d) ZrO_2 ince filmlerinin 450 °C, 500 °C ve 550 °C'deki soğurma spektrumları (a), filmlerin 450°C (b), 500 °C (c) ve 550 °C (d) deki soğurulma kenarlarının gösterimi

ZrO_2 film numunelerinin soğurulma kenarlarının 450 °C ve 500 °C fırınlanan numuneler için yaklaşık 325 nm' de ve 550 °C'deki numune için 370 nm' de olması filmlerin yasak enerji bant aralıklarının sırasıyla tahminen 3.80, 3.80 ve 3.35 eV civarında olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgular daha önce yapılan literatür çalışmaları ile uyum içerisindedir [Tam ve ark. 2015; Dimitrov ve ark. 2020; Hong ve ark. 2013; Kosuga ve ark. 2006; Shimizu ve ark. 2009; Kumar ve ark. 2009]. Çözelti tabanlı sol-jel metoduyla farklı tavlama sıcaklıklarında sentezlenen ZrO_2 ince film analizlerinden bu numunelerin soğurucu katman ve yalıtım malzemeleri uygulamalarında kullanılabilmek potansiyeli olduğunu yansıtmaktadır.

4. SONUÇLAR

ZrO_2 ince filmleri başarılı bir biçimde farklı fırınlama sıcaklıklarında sol-jel daldırma yöntemiyle cam altlıklar üstüne hazırlandı. Film örneklerinin (101) Miller yansıma düzlemi yönünde daha fazla yönelim gösterdiği ve baskın olarak tetragonal (kübik) yapıda kristallendiği saptandı. Kristalleşme ve yönelimin tavlama sıcaklığına göre değiştiği ve en iyi fazla yönelim ve kristalleşmenin 500 °C' de olduğu belirlendi. SEM ölçüm analizleri film tane boyutlarının fırınlama sıcaklığına bağlı olarak kristalleşme boyutu ile aynı oranda büyüdüğü anlaşılmakla beraber, yüzey taneciklerinin film yüzeylerinde rastgele dağıldığı anlaşılmaktadır. Haritalama ve EDX analiz sonuçları, film numunelerin Zr ve O elementlerinden meydana geldiği ve film

yüzeylerinde orantılı olarak yayıldığını gösterdi. Optik analiz sonuçları, filmlerin görünür bölgede düşük soğrulmaya (1'den küçük) haiz olduğunu ama UV bölgede belirli bir dalga boyundan sonra yüksek soğrulmaya sahip olduğunu yansıttı. Fırınlama sıcaklığının optik soğurmaya etkisinin daha çok 550 °C'de olduğu gözlemlendi. Buna ilaveten film numunelerin tahmini optik yasak bant aralıklarının yaklaşık 3.80 (3.25 nm) ile 3.35 eV (3.70 nm) aralığında tavlama sıcaklığına bağlı olarak değiştiği anlaşıldı. Alınan sonuçlar film örneklerinin yapısal, morfolojik ve optik bulguları literatürle uyum içerisindedir. Bu sonuçlar yeni nesil yalıtım ve soğrulma uygulamalarında kullanılabilme potansiyeline sahiptir.

KAYNAKLAR

- Berlin I. J., Lekshmy S., Sujatha G., Ganesan V., Thomas P.V., Joy K. (2021). Effect of Mn doping on the structural and optical properties of ZrO₂ thin films prepared by sol-gel method: Journal of Alloys and Compounds, 863, 158734.
- Berlin I. J. (2017). Modification of Structural and Photoluminescence Properties of ZrO₂ Thin films by Copper (Cu) Doping: Int. J. Adv. Res. Sci. Eng. 6 (3), 204.
- Berlin I. J., Anitha V.S., P.V., Thomas K., Joy J. (2012). Sol-gel Sci. Technol. 64 289.
- Dimitrov O., Stambolova I., Vassilev S., Lazarova K., Simeonova S. (2020). Surface and Optical Properties of Gd-Doped ZrO₂ Nano Films: Proceedings 11, 4.
- Goktas A., Tumbul A., Aba Z., Kilic A., Aslan F. (2020). Enhancing Crystalline/Optical Quality, and Photoluminescence Properties of the Na and Sn Substituted ZnS Thin Films for Optoelectronic and Solar Cell Applications; A Comparative Study: Optical Materials 107, 110073.
- Hong H. N., Mohammed B. K., Goumri-Said S., Song S., Chikoidze E., Dumont Y., Ruyter A., Kurisu, M. (2013). The origin of magnetism in transition metal-doped ZrO₂ thin films: experiment and theory: J. Phys.: Condens. Matter 25, 436003.
- Kumar D., Singh A., Kaur N., Thakur A., Kaur R. (2020). Tailoring structural and optical properties of ZrO₂ with nickel doping: SN Applied Sciences, 2, 644.
- Shimizu H., Konagai S., Ikeda M., Nishide T. (2009). Characterization of Sol-Gel Derived and Crystallized ZrO₂ Thin Films: Japanese Journal of Applied Physics, 48, 101101.
- Tamm A., Kozlova J., Arroval T., Aarik L., Ritslaid T., Garc H., Cast H., Duenas S., Kaupo K., Aarik J. (2015). Atomic Layer Deposition and Characterization of Dysprosium Doped Zirconium Oxide Thin Films" Chem. Vap. Deposition 21, 181.
- Uno M., Kosuga A., Okui M., Horisaka K., Muta H., Kurosaki K., Yamanaka S. (2006) Photoelectrochemical study of lanthanide zirconium oxides, Ln₂Zr₂O₇ (Ln=La, Ce, Nd and Sm): J. Alloys Compd., 420, 291.

THE EFFECT OF A NATURAL MAGNESIUM-CONTAINING AGENT ON THE STATE OF THE ORGANISM OF RATS WITH A MODEL OF POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER

Alexander PLAKIDA

State Institution «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health of Ukraine», Odessa, Ukraine

Sergey GUSHCHA

State Institution «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health of Ukraine», Odessa, Ukraine

Boris NASIBULLIN

State Institution «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health of Ukraine», Odessa, Ukraine

ABSTRACT

Today, the problem of post-traumatic stress disorder (PTSD) is becoming increasingly important. Using animal models of PTSD makes it possible to develop methods and means of correction in patients with this pathology in a pathogenetically justified manner. The work aimed to establish the effectiveness of using a magnesium-containing agent in rats with a model of PTSD. In 30 white Wistar rats, a model of PTSD was reproduced by inflicting a mild craniocerebral injury, followed by the application of immobilization-cold stress (the animal was placed in a pencil case, which limits movement in a refrigerator at a temperature of +5°C for 4 hours). After that, the rats were divided into 2 groups. Rats of the 1st (main) group internally received once a day a 5.0 g/l aqueous solution of the balneological agent "Magnesium oil" (BAMO) for 10 days in a row. The peculiarity of the chemical composition of BAMO is the high content of magnesium 1.20 g/l and bromine 0.040 g/l in the presence of other macro- and microelements (chlorides, sulfates, sodium, potassium, and iodine). Rats of the 2nd (control) group in the same mode internally received tap settled water. In the study, the "open field" method was used. Changes in the structure of the rat brain were determined microscopically, and the markers of the pathological process were selected in the blood by biochemical methods. The use of BAMO solution in rats led to a decrease in the histological manifestations of hypoxic disorders in the brain. The foci of ganglion cell discharges and the number of neurons with chromatolysis visually decreased, the expressions of gliosis decreased, and the blood filling of the vessels normalized. At the same time, the emotional state of the rats improved - the signs of fear and overexcitation disappeared.

Keywords: post-traumatic stress disorder, magnesium, rats

EFFECT OF COMPREHENSIVE REHABILITATION ON FATIGUE, FUNCTIONAL CAPACITY AND QUALITY OF LIFE IN LONG-TERM SEQUELAE OF COVID-19 SURVIVORS: A STUDY PROTOCOL

Dr. Digvijay SHARMA

School of Health Sciences, CSJM University, Kanpur, India

Hina VAISH

School of Health Sciences, CSJM University, Kanpur, India

ABSTRACT

Objective: To study the effect of comprehensive rehabilitation on fatigue, functional capacity, and quality of life in n long-term sequelae of COVID-19 survivors

Methodology: A total of 38 adult long-term sequelae of COVID 19 survivors of both genders (25-60 years) with a RT-PCR test-confirmed SARS-cov-2 infection who have recovered from COVID 19 in the duration of 6 months to one year from the start of study will be recruited for the present study. After screening and assessment, participants will be randomly divided into two groups. Intervention group will receive exercise training including strength, endurance balance training, energy conservation-pacing, breathing exercises and education while the other group will receive breathing exercises and education. The outcomes: Six-minute walk test (6MWT), Fatigue, Quality of life, Chair sit to stand test, one leg stance, time Up and go test (TUG) will be assessed in both groups at the baseline, at 4 weeks and at the end of 6 weeks.

Results: The two groups will be compared for the relevant outcomes using appropriate statistical test of comparison by SPSS software.

Conclusion: The protocol from present study may create evidence for the long term reduced functional capacity, fatigue thus enhancing quality of life.

Key words: Breathing exercises, COVID-19, functional capacity, exercise training

CORRELATION OF WEATHER CHANGE, ATMOSPHERIC PRESSURE, FULL MOON, SEISMIC AND SOLAR ACTIVITY VERSUS EXACERBATIONS OF CHRONIC METEOROPATHIC DISEASES IN CHILDHOOD DURING ONE-YEAR PERIOD

Prof. Dr. Dragan KATANIĆ

Faculty of Medicine, Novi Sad, Serbia

Dr. med. Svetlana TURUDIĆ

Kinderärztin Klinikum Schönsicht Berchtesgaden, Germany

Dr. med. Olivera SAVIĆ

Outpatient Clinic, Novi Sad-Serbia

ABSTRACT

Knowledge about the impact of weather changes and ambient factors on wildlife has long been present in the folk tradition. Before the fall of atmospheric pressure, cyclonic activity (rain, snow, clouds), during the full moon period, before the imminent earthquake around and during solar storms, people react with the change in mood, behavior and many health disorders. The causative mechanism is changes in atmospheric electricity and the tide of serotonin in the body. Electricity is an integral part of all biological processes. Before weather change, atmospheric electricity rearranges and concentration of positive air ions increases in our part of the atmosphere (troposphere). Inhalation of positive air ions leads to tide of hormone serotonin in the body, which is located in platelets, neurons and bowel wall. The situation is comparable to the serotonin syndrome in patients with overdose of tricyclic antidepressants (inhibitors of monoamine oxidase). Unsteady weather, earthquakes, full moon and solar storms affect the chronically ill, critically ill, children, seniors but also 30% of otherwise healthy population (mostly the people with hypermobility syndrome). That is why the first serious investigations in human biometeorology were done with military grants. The first work in the area described biometeorology and winds of ill repute, that lead to a rapid increase in the number of hospital admissions or emergency calls. These are winds that blow across the rough surface (like sandpaper) leading to air ionization. For example, wind sharav in Israel, blowing over the desert sand, provokes serious migraine and increases blood pressure. Phöehn, a warm wind from the Alps, blowing across the snow, brings electroencephalogram changes and contributes to an epidemic of suicides in Northern Italy and Switzerland, whose government allows absenteeism and temporary school closures during these situations. The U.S. wind St. Anne gives a sense of misery and migraines, and increases the incidence of suicide. The Mediterranean wind sirroco blows over the tops of waves, bringing irritability and aggression. In recent years, human biometeorology is particularly recognized due to global climate change (warming) of the planet and accelerated water cycle with consequently rapid and frequent changes of weather.

The aim of this study was to determine the relation between environmental factors and

worsening of chronic diseases in children - asthma, chronic bronchitis, epilepsy, migrenous headaches, hypertension, paroxysmal supraventricular tachycardia and allergy, trough medical records of Indjija (Vojvodina, Serbia) health facilities.

The highest correlation (association) between environmental factors and exacerbations was related to solar storms, periods of full moon and a sudden drop in atmospheric pressure, followed by earthquakes and precipitation.

INVESTIGATION HYDROPONIC GREENHOUSE CULTIVATION

Salah BEZARI

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables URAER
Centre de Développement des Energies Renouvelables Ghardaïa 47133, Algeria

Amine BEKKOUCHE

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables URAER
Centre de Développement des Energies Renouvelables Ghardaïa 47133, Algeria

ABSTRACT

Hydroponics is a modern agricultural technique that uses a nutrient solution rather than soil for crop production. This technique allows a reduction in the use of traditional fertilizers, the possibility of reusing irrigation water and a limitation of the excessive exploitation of intensively cultivated land. In this context, our contribution will aim to carry out an investigation on the technologies of culture under hydroponics available.

This article reviews and evaluates available hydroponic techniques and representative applications of thermal control systems. A comprehensive summary of the impact of environmental factors and the benefits and challenges of the hydroponic greenhouse system was also presented.

This study has shown that hydroponic technology in greenhouses can be used in practice and is a better option to significantly increase and improve crop yields throughout the year. as well as a is a better option in the sense the use of inputs and the improvement of agricultural production. The greenhouse system for hydroponics is environmentally friendly.

Keywords: Greenhouse, Investigation, Hydroponics, Cultivation

A NUMERICAL STUDY ON NATURAL CONVECTION OF AIR IN A SQUARE CAVITY USING CFD TOOL

Azim Mohamed P.
Rawate Aryan BALAJI
Himanshu Sudhir GARUD
Khandelwal Kashish SURESH
Arumuga Perumal D.*

Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology Karnataka,
Surathkal, Mangalore Karnataka, India.

ABSTRACT

In the past few decades, the problem of the natural convection in a square cavity with adiabatic top and bottom walls and differentially heated vertical walls has been the topic of extensive study. Along with the lid-driven cavity benchmark problem, natural convection problem has become one of the popular means for testing and validating numerical algorithms and computer codes in heat transfer. This cavity problem is attractive because of its importance in technological processes such as nuclear reactor insulation, ventilation of rooms, solar energy collection, and many others. Two features of this problem are (i) its simple geometry with no singularity except at the corners and (ii) the availability of experimental and numerical data on this problem. In the present work, the commercially available software ANSYS FLUENT is used to analyze the different vortices that arise in the convection problem. The ANSYS FLUENT is developed on the conventional finite volume method (FVM) technique, so that it can capture the fluid flow and heat transfer characteristics of variations inside the domain. The problem being considered is that of a two-dimensional flow of a Boussinesq fluid of Prandtl number 0.71 in an upright square cavity of side L . Both velocity components are zero on the boundaries. The horizontal walls are insulated, and the vertical sides are at temperatures T_h and T_c respectively. The solutions of this problem-velocities, temperature and rates of heat transfer-have been obtained at Rayleigh numbers of $10^4, 10^5$ and 10^6 respectively. To analyze the fluid flow and heat transfer characteristics, streamline patterns and isotherms are presented in detail.

Keywords: Computational Fluid Dynamics; Natural Convection; Square Cavity, Streamline Contours. ANSYS-FLUENT.

NUMERICAL STUDY OF COMBINED EFFECTS OF RADIATIVE NANOFLUID AND FINS ARRANGEMENTS CASES ON HEAT SINK EFFICIENCY

Mohamed Dhia MASSOUDI

Laboratory of Ionized Backgrounds and Reagents Studies (LEMIR), Preparatory Institute for
Engineering Studies of Monastir (IPEIM), University of Monastir, Tunisia.

Mohamed Bechir Ben HAMIDA

Laboratory of Ionized Backgrounds and Reagents Studies (LEMIR), Preparatory Institute for
Engineering Studies of Monastir (IPEIM), University of Monastir, Tunisia.
College of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Imam Mohammad Ibn Saud Islamic
University (IMSIU), Riyadh, Saudi Arabia.
Higher School of Sciences and Technology of Hammam Sousse (ESSTHS), Physics Department,
4011 Lamine Abassi street, University of Sousse, Tunisia.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to discuss numerically the efficiency of employing MHD radiative nanofluid within inclined heat dissipator box fitted with wavy fins with various arrangement cases. The study is established using the Comsol Multiphysics software. The effects of Rayleigh number ($10^3 \leq Ra \leq 10^6$), Hartmann number ($0 \leq Ha \leq 30$), the radiation parameter ($0 \leq R_d \leq 2$), the heat dissipator box inclination ($0^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ$) and the wavy fins dispositions on the heat sink efficiency are studied. The data obtained shows that increasing Rayleigh number and the radiation parameter support the convection cooling efficiency, by contrast, the presence of Lorentz forces reduce it. In addition, relying on the dissipator box inclination, various scenarios are obtained related on the best wavy fins dispositions.

Keywords: Heat sink; Free convection; Thermal radiation; MHD; Nanofluid; Wavy fins dispositions.

WATER PIPELINE FAILURE IN ACTIVE ZONE IN PAKISTAN

Muhammad Sohail JAMEEL*

Department of Transportation Engineering and Management, University of Engineering and Technology, Lahore, 54890, Pakistan

ORCID ID: 0000-0003-3158-2405

Ayesha RANA

Department of Transportation Engineering and Management, University of Engineering & Technology Lahore, 54890, Pakistan

Ali RAZA

Department of Civil Engineering, University of Engineering and Technology Taxila, Taxila 47050, Pakistan

ORCID ID: 0000-0002-0357-585X

Asna AHMAD

Department of Transportation Engineering and Management, University of Engineering & Technology Lahore, 54890, Pakistan

ABSTRACT

Active zones are the zones where water variation is so large so that it may cause to failure of pipeline. In Pakistan due to lack of research culture this aspect is ignored while design and therefore most of pipeline fails after a few months of its installation. Therefore it has becoming a challenge for the public who are using the path to go from one place to another place where the pipelines has been made and continuously cracks in pipelines are being introduced. Also the material of pipe used in manufacturing and handling process is very poor. But in Pakistan unfortunately money saving is more than life saving and living standard of people suffer a lot from it. Since pipelines are used most for water supply in Pakistan than its other uses so that why we take the study area is Dhabeji, which is city of Thatta district Sindh Pakistan. The selected location is Dhabeji pumping station Sindh Pakistan that is constructed by the KSB (Karachi Sanitation Board). It is been stated that the length of pipeline is more affected by the multiple parameters which led the creation of breaches or holes within the pipelines and causes leakage and suspension of water supplies. If the pipeline is varied from 500 to 7500 miles then the peculiar formula will be helpful to check and to know the breaks in pipeline per day. Aftermaths shows that if length increases its means that the breaches can be occur more. For which proper material with sufficient characteristics should be used to remodify and reduces the failure in active zone.

Key words: Breaches, Peculiar formula, active zone.

1. Introduction

Pipeline networks have been widely utilized in the transportation of water, natural gases, and oil and waste materials efficiently and safely over varying distances with minimal human intervention. In order to optimize the spatial use of the pipeline infrastructure, pipelines are

either buried underground, or located in submarine environments. Due to the continuous expansion of pipeline networks in locations that are inaccessible to maintenance personnel, research efforts have been ongoing to introduce and develop reliable detection methods for pipeline failures, such as blockages, leakages, cracks, and corrosion and weld defects. These challenges include the extension of the lifetime of a pipeline network for the reduction of maintenance costs, and the prevention of disruptive pipeline failures for the minimization of downtime. Several major cities or smaller cities has to face the breakdown of water shortage at Dhabeji pumping station, which is the city of Thattha district Sindh Karachi. The suspension of 28 million gallons of water occurred due to the breakdown ruptured the main supply line and the material used in construction of pipeline was not adequate quality type of material. The area for the excavation, which required for the construction of pipeline, was 7800meter cubic and the concrete pouring required was 4500 meter cubic. Similarly, the quantity of steel bars required was 650 tones. Water supply line affected many cities and other local areas pertaining of Gulshan-e-Hadid, Bin Qasim, Quaid Abad, Malir, Shah Latif Town, Razzaq Abad, Korangi and some of the other areas of Sindh province.

2. Study Area

The study area is Dhabeji pumping station, which is the city of Thattha district Sindh, Karachi. Hence the map of the location using google earth pro map is used to identify the location of failure zone in pipeline as shown in Figure 1.

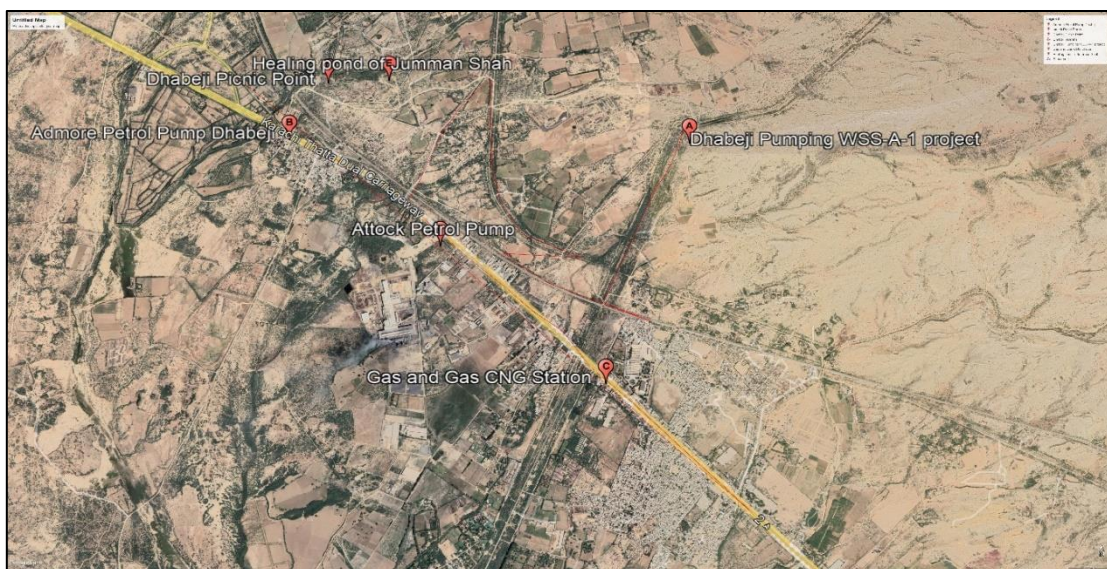


Figure 1: Location of Study Area

3. Materials & Methods

In this study, the failure in active zone at Dhabeji pumping station is examined and analyzed

by multiple parameters. The most important thing is the survey conduction at its location of pipeline to know about area distance in which the pipeline is introduced and failure detection methods by guided wave inspection method. Oil pipeline causes shown by Figure 2.

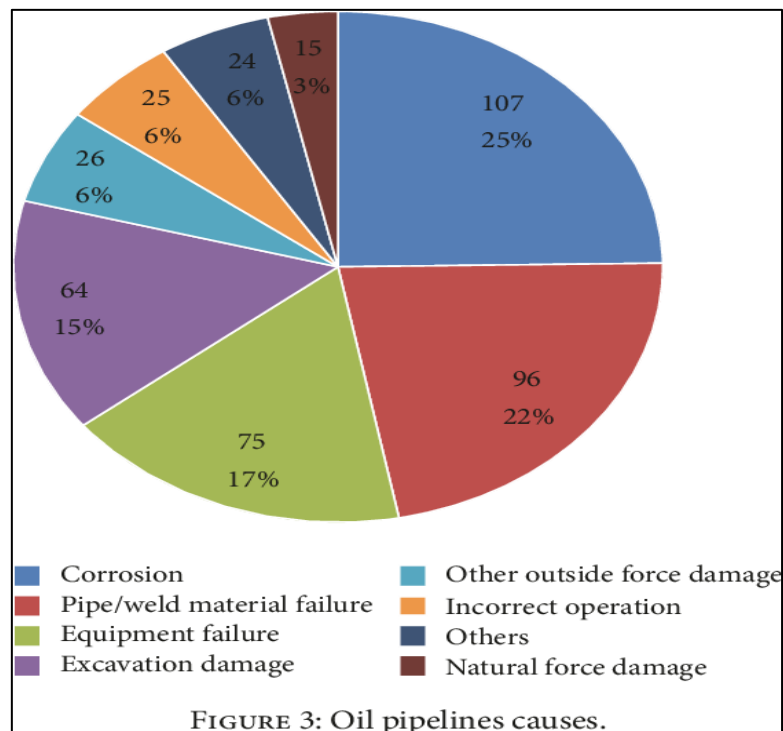


Figure 2: Water Pipeline Failure

Nondestructive method (Guided wave inspection) was performed at Thattha district of Sindh province. Also, environment impacts of this construction and propose mitigation measures. Also, our point of concern is reducing the maintenance cost during the service life of pipeline network.

Figure 3 presented a work flow diagram of pipeline failure detection and maintenance.

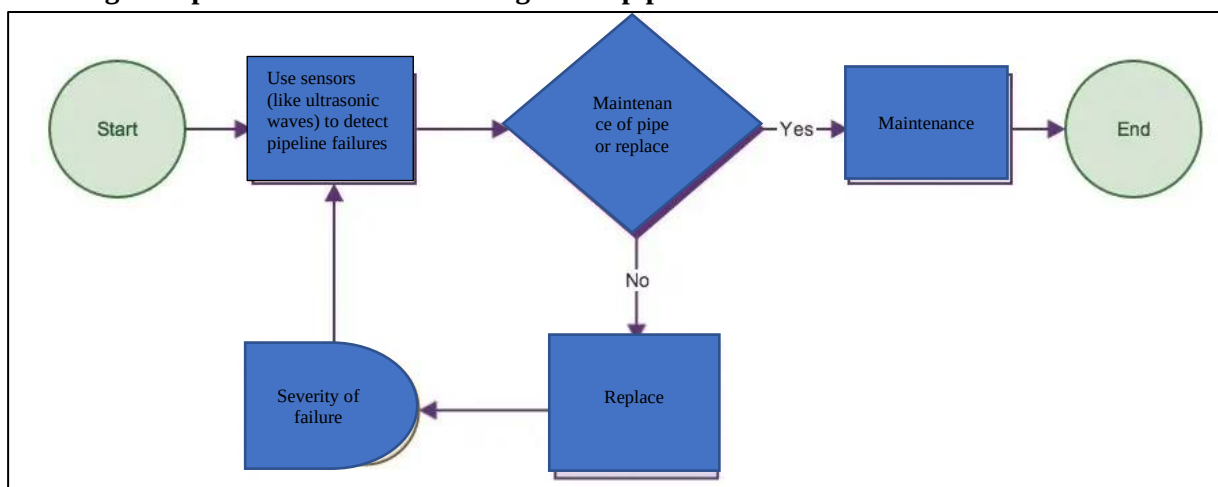


Figure 2: Workflow diagram of Pipeline failure detection

3.1 Data preparation

We preparation the data by information given by us through google earth (the location and its

coordinates) also by break per day data of pipeline by using equation.

By conducting the survey of location of dhabeji pumping station, Reconnaissance survey the few types of cracks are recorded with pictures of given below:

- Longitudinal cracks
- Circumferential cracks

3.1.1 Longitudinal cracks

- These cracks are caused due to the multiple parameters it can be due to the environmental conditions.
- 55% cracks are observed as longitudinal cracks.
- Figure 4 shows longitudinal crack.



Figure 3: Longitudinal Crack

3.1.2 Circumferential Cracks

In clayey soil in the active zone, this type of failure occurred. 45% cracks are circumferential cracks according to the field survey of dhabeji pumping station. Figure 5 represents circumferential crack.



Figure 4: Circumferential Crack

4. Result and Analysis

Our results are based on the number of breaks per day in pipeline due to failure and the inspection method assumed pilot study to improve cracks in pipeline.

4.1 Pipe length (L)

- It has been reported in the literature that length is a factor to the breaks. Total length of pipelines in the system for each city is and the pipe length varied from 500 to 7500 miles.
- $PB = 0.295e^{0.0005L}$ ($L \leq 7500$ miles)
- where PB = Average No. of Breaks per Day
- L = Total Length of Pipelines in Each City (mi) (≤ 7500 miles)

The total length of pipeline is found to be 536km. this length of pipeline put in the above formula mentioned will give us the value of breaks per day such as calculated below:

- $PB = 0.295e^{0.0005L}$ ($L \leq 7500$ miles)

Hence, as the length of pipeline is 536km then by putting the value of length in formula gives us the values of breaks per day.

- $PB = 0.295e^{0.0005 \times 536}$ ($L \leq 7500$ miles)
- $PB = 3.59$ breaks per day at the length of approximately 4km of pipeline.

Figure 6 represents the relationship between average number of breaks per day and length in mile.

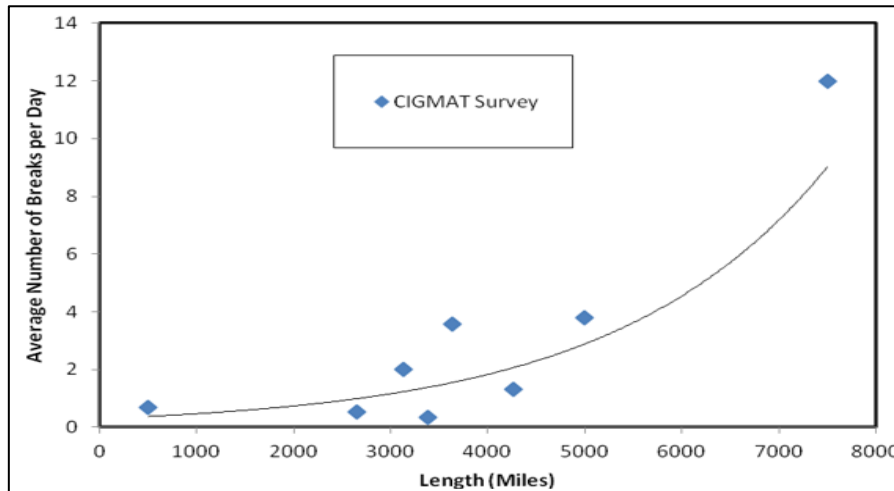


Figure 5: Average no. of breaks per day VS Length (mile)

4.2 Guided wave inspection:

Also, the detection of failures by guided wave inspection an assumed pilot study i.e., breaks in the joints or along the wall of pipeline.

Ultrasonic waves are commonly used in guided wave inspection since ultrasound can be transmitted in a narrower beam, compared to that of audible sound, due to its significantly shorter wavelength. The narrow beam property allows ultrasound to be propagated more efficiently in thin solid media, such as the wall of a pipeline, for a distance of up to 50 m. The wide area scanning capability of ultrasonic waves can be significantly enhanced, using a guided wave transducer ring. While the cost required to either acquire or build the ultrasonic transducer ring is still far from being economical due to the precision of the manufacturing aspects required, the cost of computation required to analyses the reflected signals captured by the ultrasonic transducer is also expensive, due to the high level of accuracy and resolution in signal processing needed. Often, a signal or spectrum analyzer is used to overcome the computational needs. Figure 7 shows the performance of guided wave inspection.

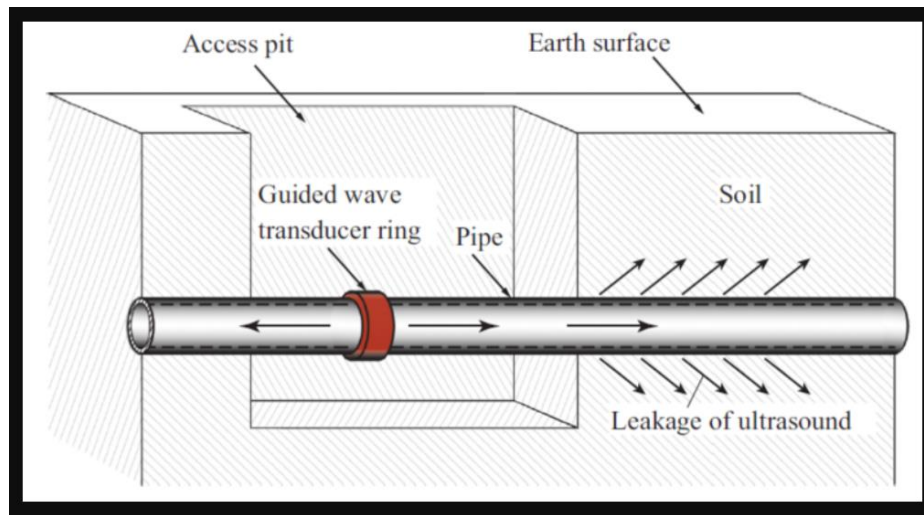


Figure 6: An ultrasonic transducer ring mounted onto an excavated pipeline to perform guided wave inspection.

Figure 8 shows the final results.

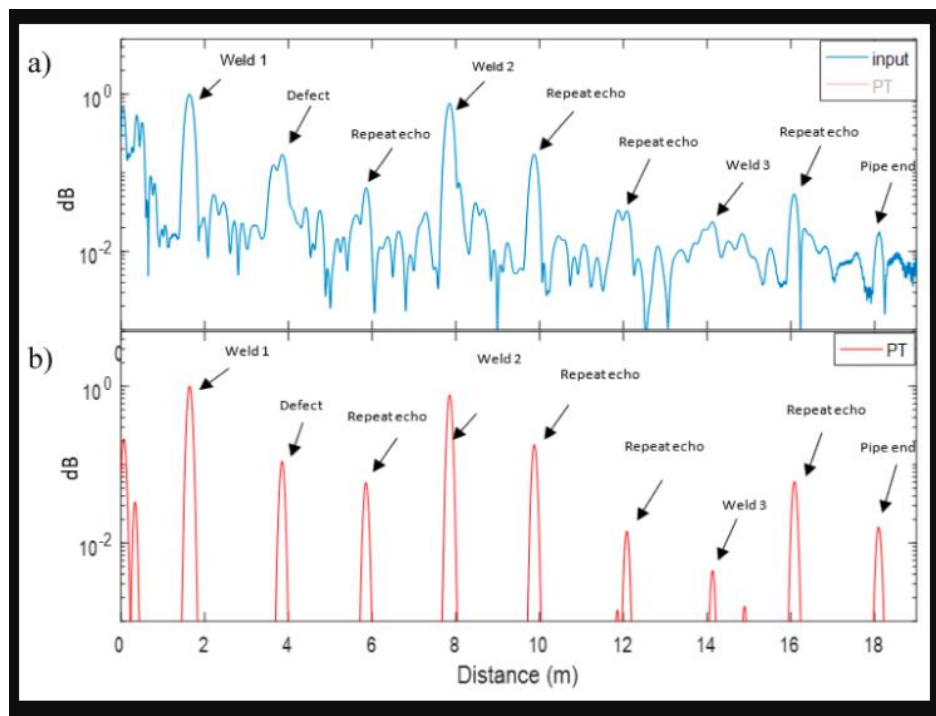


Figure 7: Final results (Distance vs db)

5. Conclusion

- Based on national surveys and field studies on the performance of small diameter (< 20-inch) over a period of two years, following can be concluded:
- Water pipeline breaks are a major issue for small and large cities. There are no models to predict the water pipeline breaks in active zone.

- Aging CI, DI and AC pipes are of major concern related to pipe breakage. Limited information is available on the performance of plastic pipes.
- Water pipeline failures, based on the influencing factors, can be broadly grouped into three categories: (1) Type I – Corrosion and Environment; (2) Type II – Stress Induced and (3) Type III- Joint Related. In general, the failures in water pipelines are due to more than one factor.

References:

- [1] AWWA (1999), American national standard for polyethylene encasement for ductile-iron pipe systems". ANSI/AWWA. 1999. C105/A21.5-99, American Water Works Association, Denver, Colo.
- [2] ASCE 2009, Report Card for America's Infrastructures, (<http://www.infrastructurereportcard.org/fact-sheet/drinking-water>).
- [3] Doleac, M. L., Lackey, S. L. and Bratton, G. N. (1980). Prediction of time to failure for Buried cast iron pipe. Proceedings of American Water Works Association Annual Conference, Denver, CO., pp. 21-28.
- [4] Doyle, G., Seica, M. V. and Grabinsky, W. F., "The Role of Soil in the External Corrosion of Cast Iron Water mains in Toronto", University of Toronto, Canada.
- [5] Hong, H. P. (1997). Reliability based optimal inspection and maintenance for pipeline under corrosion. Civil Engineering Systems, 14, 313-334.
- [6] Hu, Y. and Hubble D. W. (2005). Failure conditions of asbestos cement water mains in Regina. 1st CSCE Specialty Conference on Infrastructure Technologies, Management and Policy, Toronto, Ontario, Canada, June 2-4, 2005.
- [7] Makar, J. "Failure Analysis for Grey Cast Iron Water Pipes", Urban Infrastructure Rehabilitation, Institute for Research in Construction, NRCC. KIA 0R6
- [8] Moglia, M., Davis P. and S. Burn (2008). Strong exploration of a cast iron pipe failure model. Reliability Engineering and System Safety 93, 863-874.
- [9] Rajani, B. and Y. Kleiner (2001). Comprehensive review of structural deterioration of water mains: physically based models. Urban water, 3, 151-164.
- [10] Droubi, M.G.; Faisal, N.H.; Orr, F.; Steel, J.A.; El-Shaib, M. Acoustic emission method for defect detection and identification in carbon steel welded joints. J. Constr. Steel Res. **2017**, 134, 28–37.
- [11] Demirci, S.; Yigit, E.; Eskidemiir, I.H.; Ozdemir, C. NDT & E International Ground penetrating radar imaging of water leaks from buried pipes based on back-projection method. NDT&E Int. **2012**, 47, 35–42.

A STUDY ON THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON CUSTOMER PREFERENCE REGARDING ROYALLOAK FURNITURE

Dr. M. S. R. MARIYAPPAN

Dean, School of Management, Vel Tech Rangarajan Dr. Sagunthala R&D Institute of Science and
Technology, India

Dr. C. VIJAI

Associate Professor, Department of Commerce and Business Administration, Vel Tech Rangarajan
Dr. Sagunthala R&D Institute of Science and Technology, India.

ORCID ID: 0000-0003-0041-7466

ABSTRACT

Recently, the increase in consumer knowledge has led customers to choose both their familiar and favorable brand names. Therefore, if organizations want to beat their opponents, customers must like purchasing their products and brand names. Although consumers know and desire to acquire an item, brand naming is still an important factor for loyalty and acquisition decision-making. If people desire to buy an item and a brand name may concurrently be considered, it indicates that the product has better brand positioning. The satisfaction of customers, the brand's commitment, and the buying intention of consumers maybe changed if a product has higher brand recognition. This research study aims to identify the consumer presumption of the many factors influencing brand awareness and evaluate the effect of brand confidence on a brand name, customer loyalty, and e-commerce.

Keywords: Consumer knowledge, customer loyalty, e-commerce, Royaloak, social media

Introduction

For learning about brands, social media is almost as prevalent as TV or radio commercials and word-of-mouth. One-third of consumers say it will be their favorite method of learning about brands in the future. However, consumers are increasingly turning to social media to discover and purchase businesses. In the United States, social commerce sales will more than double from almost \$28 billion in 2020 to more than \$56 billion in 2023. 65 percent of consumers have made purchases directly through social media, according to our study. Social commerce makes it infinitely easier for brands to deliver the seamless purchase experience buyers want in one place. Social media is a living document for social proof which is increasingly a make-or-break factor for buying decisions. More than half (51%) of consumers read reviews on forums or social media to evaluate a product or service before purchasing. All it takes is one or two dissatisfied reviewers to drive away a potential customer. One-third of consumers discover new accounts to follow through digital word-of-mouth. Consumers are equally as likely to share positive customer feedback as they are negative experiences on social media.

Social media has added another dimension to the company-customer relationship. A brand is no

longer a remote, faceless entity that we only learn about in publications or Google searches. Looking at a brand's network helps you gauge their values, relevant news and offerings, and how they relate to their audience. It's no longer enough to establish a social media presence and sell a product or service. Consumers want firms with a social media presence to communicate with their customers in meaningful ways, according to eight out of 10. Brands become more humanized as a result of social media, which allows them to highlight their distinct characteristics and personalities.

Review of Literature

Goel, R., & Garg, S. (2018) this paper's objective is to seize the essence of India as a marketplace and client psychology evaluation. This has been accomplished with a unique cognizance of IKEA-a worldwide furnishings company. IKEA, with the hole of its first store in India (in Hyderabad), has paved way for a very new enjoy in the fixtures market for Indian consumers. These paper ambitions to take a look at IKEA both as a worldwide and an Indian enterprise. The reason is to mirror how IKEA fits into the Indian patron market and vice-versa. Buehlmann, U. (2010) Globalization and other inherent elements have created challenges to the North American fixtures industry. Imports from low production value international locations did grow significantly over the last five years. At the same time, the U.S. And Canadian furnishings manufacturers lost market stocks. Mass customization (MC) of furniture products is taken into consideration to be a potential method to regain competitiveness for North American producers. This takes a look and sheds mild on North American furniture producers' notion of MC, its capacity, and the challenges to implementing it. A survey of furniture manufacturers in Canada, the USA, and Germany showed that growing modularity and agility, integrating the delivery chain, and pursuing a competitive value structure are important factors of a furniture customization device. Manufacturers perceived that having stop customers from designing products was the authentic limit of MC. Assisting quit customers via the personalization manner and concept of a confined number of pre-packaged alternatives must be the favored technique.

Musayeva, et al (2021) in this newsletter, while shopping for fixtures merchandise, purchasers uses an extensive variety of facts, specifically: they analyze various records, try to locate the pleasant buy choice, and choose a product according to their way of life, taste, and skills. Financial, technical, time, and psychological risks also are taken under consideration whilst a purchaser purchases a long-lasting product. Mahamayi, J., and Hemalatha, S(2021) Today, factors such as the internet and social media lead to modifications in the manner of life of individuals. Due to those factors, intake has begun to be interpreted in one-of-a-kind forms.

Hedonic intake that comes from intake via gaining the emotional pleasure from buying has received significance rather than bodily necessity. Social media is any other element that affects the emotional pride of people and their intake behavior. This paper is an try and examines the effect of social media on patrons closer to hedonic buying. The chunk sampling approach is used to accumulate facts. Both number one and secondary data were used. A hundred and fifty samples were accumulated via an established questionnaire. Data have been analyzed through statistical tools like percent, Descriptive records, and Garrett ranking rating.

Bashir, Z., Mansha, M., & Raja, W. (2022) The research examined the effect of social media; social networking ideas, word of mouth, feedback loop, and creditability content material on consumer buying conduct in Pakistan. The structured questionnaire changed into shared using convenience sampling among 650-seven-hundred participants. However, obtained 392 entire responses. The estimations found that there may be a sizable and fine impact of social media, social networking theory, phrase of mouth, feedback loop, and creditability content on buying behavior in Pakistan. Social media performs a vital role in client buying conduct, which means that humans are much more likely to search, buy, and proportion merchandise through the usage of social media channels. Gupta, L., and Kumar, R.(2022) Social media have been used increasingly to create social media commercials, there are round three.6 billion people the usage of social media structures in 2020 and anticipated to be four. Forty-one billion by way of 2025. However, there are numerous challenges faced with the aid of marketers to market its product. Thus, this has a look at pursuits to identify the impact of advertising and marketing on purchaser attitudes and purchase intentions throughout diverse social media structures. Data had been collected from 195 various social media customers the usage of a based questionnaire. The information had been analyzed using structural equation modeling with Amos 20.0. Findings advised that hedonic motivation, interactivity; informativeness, corporate reputation, and social role & picture were substantially influencing consumers' attitudes toward commercials on social media systems.

Statement of the problem

Promoting brands on social media platforms such as Instagram, Facebook and LinkedIn becomes highly competitive and the algorithm of the social media platforms also keeps on changing. Negative feedback from customers on social media affects the overall brand performance. Research shows that more than 80% of people view brand reviews on social media before purchasing. Big brands started using paid ads on Social media to get more reach among the target customers. It becomes a problem for smaller brands to reach people. Colors that match their brand quality have to be used on social media to attract target people.

The objective of the Study

A study on the impact of social media on customer preference concerning Royaloak furniture

- To determine which gender purchases the most using social media.
- To determine which age group of people, spend more time on social media to know about Royaloak.
- To understand the influence of negative reviews after making a buying decision
- To analyze whether colors play a role in buying preference

Need of the study

- Social media is used by more than 4 billion people hence it is considered the biggest marketing platform
- More than 50% of the revenue across 14 major industries is generated by social sales.
- How Social media improves brand loyalty?
- Social media marketing is considered one of the most cost-effective marketing in 2022.

Social media plays a vital role in customer buying preferences

Scope of the study

To know how customer buying preference changes with social media posts

How social media connects Royaloak and customers

How social media increase brand loyalty

Which social media brings a higher conversion rate

Limitation of study

This study will be useful to know about customer preferences in social media

This study will be useful to bridge the gap between customers and Royaloak

Research methodology

The convenient sampling method is used in this study the customers of the Royal Oak are selected to participate in the research. Convenience sampling is a type of non-probability sampling that involves the sample being drawn from that part of the population that is close to hand. The sample size of the project is 100 but the responses received are 75. Statistical Package for the Social Sciences used by various researchers for complex statistical data analysis. This data can be used for market research, surveys, data mining, etc. By using SPSS, the analysis is done and the various analysis performed are Frequency analysis, T-test, Chi-square, and One-way Anova.

Methods of data collection

The data that is collected directly from the respondents then it is meant to be primary data.

Primary data collection is used for the study by creating a questionnaire. The common primary data collection methods are Self-administered surveys, Interviews, Field observation, and Experiments. The readily available data that is used for the research purpose is called secondary data. As data are already collected the information and data may not be accurate or may be old and out of date. The common secondary data collection methods are Sales Report, Financial Statements, Customer details, Company information, Reports and feedback from a dealer, retailer, and distributor, and Management information system.

Hypothesis Test

H₀: There is no significant difference between the genders concerning the social media reviews helping purchase decisions.

H₁: There is a significant difference between the genders concerning the social media reviews helping purchase decisions.

H₀: There is no significant difference between the time spent on social media and consumers' level of trustworthiness while buying furniture.

H₁: There is a significant difference between the time spent on social media and the consumers' level of trustworthiness while buying furniture.

H₀: There is no relationship between social media trustworthiness and social media creating loyal customers.

H₁: There is a relationship between social media trustworthiness and social media creating loyal customers.

Royal Oak Furniture

The Indian furniture market is divided into three categories: material (wood, metal, and plastic), type (home furniture, office furniture, hospitality furniture, and other furniture), and distribution channel (direct, indirect, and other) (Supermarkets and Hypermarkets, Specialty Stores, Online, and Other Distribution Channels) India is known for its excellent and unique furniture design. The Indian furniture industry is well-known both in India and abroad for its rich craftsmanship and appealing traditional art and style. The Indian furniture market has evolved through time. Its market has grown to incorporate designed interiors such as wardrobes and sofas, in addition to chairs and tables. Furniture has been an integral part of Indian households for decades. The rise of the Indian furniture market is aided by a growing middle-class population, increasing disposable income, and an increase in the number of urban residences. India's furniture sector is mainly by tiny, disorganized local businesses. Organized players, on the other hand, have boosted their contribution to the Indian furniture market during the last decade.

The Indian economy's growth has fueled demand for real estate and commercial structures in the

country. While residential construction makes up the majority of real estate in India, commercial construction has risen to accommodate the growing need for office space. Furniture industry, each one of the associations and activities drew in with the blueprint, make, move, and offer valuable and delightful objects of family adaptations. The bleeding edge creates furniture and is an imperative expansive scale fabricating industry in Europe, the United States, and other regions. It is, allthings considered, a twentieth-century industry, its change having expected the improvement of a mass buyer publicize and the progression of the substantial scale fabricating technique. Earlier furniture making was craftsmanship, retreating to the most out-of-date community foundations.

Changing trends in the furniture industry

Some of the reasons for the increasing changes in the furniture industry are:

- Increasing acquiring energy of Indian shoppers:
 - a. India is positioned as the fourth biggest economy after the USA, China, and Japan in PPP (Purchasing Power Parity).
 - b. India is the seventh most alluring goal for Foreign Direct Investment (FDI) after the US, China, Brazil, UK, Mexico, and Germany.
- Cheap imports from China: With globalization and World Trade Organization (WTO) directions modest imports from China are influencing the Indian furniture industry.

The Indian makers have begun making restorative strides like:

- Upgrading the outlines
 - Using Medium-density fiberboard (MDF) and Molecule sheets
- increases the development of composed division d. Organized retailing
- Government directions: Expanding limitations on de-forestation and prohibition on dirtying ventures like saw clean and so on are changing the flow of the furniture industry.
 - Furniture made of Plastics is one of the quickest developing sub-sections of the furniture industry.
 - Demography: Expanding number of core families has been a noteworthy development driver of the furniture industry.
 - Infrastructural improvement: Expanding advancement in this has a prompt expanding requirement for outfitting. Individuals now need to possess a house and put stock in outfitting it as indicated by their tastes.

Change in buyer tastes

The majority of India's populace is beneath the age gathering of 35 years. Their tastes and decision are unique. It has changed the flow and individuals now offer an inclination to

shading and accommodation. India's Furniture Market was US\$ 17.77 Billion in 2020 and will rise to USD37.72 Billion by the end of the year 2026, growing at a double-digit CAGR of 13.37% from 2020 to 2026. India is a place for unique and excellent creativeness of furniture.

Data analysis and Interpretation

Frequency analysis of demographic factors

- The table shows that 38.7% of respondents are 20 to 25 years old, whereas 25.3% of respondents are 25 to 30 years old and 32% of respondents are above 30 years old.
- The table shows that 36.7% of respondents are male, whereas 53.3% of respondents are female.
- The table shows that 60% of respondents have UG graduates, whereas 40% of respondents have PG graduates.
- The majority of the respondents have a natural stand on social media awareness, 22.7% of respondents have more awareness of social media marketing about royal oak and only 8% of the respondents have no awareness about royal oak in social media.
- The table shows that 28% of respondents strongly believe that social media creates loyal customers, 37.3% of respondents stand natural and 13.3% of respondents believe that social media did not create any loyal customers.
- The table shows that 37.3% of respondents have a natural stand in the display of the royal oak website on social media and 29.3% of respondents have agreed that the royal oak display on social media is helpful for purchasing.
- The above table shows that the majority of the respondents replied that social media ads are not helpful for them and 30.7% of respondent stands natural with social media ads.
- Most of the respondents spend 1 to 2 hours on social media, 26% of respondents spend more than 2 hours on social media and 20% of respondents only spend 0-30 minutes on social media.
- The table shows that 36% of respondents mostly use Instagram, 33.3% of respondents use Facebook and 30.7% of respondents use Twitter.
- The above table shows that 52% of respondents consider social media reviews for their purchasing.

Testing Hypothesis

Ho: There is no significant difference between the genders regarding the social media reviews helping purchase decisions.

H1: There is a significant difference between the genders regarding the social media reviews helping purchase decisions.

Table 1: One-Sample Statistics for social media reviews helping purchase decisions

	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean	Std. Err	95% Interval of the Difference	Confidence of the
Equal variances assumed	1.735	.192	.386	73	.701	.093	.241	Lower -.387	Upper .573
Equal variances not assumed			.381	66.548	.704	.093	.244	Lower -.394	Upper .579

Source: Primary Data

From the above table, it can be inferred that the probability value is 0.701 which is lesser than the 0.05 level of significance and hence we reject Ho. It can be concluded that there is a significant difference between the genders of the respondents regarding the social media reviews helping purchase decisions.

Table 2: Anova test for the gender of the buyer and the factor of considering a negative review in buying decision

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.619	4	.405	.555	.696
Within Groups	51.048	70	.729		
Total	52.667	74			

Source: Primary Data

From the above test, it can be inferred that there is a significant association between the gender of the buyer and the factor of considering a negative review in buying decision since the level of significance is 0.696 is greater than 0.05.

Ho: There is no significant difference between the time spent on social media and consumers' level of trustworthiness while buying furniture.

H1: There is a significant difference between the time spent on social media and the consumers' level of trustworthiness while buying furniture.

Table 3: One-way Anova for time spent on social media and the consumers'

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17.167	4	4.292	4.254	.004
Within Groups	70.620	70	1.009		
Total	87.787	74			

Source: Primary Data

From the above test, it can be inferred that there is no significant difference between the time spent on social media and the consumers' level of trustworthiness while buying furniture since the probability value is 0.004 which is lesser than the 0.05 level of significance.

Table 4: Coefficients for colors influence the social media reviews

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	1.435	.357		4.019	.000
1 @9Brands associated with colors	.424	.099	.448	4.286	.000

Source: Primary Data

From the above test, it can be inferred that the brands associated with colors influence the social media reviews given by the consumers after purchasing furniture since the probability value of 0.000 is lesser than the level of significance of 0.05 and hence the null hypothesis (Ho) is accepted.

Ho: There is no relationship between social media trustworthiness and social media creating loyal customers.

H1: There is a relationship between social media trustworthiness and social media creating loyal customers.

Table 5: Correlation for the relationship between social media trustworthiness and social media creating loyal customers

	@7Social media trustworthiness	@6Social media Creates loyal customers
Pearson Correlation	1	.441**
@7Social media trustworthiness Sig. (2-tailed)		.000
N	75	75
Pearson Correlation	.441**	1
@6Social media creates loyal customers Sig. (2-tailed)	.000	
N	75	75

Source: Primary Data

From the above test, it can be inferred that there is a relationship between social media trustworthiness and social media creating loyal customers as the probability value of 0.00 is lesser than the level of significance of 0.05 and hence the null hypothesis (H_0) is rejected.

Findings

It has been found that Women consider social media the most for Royaloak

It has been found that Women spend more time on Social media platforms

It is found that people who are aged between 20-25 use social media the most

It is found that 52% of the respondents agreed that negative reviews affect their buying decision

28% of people strongly agreed that brands are associated with colors.

It has been found that 28% of the people looking for Social media likes and followers trust the brand.

It is found that people are attracted more to Social media advertisements. It is found that 22.7% of the people agreed that social media is trustworthy

It is found that 38.7% of Royaloak customers are not using social media.

It is found that 30% of the Royal oak customers agreed that Social media creates loyal customers

It is found that 36% of the people are using Instagram

Conclusion

This research paper concludes that User Friendliness and Content Richness are significant factors that influence the Study on the impact of social media on customer preference regarding Royal oak. While most people are dependent on Social media for purchase decisions, shopping, entertainment, and learning. This shows that investing in Social media will give greater ROI for the brands like Royal oak. Recently there emerged a new field called Social media marketing and it is in high demand from the top brands. Promoting a brand is social media is cost-friendly and easier to reach more people.

REFERENCES

- Bashir, Z., Mansha, M., & Raja, W. (2022, March 15). How Does Social Media Influence the Customer's Buying Behavior during COVID-19? Evidence from Pakistan. Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4057301
- Buehlmann, U. (2010, May 20). Opportunities and Challenges of Furniture Manufacturers Implementing Mass Customization. Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1596414
- Goel, R., & Garg, S. (2018, December 06). India As a Marketplace: A Case Study of IKEA. Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3282924

- Gupta, L., & Kumar, R. (2022, May 03). Influence of social media advertisements on consumer's buying behavior: Empirical evidence from India. Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4093828
- Mahamayi, J., & Hemalatha, S. (2021, August 16). A Study on Impact of Social Media on Consumer'S Towards Hedonic Shopping (With Special Reference to Virudhunagar District). Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3904218
- Musayeva, S. A., Usmonova, D. I., & Usmanov, F. S. (2021, October 08). Problems with Marketing Research in the Furniture Market. Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3917609

PRODUCED WATER COMPONENTS, AND ITS RADIATION RISKS ASSESSMENT METHODOLOGY FOR HUMAN EXPOSURE TO “NORM”

Nacer HAMZA

Azerbaijan State Oil and Industry University, Faculty of fire risks management,
ORCID ID: 0000-0001-8076-1958

ABSTRACT

Produced water that has been reported to comprise Hydrocarbons, inorganic ions, dissolved gas, metals, and chemical treatment, in addition to NORM activity concentration, is considered a damaging waste resulting from the petroleum extraction process according to the significant concentration of naturally occurring radioactive material (NORM), is frequently disposed into nearby areas leading to the contamination that increases the possibility of human exposure to NORM in various pathways. This work aims to provide a comprehensive review of the produced water characterizations and the methodology often followed for assessing radiation risks of human exposure from oilfield companies around the globe. Absorbed dose results demonstrate a high level in most of the regions which exceed the recommended levels 84 nGy.h^{-1} , The external and internal hazard index are within the recommended levels, while high values of annual effective dose equivalent AEDE are remarkable in the world average that are quite equal to the recommended limits, Ra equivalent activity which rang from $(68-961.8) \text{ [Bq.Kg]}^{-1}$ is below the recommended limits in the majority of oilfield areas around the world. However, oil extraction is increasing, resulting in more produced water being disposed of, which is a genuine concern for human health, so an in-depth study is recommended focusing on produced water treatment or re-use as management methods instead of being disposed into the environment. Furthermore, the NORM waste and its influence could be abridged by obeying the endorsed standard environmental protection agencies.

Keywords: Produced water, NORM activity concentration, radiation assessment, human exposure, environmental contamination.

SMART AI GYM TRAINER

ANANTHAN L.

ABSTARCT

The enhanced performance of modern Artificial Intelligence algorithms has opened up limitless possibilities in the development of smart systems and devices. One of the most complex tasks for interactive devices is the analysis of human motion. However, using neural networks, movement can be classified and even understood. This paper proposes the use of an enhanced back propagation algorithm for developing a device that functions as a personal exercise trainer. It offers a full workout program, monitors the user's workout, counts down the reps and alerts the user when the move is performed incorrectly. Due to the real-time nature of the workout, an efficient algorithm must be used. The most popular one, the standard backpropagation (SBP) algorithm, updates weights using a fixed learning rate, which is optimized using trial and error. An improved algorithm, known as the Adaptive Modified Backpropagation (AMBP) algorithm, speeds up convergence by adapting the learning rate at each layer and at every epoch. In addition, the final error reached is significantly diminished by taking into consideration a new, linear error along with the standard nonlinear error. The feasibility of using AMBP to monitor and classify human motion is demonstrated by comparing system performance, specifically convergence speed and final error, with those obtained by standard algorithms.

Key Words: Supervised, Unsupervised Learning, Numpy, Pandas

ANALYSIS OF THE INCOME LEVEL OF COMMUNITIES WHO MANAGE COMMUNITY FORESTS

Lilik FAUZIAH

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Susni HERWANTI

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Master of Forestry, Universitas of Lampung

Indra Gumay FEBRYANO*

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Master of Forestry, Universitas of Lampung

Master in Environmental Science, Universitas of Lampung

Hari KASKOYO

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Master of Forestry, Universitas of Lampung

Master in Environmental Science, Universitas of Lampung

Christine WULANDARI

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Master of Forestry, Universitas of Lampung

Master in Environmental Science, Universitas of Lampung

NOVRIYANTI

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Dian ISWANDARU

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Arief DARMAWAN

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Master of Forestry, Universitas of Lampung

Master in Environmental Science, Universitas of Lampung

Yulia Rahma FITRIANA

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Master of Forestry, Universitas of Lampung

Master in Environmental Science, Universitas of Lampung

Rahmat SAFE'I

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Universitas of Lampung

Master of Forestry, Universitas of Lampung

Master in Environmental Science, Universitas of Lampung

Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung 35145 Indonesia

ABSTRACT

People's forest itself is a forest that grows on land encumbered by property rights or non-state property according to the Ministry of Forestry in 1999. The purpose of this study is to analyze the income of community forest managers. Data was collected by means of interviews addressed to community forest farmers. Data analysis used descriptive and quantitative analysis. The results of the research conducted showed that community forest farmers in their level of welfare were equivalent to living fairly or around 750kg/year/capita according to Sajogyo. Community forest communities on average plant coffee in plantations that harvest once a year. Managed community forests can achieve maximum income if farmers are able to manage their crops with the right knowledge and dosage.

Keywords: community forest, analysis, method, management

ENVIRONMENTAL CHANGES ASSESSMENT USING REMOTE SENSING (RS) AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)

Mona KAMYAR

Department of Range and Watershed Management, Torbat-e-Jam Branch, Islamic Azad University,
Torbat-e-Jam, Iran.

Mohammad Reza KHALEGHI *

Department of Range and Watershed Management, Torbat-e-Jam Branch, Islamic Azad University,
Torbat-e-Jam, Iran.

ABSTRACT

Today, due to the time-consuming and costly properties of the cartography method, many maps are provided using Remote Sensing (RS) in a short time and with acceptable accuracy. In this study, ASTER and ETM⁺ (LANDSAT) images have been used to provide land use, DEM, and drainage density maps. Kasilian Watershed (northern Iran) land use has been investigated using supervised classification technique and ETM⁺ image. Then ETM⁺ imageability in terms of different land uses separation was investigated. Also, Digital Elevation Model (DEM) was generated using an ASTER image in the south of Gorgan Gulf and then DEM accuracy was investigated. Channels network map was extracted analyzing topographic conditions by using DEM in GIS (ArcView) and results in accuracy were controlled and confirmed by comparing these results with topography maps.

Keywords: Remote Sensing, Cartography, Environmental changes, Iran.

MODELING OF GROUNDWATER SALINITY ON THE CASPIAN SOUTHERN COASTS

Mona KAMYAR

Department of Range and Watershed Management, Torbat-e-Jam Branch, Islamic Azad University,
Torbat-e-Jam, Iran.

Mohammad Reza KHALEGHI *

Department of Range and Watershed Management, Torbat-e-Jam Branch, Islamic Azad University,
Torbat-e-Jam, Iran.

ABSTRACT

This research has been done to investigate the factors of groundwater salinity and to present a model for estimating groundwater salinity on the Caspian southern coasts. So, these data were provided: water qualitative experimentations in this area, annual precipitation, and evaporation, groundwater depth, surface water salinity, soil infiltration (hydraulic conductivity), topography, and distance from the Caspian Sea. Then, the Multivariate regression analysis (MRA) was used by using SPSS software. In this stage, groundwater $\overline{EC}$ has been used as a variable for water salinity or dependent variable and groundwater salinity factors have been used as independent variables. A linear model and a non-linear model were presented. Then, the model's efficiency was considered by using these models in the areas their data were not used to present the models. Finally, using the presented non-linear model and implementing GIS, a groundwater EC average map was prepared in the east of Mazandaran province

Keywords: Salinity, model, Groundwater, Multivariate Regression, Caspian coasts.

THE EFFECTS OF LAND-USE CHANGE ON SOIL EROSION AND RUNOFF GENERATION

Mona KAMYAR

Department of Range and Watershed Management, Torbat-e-Jam Branch, Islamic Azad University,
Torbat-e-Jam, Iran.

Mohammad Reza KHALEGHI *

Department of Range and Watershed Management, Torbat-e-Jam Branch, Islamic Azad University,
Torbat-e-Jam, Iran.

ABSTRACT

Land use and vegetation are important factors in soil erosion and runoff generation. This research has been done by using a runoff-rainfall model, a sediment-erosion model, Geographical Information System, and Remote Sensing to determine the hydrologic effects of deforestation in Kasilian Watershed (north of Iran). A runoff-rainfall model has been presented by using GIS (HEC-GeoHMS extension) and hydrologic model (HEC-HMS). The SCS method has been used for presenting the hydrologic model. It is noted that the optimized model is evaluated by the other six events of floods. Then, the optimized model has been validated. EPM model has been applied in a GIS environment to simulate soil erosion and sediment rate. In recent decades, deforestation has increased the runoff and sediment generation potential in the Kasilian watershed.

Keywords: Deforestation, Runoff, Sediment, Kasilian watershed.

PHYTOCHEMISTRY AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF COMMON GREEN LEAFY VEGETABLES

Dr. N. K. Udaya PRAKASH

Department of Biotechnology, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, Pallavaram, Chennai, India

ORCID ID: 0000-0003-2489-7118

Mr. V. SRIRAMAN

Department of Chemistry, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies, Pallavaram, Chennai, India

N. SRIPRIYA

M. MANIKANDAN

R and D, Marina Labs, Nerkundram, Chennai 600107, India

Dr. S. BHUVANESWARI

Department of Botany, Bharathi Women's College, University of Madras, Broadway, Chennai 600108, India

ABSTRACT

Man has identified edible and non edible plants before civilization. Among the edible plants, green leafy vegetables are used as a major source of food as they contain required nutrients and minerals which are utmost important to maintain human health. In this study, few common green leafy vegetables which are widely used in India nowadays are studied for their antioxidant potency. Eight different green leafy vegetables like Araa Keerai (*Marsilea quadrifolia*), Paruppu Keerai (*Portulaca oleracea*), Pasalai Keerai (*Portulaca quadrifida*), Paalak Keerai (*Spinacea oleracea*), Venthaya Keerai (*Trigonella foenum- graeum*), Mulai Keerai (*Amaranthus blitum*), Pulichai Keerai (*Hibiscus cannabius*) and Green Ponnanganni Keerai (*Alternanthera sessilis*) were procured from the market and evaluated for their antioxidant potency. The methanolic extract of the fresh leaves of green vegetables under cold percolation method were evaluated for the presence phytochemicals like Total phenolic content, total flavonoid content and total antioxidant content were evaluated. Further, their free radical scavenging ability were analysed using DPPH, ABTS, FRAP and TBA assays. Wide differences were recorded among the green leafy vegetables thus, representing their specific medicinal applications. The study confirms that the green leafy vegetables are possessing medical application apart from nutrition.

Keywords: Green leafy vegetables, Phytochemistry, Antioxidant, Nutrition, Medicinal application.

EFFECT OF WATER STRESS & MULCH ON GERMAN CHAMOMILE (*MATRICARIA CHAMOMILLA* L. var. VALLARY) YIELD AND YIELD COMPONENTS

Houman HONARY

Dep. of Horticulture, Torbat jam Branch, Islamic Azad University, Torbat jam, Iran

ABSTRACT

German chamomile (*Matricaria chamomilla* L. var. Vallary) is an annual herb belonging to the Asteraceae family; Chamomile flowers contain a blue essential oil (from 0.25 to 1.35 per cent) which has a variety of therapeutic uses. About 120 chemical constituents have been identified in chamomile as secondary metabolites, including 28 terpenoids, 36 flavonoids and 52 additional compounds with potential pharmacological activities.

In order to study the effect of water stress levels (irrigation at 100, 80, 60% of field capacity) and mulch type (no mulch or control, dry lemon grass mulch, plastic mulch) on German chamomile yield and yield components, a pot experiment was conducted in factorial experiment through completely randomized design with nine treatments and three replications in growth chamber.

The result of statistical analysis showed that treatments have significant effects on yield and yield components. Highest amount of fresh and dry flower yield were obtained from irrigation at 80% of field capacity with lemon grass mulch.

Keywords: Water stress, mulch, chamomile flower yield, proline

MACROPHAGE TARGETING WITH RIFAMPICIN-LOADED NANOTRANSFEROSOMAL GEL FOR TREATMENT OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS

Kanwal SHABBIR

Fakhar UD-DIN

Maryam ANWAR

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

ABSTRACT

Aim: Targeted and localized drug delivery via dermal route is an effective approach to improve drug delivery and reduce drugs associated toxicities, most particularly treating cutaneous leishmaniasis (CL), which otherwise are difficult to achieve via oral and parenteral routes. Aim of this study is targeting of rifampicin (RIF)-loaded nanotransfersomes (NTs) incorporated in chitosan gel for leishmania-infected macrophages via the topical route.

Materials & methods: NTs were prepared through a thin-film hydration process and incorporated into chitosan gel to allow the retention of RVCT to the infected skin and reduce the drugs toxicity.

Results: The mean particle size of the NTs was 190 nm, with 83% encapsulation efficiency. The permeation rate of the NTs was threefold higher than that of the RIF solution. The NTs improved cellular internalization via passive targeting, which was confirmed by macrophage uptake evaluation. A low IC₅₀ value, flow cytometry analysis and in vivo study demonstrated the RIF-loaded NTs enhanced apoptosis and had better antileishmanial effects.

Conclusion: RIF-loaded NT gel could be a fitting carrier for the delivery of antileishmanial drugs in cutaneous leishmaniasis.

Keywords: Leishmaniasis; Rifampicin; Nanotechnology; Transfersomal gel; Drug delivery system

LATE- ONSET SEPSIS(LOS)OF PRETERM NEWBORNS

Nana JINCHARADZE

Doctor in Medicine , Professor, Tbilisi, Georgia. European University, Tbilisi, Georgia

ABSTRACT

OBJECTIVE: Newborns Sepsis one from frequent medical problems of Preterm Newborns during treatment and care process in the NICU due to requirement of invasive procedures ; Clinical manifestation of neonatal Sepsis during LOS mostly associated with clinical manifestation of symptoms of meningitis and pneumonia , which usually are non-specific; Goal of this work was to study dynamic of non-specific markers of inflammation –CRP/PC and T4/TSH.

Materials and Methods: Were studied 41 preterm newborns, who were had gram –negative sepsis. . Was studied the level of CRP (c-reactive protein) , PC (Pro calcitonin) during manifestation of Pneumonia, which was proofed by CXR (Chest radiograph);Meningitis was documented by CSF(cerebrospinal fluid);was studied CBC; Blood and CSF culture tests in All case was growth gram-negative bacteria - E. Coli and S. marcescens , K. pneumonia.

Results: Level of T4 was decreased before treatment ; Level of TSH was increased ; CRP/PC was increased ;During recovering, was shown tendency of normalization of thyroid gland function ; Other hand response of hypothesis was adequate and level of TSH was in scope of norm; Research was statistically reliable ($p<0,005$).Level of CRP/PC was decreased gradually and was proper to improvement of clinical pictures before make LP for CSF and CXR.

Conclusions: 1.During LOS of Preterm Newborn initial period of diseases was decreased T4 and elevation of TSH, CRP and PC both was increased, during LOS of Preterm Newborn ; All this tests relabel use for assessment of process of effectiveness of treatment of LOS.

Keywords: LOS of Newborn, CRP/PC,T4/TSH.

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A NOVEL FUNCTIONAL EXCIPIENT NANO GEL FOR THE ASSESSMENT OF PSORIASIS THERAPY

Rahmuddin KHAN*

ORCID ID: 0000-0002-3569-946X

Department of Pharmaceutics, School of Pharmaceutical Education and Research, Jamia Hamdard, New Delhi, Delhi 110062, India

Background: Epidermal keratinocytes exhibit uncontrolled proliferation and poor differentiation in psoriasis, a chronic, immune-mediated skin disease. The prevalence rate of psoriasis in the worldwide varies from 0.09% to 11.43%, making it a severe health issue. Numerous therapeutic approaches have been investigated, including systemic medication, topical therapy, phototherapy, immunomodulators, and vitamin D derivatives. Topical treatment is always favoured among them because to its accuracy, simplicity, and lower systemic impact.

Objective: Thymoquinone (TMQ) and fulvic acid are combined as a dual specifically aimed combinatorial colloidal gel for the treatment of plaque psoriasis (FA). FA works as an anti-inflammatory agent, and TMQ is anticipated to diminish the levels of pro-inflammatory cytokines.

Methods: In vitro release, zeta potential, viscosity, transmittance (%), globule size distribution, and ex vivo experiments were performed after low energy emulsification approaches were used to develop nano formulations containing peat-sourced FA as well as in conjunction with TMQ. SEM and TEM were employed to evaluate the morphology of the optimised formulation, and they revealed that it had a reasonably spherical shape and a good correlation with a study of the particle size distribution.

Results: Using the animal model of BALB/c mice, the formulations' efficacy to treat diseases and enhance permeability were assessed.

Conclusion: The purpose of the current study is to obtain proof of concept (PoC) in support of the excipient's applicability as a functional excipient both on its own and in conjunction with TMQ in an optimised dual targeted new colloidal gel formulation for the treatment of psoriasis.

Keywords Fulvic acid , Nanogel , Anti-psoriasis

FABRICATION OF ELECTROSPUN METAL OXIDE NANOFIBERS FOR BIOMOLECULAR RECOGNITION

Tehreem Ul WARA
Bahauddin Zakariya University

ABSTRACT

Biomolecules are the fundamental constituents of the living organisms as they are involved in a number of biochemical reactions and provide a hub for metabolism. Biomolecular analysis is of integral responsibility of the current time as it's the need of hour to accommodate the highly accurate and sensitive detection system with selectivity and stability to diagnose and treat the diseases as early as possible. These biomolecules are involved in a number of genetic and metabolic diseases because of irregularities and alteration in their level. In this study, we fabricated a robust, sensitive and selective non-enzymatic electrochemical sensor for the detection of Adrenaline (AD) from AD related illnesses. We provided novel sensing platform on the basis of bioinspired Fe loaded- N doped- Porous Carbon catalyst using hydrothermal approach decorated on CA/PANI- Electrospun Nanofibers deposited on Ni-foam. The resultant fabricated electrode possesses high surface area and large number of active sites that makes the electron shuttling fast. The morphological and structural analysis of fabricated material was done by using Field-emission scanning electron microscope (FE-SEM), X-ray Diffraction (XRD) and Fourier transform Infrared Spectroscopy (FTIR). The designed electrode exhibited excellent sensitive and selective performance towards the monitoring of Adrenaline (AD). This electrochemical analysis is done by performing Cyclic Voltammetry (CV), Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) and Amperometric analysis. To the best of our knowledge this is the first study on using the bioinspired $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-N@PC-CA/PANI-ENFs}$ electrode for the electrochemical sensing of Adrenaline (AD).

CHARACTERIZATION, IMMOBILIZATION AND EVALUATION OF BACTERIOCINS PRODUCED BY LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM SEVERAL ARTISANAL FOOD PRODUCTS OF MOROCCAN ORIGIN

Ghita BENKIRANE*

Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer BP 2202, Fez, Morocco.

Laboratoire d'Automatique, de Génie des Procédés et de Génie Pharmaceutique. Université Claude
Bernard Lyon 1, CNRS 5007, 69622 Villeurbanne, France.

Emilie DUMAS

Laboratoire d'Automatique, de Génie des Procédés et de Génie Pharmaceutique. Université Claude
Bernard Lyon 1, CNRS 5007, 69622 Villeurbanne, France.

Laila MANNI

Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer BP 2202, Fez, Morocco.

Adem GHARSALLAOUI

Laboratoire d'Automatique, de Génie des Procédés et de Génie Pharmaceutique. Université Claude
Bernard Lyon 1, CNRS 5007, 69622 Villeurbanne, France.

Samir ANANOU

Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer BP 2202, Fez, Morocco.

ABSTRACT

The present study aimed to select new bacteriocin-producing strains from traditional Moroccan foods, to immobilize their bacteriocins and to evaluate their safety and probiotic potential.

Among all the LAB isolated (664 isolates), *Enterococcus durans* F21, isolated from fermented milk, was the only strain remarkably endowed with interesting, stable, heat-resistant, and pH-resistant antimicrobial activity. *E. durans* F21 was identified by API 20 Strep gallery and later by 16S rRNA gene analysis.

Its bacteriocin was active against pathogenic strains including *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Enterococcus faecalis* and *Mycobacterium smegmatis*. Immobilization of enterocin F21, using a freeze-drying process, showed strong anti-*Listeria* activity.

The safety properties of the *E. durans* F21 strain, in particular hemolytic activity, presence or absence of virulence factors, resistance to antibiotics, as well as other technological properties (Auto-aggregation, co-aggregation, formation of biofilms, acidification ability, etc.) have shown satisfactory results, reinforcing its safety and its potential application as a protective strain in food (bio-preservative).

Keywords: *Enterococcus durans*; bacteriocin; freeze-drying; *Listeria monocytogenes*.

EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF SOME INTESTINAL PARASITES PREVALENT IN AL-DIWANIYAH CITY-IRAQ

Khaled Thamer Matar AL-SHAIBANI

Department of Biology, College of Eeducation, University of Al-Qadisiyah, Iraq

Hiba Riyadh AL-ABODI

Department of Environment, College of Science, University of Al-Qadisiyah, Iraq

Asifa Matrood Yassin ALMAEHI

Department of Biology, College of Eeducation, University of Al-Qadisiyah, Iraq

ABSTRACT

Many parasites spread in the environment and have the ability to infect humans with different diseases in its different organs. These parasites are specialized types that live in the intestines and are called (intestinal parasites). The current study was concerned with an epidemiological study of intestinal parasites in Al-Diwaniyah Governorate for the period from January 2021 to July 2021. All stool samples were from patients with diarrhea during the specified period of the study, the samples were examined microscopically in the laboratory to diagnose the type of parasite that causes infection. The results indicated the dominance of *Entamoeba histolytica* during the study period, followed by *Giardia lamblia* and then *Cryptosporidium parvum*. The pathological symptoms varied, which differed according to the physical condition of the patients, age group, health habits and gender and associated diseases as well. It is necessary to evaluate intestinal parasite infections, especially in children, to avoid the most severe symptoms, which may negatively affect the physical development of children, causing serious symptoms that may lead to death. We call for more studies interested in intestinal parasites.

Keywords: *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*.

MYCETOMA : NEGLECTED TROPICAL DISEASE

Pooja RASAL*

Department of Pharmacology, SNJB'S SSDJ College of Pharmacy.Chandwad, Dist.Nashik,India.

Aman UPAGANLAWAR

Department of Pharmacology, SNJB'S SSDJ College of Pharmacy.Chandwad, Dist.Nashik,India.

ABSTRACT

Mycetoma is a unique neglected tropical disease, commonly known as 'Madura Foot'. It is a specific chronic, granulomatous, inflammatory disease. It usually involves the subcutaneous tissue, most probably after traumatic inoculation of the causative organism. Mycetoma is caused by fungi (eumycetoma) and bacteria (actinomycetoma), with similar clinical feature. Diagnosis is based on the clinical presentation and identification of the etiological agents in the tissue, by clinical imaging / laboratory test. These includes direct microscopy and cytological, histopathological, and immunohistochemical techniques in addition to the classical grain culture.s Lesions are mainly found in feet followed by legs. Surgical debulking of larger lesions with systemic therapy is commonly used treatment in the management of mycetoma, having cure rate about 60-90%.It has prolonged, progressive and indolent course, and if untreated, it ultimately leads to destruction of deeper tissue and bones, resulting in deformity and disability. The disease is characterised by tumefaction, draining sinuses, and the presence of grains. This disease has high morbidity.

Keywords: mycetoma, eumycetoma, actinomycetoma, etiology

TAU PROTEIN: ROLE IN NEURODEGENERATIVE DISEASE

Chavan DIPTI

Department of Pharmacology, SNJB's SSDJ College of Pharmacy. Chandwad, Dist. Nashik, India

Swati JADHAV

Department of Pharmacology, SNJB's SSDJ College of Pharmacy. Chandwad, Dist. Nashik, India

Aman UPAGANLAWAR

Department of Pharmacology, SNJB's SSDJ College of Pharmacy. Chandwad, Dist. Nashik, India

ABSTRACT

The abnormal deposition of protein in & around neurons is a common pathological feature of many neurodegenerative disease. Tau protein is a target for the prevention or treatment of tau - associated neurodegenerative disease , collectively called tauopathies .

Tau protein is the microtubule assisted protein in the brain . The primary role of the protein is maintaining the stability of microtubule in axons .The many functions of the tau protein are microtubule stabilization , behaviour, gene expression , inhibition of tau aggregation . The tau protein is bind to a microtubule & hyperphosphorylation is occur then formed the neurofibrillary tangle. The phosphorylation of tau protein required the tau protein kinase like pyroline directed protein kinase, non pyroline directed protein kinase, tyrosine protein kinase etc.

The roles of tau protein in the various neurodegenerative diseases are Alzheimer disease, progressive supranuclear palsy, pick disease, Parkinson disease, frontotemporal dementia etc. Tau protein become defective & fail to adequately stabilize microtubule , which can result in the generation of abnormal masses that are toxic to neuron.

Keywords:

Tau protein, Neurodegenerative disease, Microtubule stabilization, Alzheimer disease, Parkinson disease, frontotemporal dementia, pick disease

LESCH NYHAN SYNDROME: AN UPDATE

Vyavahare PRIYANKA

Department of Pharmacology, SNJB's SSDJ College of Pharmacy. Chandwad, Dist. Nashik, India

Mahajan MANOJ

Department of Pharmacology, SNJB's SSDJ College of Pharmacy. Chandwad, Dist. Nashik, India

Aman UPAGANLAWAR

Department of Pharmacology, SNJB's SSDJ College of Pharmacy. Chandwad, Dist. Nashik, India

ABSTRACT

Lesch–Nyhan syndrome (LNS) or Kelley - Seegmiller syndrome is a rare X - linked recessive disorder, that occurs almost exclusively in males. This is an inborn disorder is caused by a deficiency of the enzyme hypoxanthine-guanine phosphoribosyl transferase (HGPRT) an enzyme of purine salvage pathway. It is disorder of purine metabolism and It is characterized by neurological and behavioral abnormalities and the overproduction of uric acid. The HGPRT deficiency causes a build-up of uric acid in all body fluids. Hypoxanthine degraded into xanthine and uric acid in the liver by the enzyme xanthine oxidase. The combination of increased synthesis and decreased utilization of purines leads to high levels of uric acid production. LNS is characterized by three major signs: uric acid overproduction (hyperuricemia), neurologic dysfunction, and cognitive and behavioral disturbances including self -mutilation behaviour, aggression, mental retardation, neurological abnormalities, Kidney stones, Arthritis, Gout, etc. LNS itself not be treated only symptoms can be treated, there is no standard treatment for the neurological symptoms of LNS Carbidopa, Diazepam, Phenobarbital, Haloperidol etc like allopathy medicine may relive the pain but not cure the LNS.

Keywords:

Lesch Nyhan Syndrome (LNS), Seegmiller syndrome, Hypoxanthine-guanine phosphoribosyl transferase (HGPRT) deficiency, Gout, Uric acid overproduction.

THE VALUE OF FECAL MARKERS IN PROGNOSTICATING WORSENING IN INFLAMMATORY BOWEL DISEASES

Shingi Anand RAJENDRA*

Department of Pharmacology, SNJB'S SSDJ College of Pharmacy, Chandwad, Dist. Nashik, India

Aman UPAGANLAWAR

Department of Pharmacology, SNJB'S SSDJ College of Pharmacy, Chandwad, Dist. Nashik, India

Jadhav SWATI

Department of Pharmacology, SNJB'S SSDJ College of Pharmacy, Chandwad, Dist. Nashik, India

ABSTRACT

Inflammatory bowel disease (IBD) is characterized by periods of symptomatic remission and relapse. Fecal markers have emerged as new diagnostic tools to detect and monitor intestinal inflammation. In various diseases fecal markers gives its importance in detection of diseases fecal stool markers new diagnostic tool to detect intestinal inflammation such as Ulcerative colitis, Crohn's Disease, Cancer, Pancreatic Cancer, Colorectal Cancer, Collagenous Colitis, Paediatric inflammatory Disease, Colorectal polyps, Pouchitis usual method of collection for stool are acceptable. Specialize devices such as (sche-Bo-E1 Quick-prep, Cat-No-07-Quick). ELISA-Enzyme Linked Immunosorbent Assay ELISA is used for assaying the stool sample Diagnosis and assessment of inflammatory bowel disease has so far been based on clinical evaluation, serum parameters, radiology and endoscopy. Fecal markers such as calprotectin or lactoferrin have emerged as new diagnostic tools to detect and monitor intestinal inflammation. Following these discoveries numerous additional markers, including S100A12, M2-PK, metalloproteinases, haemoglobin, myeloperoxidase, lysozyme, polymorphonuclear elastase, neopterin, and nitric oxide, have also been suggested as novel markers of IBD. But only FC and FL are used for the management of clinical IBD patients. Laboratory markers have been investigated as a means of reducing the need for endoscopic assessment by providing an accurate, objective measurement of inflammation. Studies have found that biomarkers such as fecal calprotectin (FC) may have a role in monitoring for post-resection recurrence, particularly of Crohn's Disease. While the utilization of biomarkers instead of endoscopic monitoring is important in this setting, the focus of this presentation is on prognosticate worsening outside of post-surgical recurrence. The objective of this presentation focuses on their potential clinical applications and limitations in the management of inflammatory bowel disease.

Keywords: Crohn's disease; Inflammatory bowel disease; Fecal calprotectin; fecal markers; fecal lactoferrin; ulcerative colitis.

**FINITE ELEMENT ANALYSIS OF SHEAR FAILURE MECHANISM IN T-BEAMS
MADE WITH COARSE SINTERED-PULVERISED FUEL ASH, LYTAG,
AGGREGATE AND NATURAL SAND**

***Adegbesan Ololade O.**

Department of Civil Engineering, The Federal Polytechnic Ilaro Ogun State Nigeria

Olugbenga Babajide SOYEMI

Department of Civil Engineering, The Federal Polytechnic Ilaro Ogun State Nigeria

ABSTRACT

The world's focus now shifting on sustainability and the construction community is aligning itself by adopting sustainable materials in concrete as an integral part of construction works. Finite Element Analysis software, ADINA was used to modelled the effect of longitudinal steel ratios, shear span-effective depth ratios and concrete strength on shear failure of concrete T-beam. The analysis type adopted is the static where small displacement formulation was performed. The resulting non-linear equilibrium equations were solved using automatic time stepping (ATS) with a constant increase in the displacement by 0.1mm per load step. The deformation characteristics of the beam with no shear reinforcement showed that the shear mode is brittle and the first crack occur mostly at the ultimate value of the load on the beams while the failures mode of beams with shear reinforcement the beams were ductile. The results showed that the shear resistance of the beams depends on both the shear span-effective depth (a/d) ratio and the longitudinal steel percentage as evident in the modelled beams

Keywords: ADINA, Brittle, Ductile, Shear Resistance, Sustainability, T-beams

ELABORATION OF A NEW DEEP EUTECTIC SOLVENT FOR CELLULOSE DISSOLUTION: THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY

Omar AZOUGAGH

Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohamed First University Morocco

ORCID ID: 0000-0002-8692-0304

Loubna JABIR

Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohamed First University Morocco

ORCID ID: 0000-0003-2349-9708

Hayat El HAMMI

Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohamed First University Morocco

ORCID ID: 0000-0002-8985-6838

Mohamed NOR

Faculty of Sciences and Techniques, Abdelmalek Essaadi University, Morocco

ORCID ID: 0000-0002-9090-5457

Soumya ESSAYEH

Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohamed First University Morocco

Hassan AMHAMDI

Faculty of Sciences and Techniques, Abdelmalek Essaadi University, Morocco

ORCID ID: 0000-0002-6693-5752

Abderrahmane El IDRISSE

Faculty of Sciences of Oujda, Mohamed 1st University, Morocco

Mohamed ABOU-SALAMA

Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohamed First University Morocco

ORCID ID: 0000-0003-1621-2772

Soufian EL BARKANY

Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohamed First University Morocco

ORCID ID: 0000-0003-3756-2237

ABSTRACT

In this work, the Benzyltriethylammonium/urea Deep Eutectic Solvent was used as a new medium for cellulose dissolution. However, in order to evaluate the cellulose structural change during dissolution/regeneration; intrinsic viscometry measurements of untreated and regenerated cellulose samples were performed. Therefore, the new solvent system does not significantly affect the chain length of dissolved cellulosic samples. X-ray diffraction was used to analyze the crystalline behavior and cellulose polymorphism change, generated by the dissolution of cellulose in DES (BTEAB/Urea). Experimental results are combined with in-depth theoretical studies in order to understand the evolution of cellulose-DES interactions at the atomic scale. Where the mechanisms of DES formation and the evolution of cellulose-DES interactions are characterized in terms of hydrogen bond numbers and radial distribution functions using molecular dynamics. To explain the mechanism of cellulose dissolution in new DES, the Functional Density Theory (DFT) was investigated. Subsequently, topological characteristics (potential energy density, electron density Laplacian, energy density, and kinetic energy density) are calculated at the bond crucial points (BCP) between cellulose and DES using Atoms-in-molecules (AIM) and Quantum Bader's theory.

Furthermore, the RDG was exploited as a computational tool to determine and localize the non-

covalent interactions in the DES-cellulose system.

Keywords: Deep Eutectic Solvent (DES), Benzyltriethylammonium Bromide (BTEAb), cellulose, Urea, DFT

ZnCo-C DECORATED ELECTRO-SPUN NANO-FIBERS FOR ELECTRO-CATALYTIC WATER SPLITTING

Research Assist. Muhammad Waseem FAZAL
COMSATS University Islamabad, Pakistan

ABSTRACT

Developing clean and highly efficient electrocatalyst for oxygen evolution reaction (OER) is one of the key step for water oxidation. Herein, we report a simple solvothermal approach and electrospinning technique to fabricate electrospun nanofibers on nickel foam and modified by ZnCo-C wrapping to form as a noble metal-free efficient electrocatalyst for oxygen evolution reaction (OER) in an alkaline medium. Fabricated electrocatalyst manifests an improved OER electrocatalytic activity by exhibiting lower onset potential (1.34V vs. RHE), Tafel slope 42 mV/dec, and high stability due to fast and smooth electron transport due to high adsorption capability owing to the presence dense extended dendritic fibrous network, high electrochemical active surface area, coexistence of micropores and mesopores are conducive to the transport and transfer of protons and electrons in the OER process and the synergistic effect of ZnCo-C and electro spun fibers.

ZERO-CARBON CITIES

Rudra Prabu.S.

Bannari Amman Institute of Technology, Erode, India.

Vikram K. M.

Bannari Amman Institute of Technology, Erode, India.

ABSTRACT

Cities occupy just 3 percent of the Earth's land but account for 60 to 80 percent of energy consumption and at least 70 percent of carbon emissions. Thus, creating safe, resilient, and sustainable cities is one of the top priorities of the Sustainable Development Goals in today's world. In the process of low-carbon city construction, it is required to start by reducing carbon emissions, developing low-carbon energy, designing green transportation planning, upholding the five concepts of innovation, coordination, greenness, openness, and sharing, and exploring low-carbon eco-city planning strategies and methods. These cities should be self-sufficient in energy which can be sourced from non-conventional resources and also with sustainable buildings. At present, a zero-carbon city is not just a conceptual idea, it is already being planned and developed in many parts of the globe and the Masdar City in Abu Dhabi, UAE and Dongtan in China are the pioneers in the dream of building the world's first carbon neutral city. These cities will rely on solar energy and other renewable sources for their power needs.

Keywords: Carbon Emission , Zero-Carbon City , Green Transportation , Sustainable Buildings , Non-conventional resources

RELATIONSHIP BETWEEN CRP, FERRITIN IN INFECTIOUS PEOPLE AND COVID-19 WITH META-ANALYSIS

Omkar VALVADE*

Department of Pharmacology, SNJB's SSDJ College of Pharmacy, Chandwad, Dist. Nashik India.

Aman UPAGANLAWAR

Department of Pharmacology, SNJB's SSDJ College of Pharmacy, Chandwad, Dist. Nashik India.

ABSTRACT

As of the 28th April 2020, the COVID-19 widespread has invaded over 200 nations and influenced over three million affirmed individuals. We audit diverse biomarkers to assess in case they are able to foresee clinical outcomes and relate with the seriousness of COVID-19 disease Methods: A precise audit of the writing was carried out to recognize important articles utilizing different databases. Catchphrases to refine the look included 'COVID-19', 'SARS-CoV2', and 'Biomarker C - reactive protein', among others. The ponder included 68 individuals coming to the AL-Najaf Healing centre's , who are suffering from disease by COVID-19 for a period of 2 months, from April to May month 2020. Draw 5 ml of blood for the estimation of CRP and Ferritin in patients' blood. Significance: In spite of the fact that investigate is still in its early stages, the revelation of how distinctive biomarkers and c-reactive protein behave during the course of the illness might offer assistance clinicians in distinguishing extreme infection prior and subsequently improve prognosis.

Keywords: COVID-19, Biomarker- C-reactive protein, Ferritin.

REPRODUCTIVE CYCLE OF THE BIVALVE ARK SHELL *Arca noae* (Bivalvia; Arcidae) FROM THE BIZERTE LAGOON (NORTHERN TUNISIA)

Feriel GHRIBI

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia.

Imene CHETOUI

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia

Safa BEJAoui

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia
High institute of Aquaculture and fishing of Bizerte, BP15, 7080 Menzel Jemil, Tunisie

Chaima FOUZAI

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia.

Rosa ZUPA

Veterinary Clinics and Animal Production Unit, Department of Emergency and Organ Transplantation,
University of Bari Aldo Moro, Valenzano, Italy

Giambattista BELLO

Veterinary Clinics and Animal Production Unit, Department of Emergency and Organ Transplantation,
University of Bari Aldo Moro, Valenzano, Italy

Nejla SOUDANI

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia

Aldo CORRIERO

Veterinary Clinics and Animal Production Unit, Department of Emergency and Organ Transplantation,
University of Bari Aldo Moro, Valenzano, Italy

Dr. Bejaoui and Dr. Fouzai contributed equally to this work.

ABSTRACT

The reproductive strategy of an unexploited population of *Arca noae* from the salt-water Bizerte Lagoon (Tunisia, western Mediterranean) was studied. In total 309 individuals, collected monthly from October 2013 to September 2014, were examined; 142 were females, 42 were males and five were hermaphrodites. The histological study of the gonads showed that *A. noae* is characterized by continuous annual reproductive activity. Indeed, two phases of maturation and spawning were observed. A first phase of rapid gonad maturation occurred in October–November and was followed by a long spawning period (1st spawning) characterized by slow gamete release from November to March. Then, a second phase of long maturation occurred at the end of spring–summer (from April to June–July), followed by massive spawning from July–August to September (2nd spawning). The mature oocyte density (MOD) showed that the first spawning period was less vigorous than the second one. These data also indicated that *A. noae* is a multiple spawner. Only five hermaphroditic individuals were observed during the study period. Hermaphroditism appears to be a potential trait in *A. noae*, which is expressed to maintain population homeostasis, under the influence of biotic or abiotic factors.

The present study, carried out on an unexploited (sub) population, widened the frame of the *A. noae* reproductive strategies and further corroborated it. Present results represent a landmark for a future management of the Bizerte Lagoon *A. noae* stock.

Keywords: Bizerte lagoon; *Arca noae*; Reproduction; Oocyte density

**BIOMETRIC RELATIONSHIPS FOR THE BIVALVE ARK SHELL *Arca noae*
(*Bivalvia*; *Arcidae*) FROM THE BIZERTE LAGOON (NORTHERN TUNISIA)**

Feriel GHRIBI

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia

Safa BEJAoui

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia
High institute of Aquaculture and fishing of Bizerte, BP15, 7080 Menzel Jemil, Tunisie

Imene CHEToui

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia

Wafa TRABELSI

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia

Michel MARENGO

Station de Recherche Sous-marines et Océanographiques

Nejla SOUDANI

Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, Tunis Faculty of Science,
University of Tunis El Manar- 2092 Tunis-Tunisia

Dr. Chetoui and Dr. Trabelsi contributed equally to this work

ABSTRACT

Bivalves are known to exhibit wide morphological variations, which are closely linked to their ecology and reproductive activity. Therefore, the study of growth is necessary to model population dynamics, which, in turn, is crucial to support the exploitation and management of stocks as well as the development of effective measures for the protection of aquatic organisms. The bivalve Ark shell *Arca noae* has a great economic interest and very appreciated by the consumers in the northern shores of the Mediterranean. Despite its importance, no studies have been carried out about the morphological variations in the Ark shell *A. noae* population from the Bizerte lagoon. Thus, the current study aimed to analyze the shell morphological variations in the bivalve Ark shell *Arca noae* collected monthly during the period from October 2013 to September 2014 from the Bizerte lagoon (northern Tunisian coasts). Allometric relationships established between linear variables (shell length and height) and ponderal variables (total weight) as well as the relative growth between variables (isometry vs allometry) were analyzed. All morphometric relationships were highly significant with high correlation coefficients (R^2 : 0.604-0.903). Seasonal monitoring of the linear and weight relationship in *A. noae* population suggested the presence of negative allometric growth during the seasons which indicated that Ark shells are growing faster in length than in height and weight.

Overall, linear and weight growth in *A. noae* from the Bizerte lagoon was found to be uniform and synchronous over the seasons and seems not to be influenced by the reproductive cycle of the species.

This preliminary study will be useful for further research studies in biology, ecology and stock management.

Keywords: Bizerte lagoon; *Arca noae*; Shell morphology; Allometry

THE RADIOPROTECTIVE ACTIVITY OF PLANTS AGAINST GAMMA RADIATION

Neelam NAGORA

Department of Zoology Govt. Girl's College Ajmer (India)

ABSTRACT

Due to a wide range of medicinal, agricultural, and industrial applications, human radiation exposure has increased significantly in recent years. Despite its benefits, radiation harms cells and tissues, mostly by producing free radicals, which cause significant damage to biological systems through processes including DNA double/single-strand breakage, protein alteration, and activation of lipid peroxidation pathways. Radiation also causes hereditary genotoxicity, which destroys genetic material. As a result, developing countermeasures to radiation-induced damage is deemed critical. Several plants, including *Ginkgo biloba*, *Centella asiatica*, *Hippophae rhamnoides*, *Ocimum sanctum*, *Panax ginseng*, *Podophyllum hexandrum*, *Amaranthus paniculatus*, *Emblia officinalis*, *Phyllanthus amarus*, *Piper longum*, *Tinospora cordifolia*, *Mentha arvensis*, *Mentha piperita*, *Syzygium cumini*, *Zingiber officinale*, *Ageratum conyzoides*, *Aegle marmelos*, and *Aphanamixis polystachya* contain different phytochemicals including the flavonoids, terpenoids, lignans, sulfides, polyphenolics, carotenoids, coumarins, saponins, plant sterols, curcumins, and phthalides with biological activity that can provide radioprotective activity and also possess hypolipidemic, antiplatelet, antitumor, or immune-stimulating properties that may be useful adjuncts in helping reduce the risk of various diseases. By scavenging free radicals and improving the antioxidant state, radioprotective plants protect against radiation-induced damage. The fractionation-guided assessment might lead to the rapid creation of optimum radioprotectors.

Keywords: Radiation, Radioprotective plant, Polyphenolics, Phytochemicals

**INCORPORATION OF Ω 3 FATTY ACIDS IN THE DIETS OF NILE TILAPIA
JUVENILE (*OREOCHROMIS NILOTICUS*, L.): EFFECTS ON GROWTH
PERFORMANCE, FATTY ACID COMPOSITION**

CHETOUI Imene

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.

GHRIBI Ferial

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.

BEJAOUI Safa[‡]

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.

High1 institute of Fishing and Aquaculture of Bizerte, BP15,7080 Menzel Jemil Tunisie.

TRABELSI Wafa[‡]

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.

FOUZAI Chaima

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.

EL CAFSI Mhamed

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.

AZAZA Mohamed Salah

Aquaculture Laboratory, National Institute of Marine Science and Technology, Tunis, Tunisia

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the potential effect of ω 3 fatty acids incorporation in *Oreochromis niloticus* diet. To perform this, two experimental diets containing soybean oil (D1) and cod liver oil (D2) have been supplied to juvenile tilapia for 30 days. According to our results, similar improvements in the two diets have been recorded for growth performance of *O. niloticus* including the final body mass, specific growth rate and feed conversion ratio. Our results showed that fish fed with diet D2 promoted high polyunsaturated fatty acids mainly n-3 series (PUFA (n-3)) percent, highlighting the increases levels of docosahexaenoic (DHA) and eicosapentaenoic (EPA) as well as the activation of their conversion enzymes ratios D5D and D6D desaturases.

Key words: *Oreochromis niloticus*, soybean oil, cod liver oil, growth performance, fatty acid composition

[‡] These authors contribute equally to this work

ANNUAL REPRODUCTIVE CYCLE AND CONDITION INDEX OF *Macra stultorum* (Mollusca: Bivalvia) FROM THE NORTH COAST OF TUNISIA

CHETOUI Imene

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.

BEJAOUI Safa[‡]

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.
High1 institute of Fishing and Aquaculture of Bizerte, BP15,7080 Menzel Jemil Tunisie.

GHRIBI Feriel

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia

FOUZAI Chaima

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.

TRABELSI Wafa[‡]

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia.

EL CAFSI Mhamed

Faculty of Sciences of Tunis, Biology Department, Research Unit of Physiology and Aquatic Environment, University of Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisia

ABSTRACT

This work aims to examine the reproductive cycle of the bivalve *Macra stultorum* inhabiting the Gulf of Tunis (Tunisia). Histological analysis indicated that the reproductive cycle is composed of six stages and was synchronous between sexes. Gonadal development began in January. From April to July, an increase in temperature (from 16 to 28°C) and a rise in chlorophyll a (from 3.25 to 6.35 mg/L) marked the period of sexual maturity in both sexes, which was also confirmed by an elevation in condition index (CI). Partial spawning started in April for males and in May for females, peaking in late summer indicating a prolonged reproductive period. The reproductive cycle of *M. corallina* finished with an inactive stage during autumn. From the total number of animals used in this study, we identified 104 females (52%) and 96 males (48%) corresponding to a sex ratio 1:0.92 that did not differ significantly from a 1:1 ratio.

Key words: *Macra stultorum*, condition index, reproductive cycle, sex ratio

[‡] These authors contribute equally to this work

SOME FIXED POINT THEOREMS IN SOFT FUZZY METRIC SPACES

Vishal GUPTA

Department of Mathematics, Maharishi Markandeshwar

Ishit SEHGAL

Department of Mathematics, Maharishi Markandeshwar,

ABSTRACT

Deemed to be University, Mullana, Ambala, Haryana, India Abstract. Molodtsov [1] found soft sets when difficulty was encountered to deal with uncertainties in case of data consisting of parameters. Later on the concept of soft was extended to metric space by Das and Samanta [2, 3], hence presenting soft metric space (SMS). Further Beaula and Gunaseli [5] introduced soft fuzzy metric space (SFMS) by extending the concept of metric space to fuzzy soft set that was introduced by Maji et al [4]. Fuzzy contractions of α - ϕ -type and β - ψ -type was introduced by Gopal and C. Vetro [6] along with some fixed point theorems (FPT). In this work, we are going to introduce α - ϕ -soft fuzzy contraction, α -admissible mapping, β - ψ -soft fuzzy contraction and β -admissible mapping in soft fuzzy metric space. Also, some new fixed point results are proved in soft fuzzy metric space (SFMS) for these new type of contractions. References [1] D. Molodtsov, Soft set theory-First results, Computers and Mathematics with Applications 37(4-5) (1999), 19–31. [2] S. Das and S.K. Samanta, Soft real sets, soft real numbers and their properties, J. Fuzzy Math. 20(3) (2012), 551–576. [3] Sujoy Das and S.K. Samanta, On soft metric spaces, J. Fuzzy Math. 21(3) (2013), 707–734. [4] P.K. Maji, R. Biswas, and A.R. Roy, Fuzzy Soft Set, J. Fuzzy Math. 9(3) (2001), 589–602. [5] T. Beaula and C. Gunaseeli, On fuzzy soft metric spaces, Malaya Journal of Mathematics 2(3) (2014), 197–202. [6] D. Gopal and C. Vetro., Some new fixed point theorems in fuzzy metric spaces, Iranian Journal of Fuzzy Systems 11(3) (2014), 95–107.

ISOLATION OF LACCASE PRODUCING FUNGAL STRAIN AND ITS ABILITY IN STABILIZING THE RED WINE

K. R. PADMA

Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila VisvaVidyalayam (Women's) University, Tirupati, AP

ORCID ID:0000-0002-6783-3248

K. R. DON

Reader, Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College and Hospital, Bharath Institute of Higher Education and Research (BIHER) Bharath University, Chennai, Tamil Nadu, India

ORCID ID:0000-0003-3110-8076

P. JOSTHNA

Associate Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila VisvaVidyalayam (Women's) University, Tirupati, AP

R. USHA

Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila VisvaVidyalayam (Women's) University, Tirupati, AP

B. KISHORI

Associate Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila VisvaVidyalayam (Women's) University, Tirupati, AP

ABSTRACT

Enzymes have gained significant industrial significance in recent years. Because of their capacity to oxidize both phenolic and non-phenolic lignin-related chemicals, laccases play a significant role in the food industry. The multicopper enzymes known as laccases (benzenediol: oxidoreductases) are part of the family of blue oxidases that oxidize diphenols and utilize molecule oxygen as an electron acceptor. They are present in higher plants and fungi and more recently, several bacterial laccases from *Azospirillum lipoferum*. For our study, we were able to distinguish between 8 distinct fungi by employing serial dilution. They were cultivated on agar plates with the indicator component guaiacol to assess their capacity to make laccase (2-methoxyphenol). A potent laccase producer is thought to be one of the eight isolates. For additional research, the strongest strain, FL1, was employed. The pH was optimised and several nitrogen and carbon sources were employed. Laccase was found to be functional at a range of pH and temperature values. The protein determination and laccase quantification experiment showed that the best carbon supply and nitrogen source, with pH ranges of (5-6). 90% of the cloth dye decolorized when the isolated organism was present. Additionally, the isolated organism's laccase has the ability to successfully stabilise red wine. Red wine had been successfully decolored in twelve hours. Future research is now being done on the processes that cause red wine to turn brown as well as the molecular identification of strong fungus.

Keywords: Laccase, Carbon source, Red wine, *Azospirillum lipoferum*, oxidoreductases.

ESPIRATORY TEMPERATURE CONTROLLED HUMIDIFIED SYSTEM

SIDDHARTH R. G.
VIJAYASARATHI R.
GUHAN KARTHICK C.
MOHAMED RIAZ M.

Bannari Amman Institute of Technology

ABSTRACT

The Respiratory temperature controlled humidifiersystem controls humidifiers based on patient temperature using thermistors. The temperature sensor is intended for sensing the temperature of the patient conduit. An OLED display is used to display temperature information for the user. A microcontroller(STM32F103C8T6) or processor is configured to receive input from temperature sensors and output the temperature of the patient to the display for the user. A 12V adapter is used for power supply. The voltage from the power supply is distributed using a relay module. During artificial respiration in patients the natural warming and humidification of upper respiratory tract is done by ventilator. Humidifiers can help to soothe dry sinuses, bloody noses and cracked lips. Airway humidifiers commonly used today use a humidification chamber in which heated water is distributed over a large area. In contact with water, the water is heated and humidified. The temperature of the humidified gas is only changed manually not automatically without temperature monitoring. The respiratory controlled humidifier system controls the humidifier under suitable condition. The respiratory controlled humidifier system has a face mask with a thermistor connected to the microcontroller which is close to the patient's nose that can monitor the patient's temperature. A normal human temperature ranges between 35 and 37 degrees Celsius. When the temperature exceeds the normal temperature, The respiratory controlled humidifier system stops the humidification of gas. Whereas, when the temperature falls between the temperature range, The respiratory humidifier system starts to humidify

Keywords: Temperature, humidifier, thermistor, OLED, Buzzer, Microcontroller

LANDMINE DETECTION AND SURVEILLANCE ROBOT

Sivasambath K.

U.G student, Biomedical engineering, Bannari Amman Institute of Technology, Sathyamangalam

Sundar K.

U.G student, Biomedical engineering, Bannari Amman Institute of Technology, Sathyamangalam

J. RISHIKESAN

U.G student, Biomedical engineering, Bannari Amman Institute of Technology, Sathyamangalam

ABSTRACT

The main objective of our project is to design a low cost and a multipurpose robot, which can be used for detecting any landmines and other surveillance purposes. There are nearly thousands of people dying around the world due to landmines and mine accidents. Keeping this in our mind, a low cost multipurpose robot was built. The robot will perform multiple tasks in areas where human intervention is dangerous and less protective , such as : Landmine detection and paint spraying at those places. Ideal for intelligence, and surveillance, this robot protects war fighters and first responders from unnecessary risk in dangerous and inaccessible areas. Remotely search buildings, bunkers, caves, tunnels, sewers and also collapsed structures. The robot can be used evaluate danger zones and inaccessible areas, including urban settings, with real-time video and audio. Our robot can be commercialized as a landmine detection and other surveillance purpose robot and as a further development Servo Motor Controlled arm can be included so that it can be used for defusing explosives. Also by Mounting a temperature and pressure sensor it could be featured as a mine robot. The system will be simple but also powerful and intelligible to achieve the required results with ease.

. **Keywords:** Landmine detection , surveillance , multipurpose

ANTIDIABETIC AND ANTI-OBESITY POTENTIAL OF BROCCOLI, CAULIFLOWER AND KALE SEEDLINGS

Dino DAVOSIR

Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

Ivana ŠOLA

Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

ABSTRACT

Vegetables from cruciferous plants (family Brassicaceae) are known as a great source of health-promoting chemicals. In recent years, focus shifted from mature plants to seedlings of cruciferous plants, which are nowadays often branded as microgreens. They emerged as a rich source of phenolics and glucosinolates. However, detailed analysis of their bioactivity is still lacking. Considering a rise in prevalence of chronic illnesses, plant foods are considered as food supplements that could be used in fighting illnesses such as type II diabetes and obesity. Gastrointestinal enzymes, such as α -amylase, α -glucosidase and pancreatic lipase are often targeted in treatment of those diseases. Search for inhibitors of these enzymes continues, with plant foods being a potential source. In this study, antidiabetic and anti-obesity potential of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), cauliflower (*B. oleracea* var. *botrytis*) and kale (*B. oleracea* var. *acephala*) seedlings was assessed by testing the inhibitory capacity of their ethanolic extract on α -amylase, α -glucosidase and pancreatic lipase *in vitro*. Results revealed that broccoli seedlings had the highest inhibitory capacity against α -amylase, and kale seedlings had the highest inhibitory capacity against α -glucosidase. Kale and cauliflower had a similar inhibitory capacity against pancreatic lipase, while inhibitory capacity of broccoli extracts was lower. However, neither had an inhibitory capacity higher than standard compounds used as inhibitors of these enzymes. Nevertheless, extracts of broccoli, cauliflower and kale seedlings extracts could be used as supplements in treating diseases like diabetes and obesity, considering they possess inhibitory capacity against α -amylase, α -glucosidase and pancreatic lipase. Further studies should aim to identify compounds from seedlings extract that contribute to inhibitory capacity of those enzymes the most, and evaluate their antidiabetic and anti-obesity properties *in vivo*.

Acknowledgement: This study was supported by Croatian Science Foundation project TEMPHYS (IP-2020-02-7585).

Keywords: α -amylase, α -glucosidase, Brassica, functional food, pancreatic lipase

HISTORICAL CONTROVERSY AS A TOOL FOR TEACHING THE NATURE OF SCIENCE AND DEVELOPING A QUALITATIVE UNDERSTANDING OF THE LIGHT WAVE

A. HACHMI*

OAPM group, Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Department of Physics,
Faculty of Sciences, University Mohamed I, 60000 Oujda, Morocco.

A. EI MOUSSAOUY

OAPM group, Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Department of Physics,
Faculty of Sciences, University Mohamed I, 60000 Oujda, Morocco.

The Science, Technology and Education Innovation Lab, CRMEFO, Oujda 60000, Morocco

R. ESSAADAoui

OAPM group, Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Department of Physics,
Faculty of Sciences, University Mohamed I, 60000 Oujda, Morocco.

ABSTRACT

In order to develop a qualitative understanding of the light wave and to teach the nature of science, we designed and tested an innovative approach based on the history of science. It uses two texts, one to recreate the controversy between Newton and Huygens over the nature of light, and the second to engage students in the task of resolving this controversy. Our methodology adopted the pre-experimental method involving the design of a pre- and post-test and a group of 28 grade 12 students. Comparison of initial and final conceptions showed that our approach was successful in helping students correct their misconceptions.

Keywords: Controversy, Conceptual Change, Light Wave ,learning progression.

COMPARATIVE STUDY BETWEEN CNN, EIGENFACE AND LBPH TECHNIQUES FOR FACE RECOGNITION

Djelloul MOKADEM*

Department of computer science, Faculty of Technology, SAIDA; Algeria

Nedjai SOFIANE

Department of computer science, Faculty of Technology, SAIDA; Algeria

ABSTRACT

We are currently focusing on face recognition in Biometric system from a video or a surveillance camera using convolutional neural network and trying to compare this technique to other related works in the same field as the Eigen faces and LBPH (local binary patterns). We start with reviewing the pattern recognition concept with which face recognition technique based on; then, we inspect the biometric systems to pave the way for understanding how the face recognition has the same processing principle in phase of operation term, and also to see challenging between these systems on their performance conditioned by the machine itself.

Automatic face recognition involves usually face detection, feature extraction and face recognition witch is more complicated than the first one.

Face detection can be done by detecting the color of the skin, the shape of the head or by other methods detecting different facial features; regardless of position, scale, orientation and lighting; this step is dependent on the quality of the acquired images; However the face recognition algorithms are broadly classified into two classes as image template based and geometric feature based. The template based methods compute correlation between face and one or more model templates reach the face identity.

Next, we highlight the face recognition technique as the most system we interested to, given their basics, challenges, approaches and different ways witch can be realize with. Finally we check out the practical side of our work with experimentation of results comparing to the related work. The approach we adopted is not the best situated using CNN. But comparing with other techniques, the results are very interesting.

Keywords: Biometric system, Face recognition, Convolution Neural Network"CNN", Eigen faces, LBPH.

THE INFLUENCE OF RAW MATERIAL COMPOSITION AND STRUCTURAL PARAMETERS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF FABRICS FOR PRODUCTION AIRBAGS

Milena NIKODIJEVIĆ

University of Niš, Faculty of technology, Leskovac, Serbia

Anita SADIKOVIĆ

University of Niš, Faculty of technology, Leskovac, Serbia

Čedomir DIMIĆ

University of Niš, Faculty of technology, Leskovac, Serbia

Dragan ĐORĐEVIĆ

University of Niš, Faculty of technology, Leskovac, Serbia

ABSTRACT

This paper describes the analysis of raw material composition and structural parameters on the mechanical properties of fabric for the production of airbags. It is about fabrics of different raw material compositions, ie. polyamide and polyester. Breaking force measurements were performed on a dynamometer. Five different measurements were taken for each sample and the mean values were determined. All sample analyzes were conducted under standard atmosphere and samples were left for 24 h before testing. The mechanical characteristics of fabrics depend on their structural and constructive solutions, as well as on the technological conditions of fabric production in the weaving process. Fabric tearing is mainly the result of individual fibers tearing. In fabrics, individual fibers or threads are interwoven with each other, so applying an external load leads to a rearrangement of the fabric structure, which results to a greater or lesser extent in the stretching of the fibers and threads of the longer axis, which results in anisotropy of mechanical properties. Although the work of tear is determined by the specific breaking force and the breaking elongation of the fabric, it seems that the breaking elongation, at least within the experimental material, is the determining factor of the breaking work. It is noticeable that higher breaking force values were observed for polyamide fabric compared to polyester fabric. Elongation at break has a higher value for polyester fabric compared to polyamide fabric. Higher breaking force values were observed for polyamide fabric.

COMPUTATION OF TEMPERATURE DISTRIBUTIONS ON BOUNDED DOMAINS USING MESOSCOPIC METHOD

Aarthy B.

Department of Computer Science and Engineering, Faculty of Engineering & Technology, Jain University,
Bangalore, Karnataka, India

Arumuga Perumal D*

Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology Karnataka, Surathkal,
Mangalore Karnataka, India.

ABSTRACT

The lattice Boltzmann method (LBM) receives more and more attention in recent years as an alternative numerical approach in Computational Fluid Dynamics (CFD). The LBM received a tremendous impetus with their spectacular use in viscous fluid flow and heat transfer problems. The application of LBM to pure heat conduction problems received less attention than the field of fluid flow problems. Nowadays heat transfer research using LBM is getting momentum. It is known that, numerical schemes for the heat conduction are based mostly on continuum-based methods such as finite difference method (FDM), finite element method (FEM) and finite volume method (FVM). It is known that, the LBM is second-order accurate in time and space, which is sufficient for most engineering applications. The main concept of LBM is to bridge the gap between micro-scale and macro-scale approach by not considering each particle behaviour alone but behaviour of a collection of particles as a unit. The property of the collection of particles is represented by a particle distribution function. The distribution function acts as a representative for collection of particles. This scale is known as mesoscopic approach. The lattice size used in the LBM, commonly used Lattice-Bhatnagar-Gross-Krook (LBGK) model is restricted to orthogonal grid with equal lattice spacing. It is known that, uniform grid is desirable in many practical applications. The mesoscopic lattice Boltzmann computation of heat conduction problems on uniform lattice sizes is discussed. It also focuses to solve heat conduction problems in one- and two-dimensional Cartesian geometries. It is known that, the lattice Boltzmann method is a relatively new method and application to heat conduction problems is scarce. In the present work, heat transfer formulations of lattice Boltzmann method to solve heat transfer problems are presented. In order to study the effect of lattice structure, uniform lattice sizes are performed.

Keywords: Computational Fluid Dynamics; Lattice Boltzmann Method; Heat Transfer, Temperature.

USE OF SODIUM TETRAPHENYL BORON AS ION-EXCHANGER TO DESIGN NEW POTENTIOMETRIC SENSORS FOR DETERMINATION OF FEXOFENADINE AND RUPATADINE IN PHARMACEUTICALS

Sahana D. R.

PG Department of Chemistry, JSS Research Centre, JSS College of Arts, Commerce and Science (Research Centre Recognized by the University of Mysore), Ooty Road, Mysuru, Karnataka, India

Shivakumar C. M.

PG Department of Chemistry, JSS Research Centre, JSS College of Arts, Commerce and Science (Research Centre Recognized by the University of Mysore), Ooty Road, Mysuru, Karnataka, India

Siddaraju C.

PG Department of Chemistry, JSS Research Centre, JSS College of Arts, Commerce and Science (Research Centre Recognized by the University of Mysore), Ooty Road, Mysuru, Karnataka, India

Department of Chemistry, Government First Grade College, Koratagere, India

Department of Chemistry, Government First Grade College, Koratagere, India

Rajendraprasad N.*

PG Department of Chemistry, JSS Research Centre, JSS College of Arts, Commerce and Science (Research Centre Recognized by the University of Mysore), Ooty Road, Mysuru, Karnataka, India

ABSTRACT

In the present work two simple, selective and low cost potentiometric sensors were developed to quantify two antihistamines, namely, fexofenadine hydrochloride (FFH) and rupatadine fumarate (RTF) in pharmaceuticals. Polyvinylchloride (PVC) matrix assisted solid-state ion selective sensors were constructed by utilizing the ion-exchange ability of sodium tetraphenylboron (NaTPB) and ionophore property of β -cyclodextrin for determination of FFH and RTF. Dioctyl phthalate and dibutyl phthalate were well suited plasticizers for FFH and RTF, respectively. The FFH-NaTPB sensor responses with Nernstian behaviour for FFH over the concentration range of 5×10^{-4} to 2.5×10^{-3} mol L⁻¹ at pH below 6. The Nernstian slope calculated for the calibration curve is 56.92 mV/decade. The limits of detection (LOD) and quantification (LOQ) values were found to be 2.5×10^{-4} and 4.5×10^{-4} mol L⁻¹, respectively. The RTF-NaTPB sensor responds well in the pH range 2.8 – 6.4. The RTF-NaTPB sensor is applicable for RTF quantification in the concentration from 8×10^{-5} to 2.5×10^{-3} mol L⁻¹ with the super Nernstian slope value of 20 mV/decade. The LOD and LOQ for RTF-NaTPB sensor were 2.0×10^{-5} and 6.1×10^{-5} mol L⁻¹, respectively. The regression coefficient values were found close to unity for both the sensors. Both sensors yielded excellent results in validation in respect of accuracy, precision, robustness and ruggedness. The outcome of statistical evaluation of the results indicated insignificant difference between the proposed and reference analytical procedures. The results of interference studies revealed the non-interference by the foreign ions while measuring the potentials.

The mean recoveries of 100.7 and 99.87% with RSD values less than 4% were obtained in the assay of tablet extracts of FFH and RTF, respectively, using the respective sensors and these results indicates the selectivity of procedures.

Keywords: Fexofenadine, Rupatadine, Sodium tetraphenylboron, Nernstian slope, Sensors.

ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION AND ANTIOXIDANT EVALUATION OF POLLEN PROTEINS

Ancuța-Veronica LUPĂESCU

Faculty of Medicine and Biological Sciences, Stefan cel Mare University of Suceava, Romania

ORCID ID: 0000-0001-8446-0394

Brîndușa Alina PETRE

Faculty of Chemistry, Al. I. Cuza University of Iasi, Romania;

Center for Fundamental Research and Experimental Development in Translation Medicine –

TRANSCEND, Regional Institute of Oncology, Iași, Romania

ORCID ID: 0000-0002-0208-6560

Laura ION-DARIE

Faculty of Chemistry, Al. I. Cuza University of Iasi, Romania

ORCID ID: 0000-0002-9216-4875

Robert GRĂDINARU

Faculty of Chemistry, Al. I. Cuza University of Iasi, Romania

ORCID ID: 0000-0001-5510-9730

Mircea OROIAN

Faculty of Food Engineering, Stefan cel Mare University of Suceava, Romania

ORCID ID: 0000-0001-5141-9969

ABSTRACT

Bee pollen is a natural product from honeybees known since ancient times for its healthy properties and nutritional value. Apart from nutritional components such as proteins, amino acids, lipids and carbohydrates, bee pollen is rich in bioactive compounds. Given its diverse composition, bee pollen was reported to have strong health benefits such as antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial and anticarcinogenic effects. Quality and quantity of pollen protein are known to vary among plant species, its levels ranging from 10 to 40% of dry mass. In addition to dietary use, bee pollen can be considered an important source of bioactive compounds for the pharmaceutical and cosmetic industry. For instance, among polyphenols, proteins play an important role in the nutraceutical potential of pollen. For example, following hydrolysis, the antioxidant response of pollen proteins was found to increase. Thus, this study aims to evaluate the effect of sonication treatment on the protein content of linden and hawthorn pollen. In this regard, the defatted pollen samples were subjected to ultrasonic extraction using three different extraction buffers. The exact protein concentration of the samples was determined by Bradford colorimetric method. Furthermore, using sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis, qualitative information regarding the protein content were obtained. Finally, the antioxidant capacity of protein extract was evaluated using the ferric reducing antioxidant power assay and DPPH free radical method.

Keywords: ultrasounds, extraction, protein, antioxidant, pollen

POLYMER CONJUGATED CARBON NANO FIBER TO ENHANCE ITS APPLICATION: A REVIEW

Anuradha Pandey DUBEY

Sharon Institute of Nanotechnology, Parishkar College of Global Excellence, Jaipur, Rajasthan, India

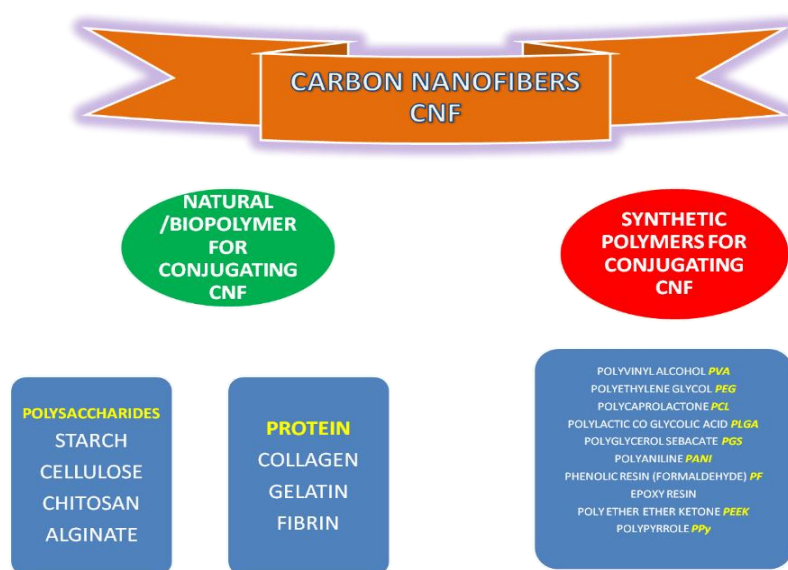
Madhuri SHARON*

Sharon Institute of Nanotechnology, Parishkar College of Global Excellence, Jaipur, Rajasthan, India

ABSTRACT

Carbon nanofiber (CNF) is an important nano form of graphitic carbon. It is competing with Carbon Nano Tubes (CNT) in many aspects, in both fundamental scientific research and practical applications. It is a promising material as an additive in polymers for its applications in many fields. The electrical property of CNF composites largely counts on the dispersion and percolation status of CNFs in matrix materials. In this review properties and applications of CNF nanocomposites are dealt with. Fabrication methods of CNF composites have also been discussed in brief. The suitable polymers that have been used for conjugating with CNF vary from natural biopolymers such as polysaccharides, fibrin, and proteins to various synthetic polymers. The review also encompasses various approaches involved in synthesizing polymer and CNF nanoconjugates and their applications ranging from cosmetics to batteries and solar cells.

Keywords: Biopolymer. Carbon Nanofiber, Composites, Nanocomposites, Nanoconjugates, Polymer Nanoparticles.



Graphical Abstract

QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH A PERMANENT PACEMAKER

Rushikesh SONAWANE

SNJBs SSDJ College of Pharmacy, Neminagar, Chandwad, India

Dr. Aman UPAGANLAWAR

SNJBs SSDJ College of Pharmacy, Neminagar, Chandwad, India

ORCID ID: 0000-0003-4122-5081

ABSTACT

Pacemakers are adjustable artificial electrical pulse generators that can be temporary or permanent. This activity reviews the pacemaker and its usages and illustrates the role of interprofessional teams in caring for patients with pacemakers. Pacemakers are one type of cardiac implantable electronic devices (known as CIED). To find which areas of patients' quality of life were most affected by permanent pacemaker implantation and to assess quality of life in patients after permanent pacemaker implantation with respect to rhythm disorders. The implantation of a permanent pacemaker positively influences patients' quality of life, especially in domains of health and functional status. Attention should be given to older patients and those who are unmarried, with respect to the implementation of effective nursing interventions, in order to promote quality of life. QoL of patients with PM is worse in terms of physical capacity and dyspnea and better in terms of social functioning and discomfort. Male patients showed

Key Words: Pace Maker, Quality of life, Indicators of Quality of Life, Artificial.

OPTIMIZATION OF TEXTILE DYES ADSORPTION FROM AQUEOUS SOLUTION ON NATURAL CLAY USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

APPROACH
A. ABOUSSABEK
A. Ait HASSI
R. AZIAM
S. EL QDHY
M. ZERBET
F. SINAN
M. CHIBAN*

Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

ABSTRACT

The use of some clay minerals as adsorbents for removal of various hazardous substances like-heavy metals, dyes, antibiotics, biocide compounds, and other organic chemicals has been widely studied by a large number of researchers. Because of unique properties and high removal efficiency, clay is used as nano-adsorbent in many adsorption processes. This work is part of an approach to optimize the experimental conditions for the retention of industrial textile dyes by a natural clay of Moroccan origin by evaluating various factors involved in the decontamination processes such as initial concentration, pH, adsorbent mass and temperature. The optimal value of the best experimental adsorption of methylene bleu was determined by the response surface method. The obtained results are subjected to statistical modeling on the postulated second-degree mathematical model. The results show that more than 90% of methylene bleu dye can be removed from water by clay material. These findings nominated natural clay as an alternative to the costly nanomaterials as adsorbents for removing organic contaminants from water.

Keywords: Natural clay, muscovite, removal of dyes, response surface method.

EFFECTS OF SOME ENVIRONMENTAL FACTORS AND ISOTHERM STUDIES ON METHYLENE BLUE REMOVAL BY CORALLINA OFFICINALIS ALGA IN BATCH REACTOR

L. BOUKARMA

LACAPE, Department of Chemistry, Faculty of Science, Agadir, Morocco

R. AZIAM

LACAPE, Department of Chemistry, Faculty of Science, Agadir, Morocco

S. NOUAA

LACAPE, Department of Chemistry, Faculty of Science, Agadir, Morocco

F. SINAN

LACAPE, Department of Chemistry, Faculty of Science, Agadir, Morocco

M. ZERBET

LACAPE, Department of Chemistry, Faculty of Science, Agadir, Morocco

M. CHIBAN*

LACAPE, Department of Chemistry, Faculty of Science, Agadir, Morocco

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the potentiality of dried of *Corallina Officinalis* CO alga as low-cost material for the removal of MB dye from synthetic solutions using the batch system. Different physicochemical parameters were studied to evaluate their effect on the adsorption process including, Adsorbent dose, contact time, initial dye concentration, solution pH, and temperature. The results indicated that CO alga as an environmentally friendly biosorbent is an effective adsorbent for the removal of cationic dyes such as MB from aqueous solutions with a high percentage removal of about 90%, where the majority being removed during the first hour of the test. The experimental data were fitted with some theoretical models namely Langmuir, Freundlich and Temkin to describe adsorption mechanisms, and to identify the nature of the adsorption sites.

Keywords: Marine algae, *Corallina officinalis*, Methylene blue dye, Biosorption, Wastewater.

AMBERLYST A-15: A RECYCLABLE CATALYST USING IN GREENER AND EFFICIENT ONE-POT SYNTHESIS OF NOVEL MULTI-SUBSTITUTED 3-(4,5-Diphenyl-1*H*-Imidazol-2-yl)-1*H*-INDOLE DERIVATIVES

Dr. Narendra NIRWAN

Department of Chemistry, SPC Government College, Ajmer, India

ABSTRACT

The novel class of multi-substituted indolyimidazole derivatives series substituted 3-(4,5-diphenyl-1*H*-imidazol-2-yl)-1*H*-indole was synthesized utilising a green and efficient one-pot four components condensation of indole-3-carbaldehyde, benzil, ammonium acetate and various amines under microwave irradiation using Amberlyst A-15 as a recyclable catalyst. The catalyst Amberlyst A-15 has recovered from the reaction mixture and reused repeatedly for the next reaction. The key advantage of this process involves eco-friendly, very short reaction time, cost-effectiveness with the reusability of catalyst, easy workup, and purification of the product with excellent yields. FTIR, ¹HNMR and Mass spectrometric studies analyzed and established the structures of all newly synthesized compounds.

Keywords: Indolyimidazole, Eco-friendly, Microwave irradiation

İNSANSI GÖVDENİN ELEKTROMANYETİK SAÇILMA ANALİZİ

Emirhan DEMİR

Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of
Electrical and Electronics Engineering, Mimar Sinan Campus

ORCID: 0000-0001-7180-8056

Ömer ZOR

Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of
Electrical and Electronics Engineering, Mimar Sinan Campus

ORCID: 0000-0001-6461-9812

ÖZET

Bu çalışmada düzlemsel dalgalar ile aydınlatılan insan vücudu benzeri bir yapının içinde oluşan elektromanyetik alanları sayısal olarak elde ettik. Bu hesaplamalar boş uzay dyadik Green fonksiyonunu içeren integral denklem kullanılarak yapılmıştır. Boş uzay dyadik Green fonksiyonunda kaynak noktası gözlem noktası ile aynı olduğu zaman üçüncü dereceden tekillikler ortaya çıkmaktadır. Bu tekillikler çok küçük bir hacmin hariç tutulması ile giderilmiştir. Daha sonra elde edilen ifadelerle saçıcı cismin küplerle modellenmesi ile oluşturulan moment yöntemi uygulanmıştır. Böylece insan benzeri geometriye sahip homojen dielektrik yapının içinde oluşan saçılan alanlar hesaplanmıştır. Hesaplamalar farklı frekanslar ve farklı sayıda küpler kullanılarak tekrarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik Saçılma, Moment Yöntemi, Green Fonksiyonu

ELECTROMAGNETIC SCATTERING ANALYSIS OF HUMAN-LIKE BODY

ABSTRACT

We have numerically obtained the electromagnetic fields inside the human-like bodies illuminated by plane waves. These calculations were made using integral equation involving free space dyadic Green function. When the source point is the same as the observation point, third degree singularities arise in the free space dyadic Green function. These singularities have been suppressed by excluding a very small volume. Then, the moment method obtained by modeling the body with cubes was applied to the formulation. Thus, the fields scattered by homogeneous dielectric human-like body were calculated. Calculations were conducted for different frequencies and different numbers of cubes.

1. GİRİŞ

Üç boyutlu dielektrik cisimlerden saçılma problemlerinde tensör integral denklemleri [1] oldukça kullanılır. Bu tensör integral denklemlerinde kaynak noktası ile gözlem noktası aynı olduğunda üçüncü mertebeden tekillik ortaya çıkar. Bu tekilliklerin aşılması için literatürde birçok çalışma yapılmıştır [2-6]. Bu tekilliklerin aşıldığı yöntemlerin bir uygulaması Zor [7] tarafından yapılmıştır. Biz bu çalışmada Bladel ve Yaghjian'ın çalışmalarını temel alarak

prensip değer integrallerine eklenecek katkıyı hesapladık. Elde edilen iyi tanımlı ifadeye Moment yöntemini uyguladık.

2. Formülasyon

Dielektrik bün-yeden saçılan alan aşağıdaki fazör Maxwell denklemlerini sağlar.

$$\text{rot} \vec{E}^s(\vec{r}) = -i\omega\mu_o \vec{H}^s(\vec{r}) \quad (1)$$

$$\text{rot} \vec{H}(\vec{r}) = \vec{J}(\vec{r}) + i\omega\epsilon_o \vec{E}(\vec{r}) \quad (2)$$

Bu ifadede saçılan alanlar $\vec{E}^s = \vec{E}(\vec{r}) - \vec{E}^i(\vec{r})$ ve $\vec{H}^s = \vec{H}(\vec{r}) - \vec{H}^i(\vec{r})$ toplam alan ile gelen alan farkı şeklinde tanımlıdır. Hacimsel eşdeğer akım yoğunluğu vektörünü

$$\vec{J}^{es}(\vec{r}) = i\omega(\epsilon_c - \epsilon_o) \vec{E}(\vec{r}) \text{ şeklinde tanımlıdır. Burada } \epsilon_c = \epsilon - \frac{i\sigma}{\omega} \text{ ve } \mu_o \text{ dielektrik cismin}$$

elektiriksel ve manyetik parametrelerdir.

Maxwell denklemlerinden yola çıkarak boş uzay dyadik Green fonksiyonunu içeren integral denklem aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\vec{E}^s(\vec{r}) = \int_g \vec{J}^{es}(\vec{r}') \bar{\bar{G}}(\vec{r}, \vec{r}') d\mathcal{V}'. \quad (3)$$

Burada yer alan $\bar{\bar{G}}(\vec{r}, \vec{r}')$;

$$\bar{\bar{G}}(\vec{r}, \vec{r}') = -i\omega\mu_o \left(\bar{\bar{I}} + \frac{1}{k_o^2} \text{grad grad} \right) g(\vec{r}, \vec{r}') \quad (4)$$

olarak ifade edilmektedir. Bu integral denklemde ortaya çıkan üçüncü dereceden tekillik asal hacim tekniği ile tolere edilecektir.

Toplam elektrik alan ifadesi $\vec{E}(\vec{r}) = \vec{E}^i(\vec{r}) + \vec{E}^s(\vec{r})$ olarak ifade edilmektedir. Yansıyan ve iletilen elektrik alanların toplamından oluşturmaktadır.

Bu asal hacim tekniğinde asal hacmin hariç bırakılmasından dolayı ortaya çıkan katkı aşağıdaki gibi eklenir.

$$\vec{E}^i(\vec{r}) = \left[1 + \frac{\tau(r)}{3i\omega\epsilon_o} \right] \vec{E}(\vec{r}) - PV \int_g \tau(\vec{r}') \vec{E}(\vec{r}') \cdot \bar{\bar{G}}(\vec{r}, \vec{r}') d\mathcal{V}' \quad (5)$$

Bu denkleme moment yöntemi uygulanırsa çözüm aşağıdaki gibi doğrusal denklem sistemine indirgenir [1].

$$\vec{E}(\vec{r}') \cdot (\vec{r}, \vec{r}') = \begin{bmatrix} G_{xx}(\vec{r}, \vec{r}') & G_{xy}(\vec{r}, \vec{r}') & G_{xz}(\vec{r}, \vec{r}') \\ G_{yx}(\vec{r}, \vec{r}') & G_{yy}(\vec{r}, \vec{r}') & G_{yz}(\vec{r}, \vec{r}') \\ G_{zx}(\vec{r}, \vec{r}') & G_{zy}(\vec{r}, \vec{r}') & G_{zz}(\vec{r}, \vec{r}') \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x(\vec{r}') \\ E_y(\vec{r}') \\ E_z(\vec{r}') \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$G_{x_p x_q}(\vec{r}, \vec{r}') = -i\omega\mu_0 \left(\delta_{pq} + \frac{1}{k_0^2} \frac{\delta^2}{\delta x_p \delta x_q} \right) g(\vec{r}, \vec{r}') \quad p, q=1,2,3 \quad (7)$$

$$\left. \begin{array}{l} \delta_{pq} = 1 \\ \delta_{pq} = 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} p = q \text{ için} \\ p \neq q \text{ için} \end{array} \quad (8)$$

Bu denklem sistemi saçıcı cisim küpler ile modellenerek çözülmüştür. Herbir küpün içindeki elektrik alan sabit kabul edilmiştir.

2.1. Sayısal Uygulamalar

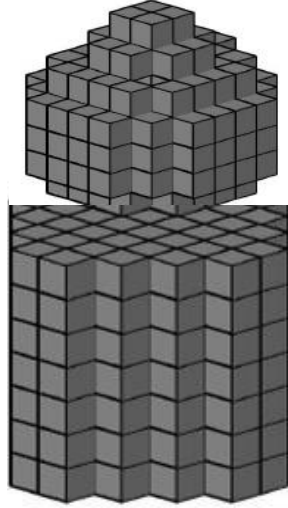
Bu kısımda elde edilen formülasyon çeşitli küp sayılarına ve frekanslara göre MATLAB™ ile simüle edilmiş ve cismin içindeki elektrik alan değeri elde edilmiştir.

Model olarak insan vücudu temel alındığından ona uygun bir geometrik cisim seçilmiştir. Bir silindir üstünde onunla aynı eksene yerleştirilmiş bir küre ele alınmıştır. Kürenin çapı silindirin çapının üçte biridir.



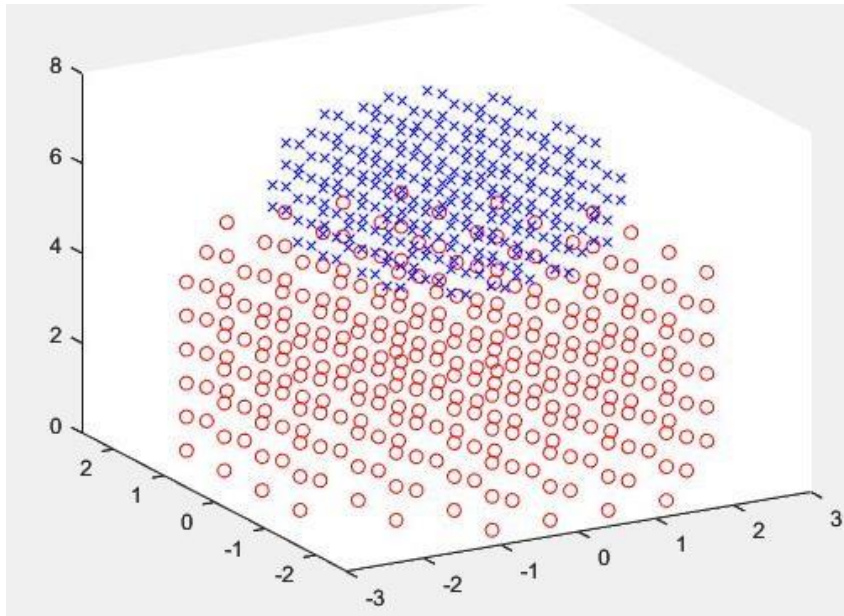
Şekil 1. Temel dielektrik cisim modellemesi

İnsan vücudu benzeri bu yapıya Moment yöntemini uygulamak için cisim özdeş küplerle modellenmiştir.



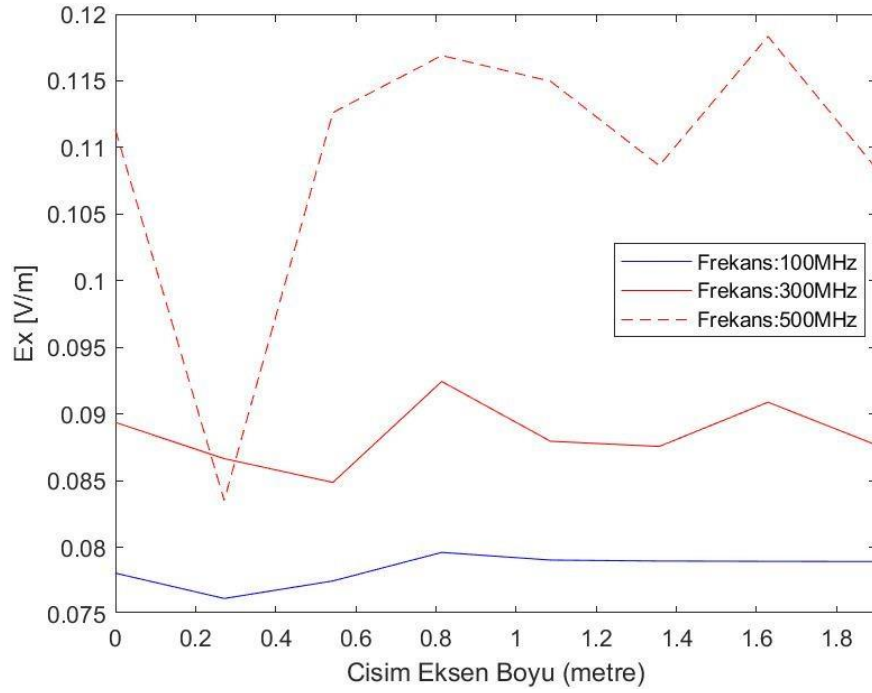
Şekil 2. Temel alınan cismin eş küpler ile modellenmesi

Örneklenen bu cismin küplerinin merkez noktaları Şekil 2.3. te belirlenmiş ve birim genlikli düzlemsel dalga ile uyarılma durumunda bu noktalarda oluşan elektrik alanlar elde edilmiştir.



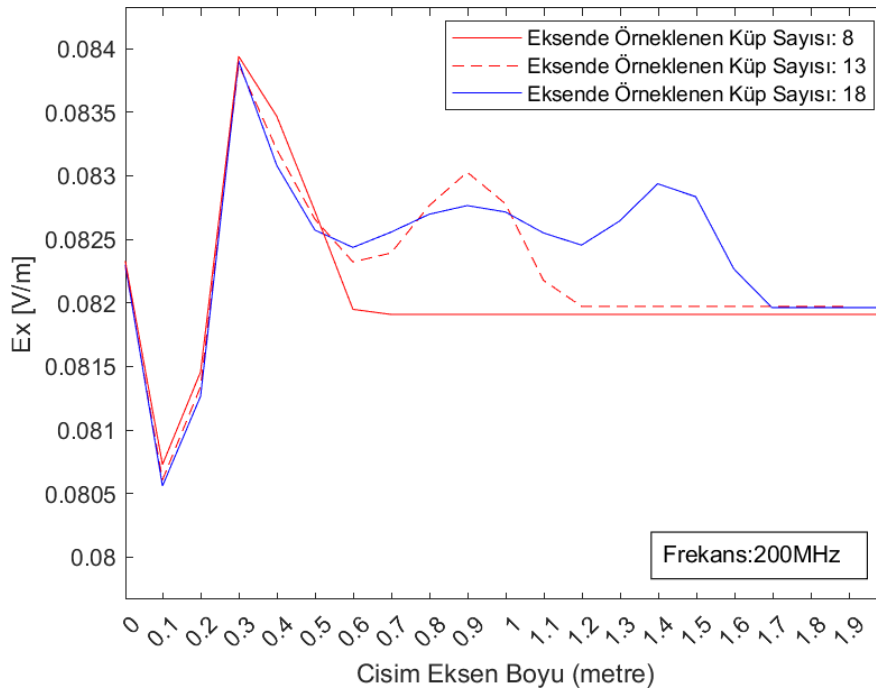
Şekil 3. Örneklenen cismin eş küplerin merkez noktalarının belirlenmesi

Farklı frekans değerlerinde cisim ekseninde indüklenen alan değerleri aşağıda çizdirilmiştir. Cismin bağıl dielektrik katsayısı $\epsilon_r = 5$ olarak seçilmiştir. Manyetik geçirgenlik katsayısı boş uzayınki ile aynı seçilmiştir ($\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$).



Şekil 4. Farklı frekanslarda cisim eksenindeki elektrik alan değerleri

Ayrıca cisim farklı sayıda küplerle modellenerek eksen boyunca oluşan elektrik alanın x bileşeni aşağıda çizdirilmiştir.



Şekil 5. Farklı küp sayıları ile modellenen cismin eksenindeki elektrik alan değerleri

3. SONUÇ

İnsan vücudu benzeri yapı olarak kullandığımız üç boyutlu dielektrik cismin içinde düzlemsel dalgaların indüklediği elektromanyetik alanları Moment yöntemi yardımıyla elde ettik. Farklı frekans değerleri için oluşan alanları üst üste çizdirdik. Ayrıca modellemek için kullandığımız küp sayısını arttırarak daha doğru sonuçlara yaklaştırmaya çalıştık. Tabi bu durumda hesaplama süresi artmış oldu.

KAYNAKÇA

- [1] Livesay, D. E. ve K. CHEN. 1974. Electromagnetic Fields Induced Inside Arbitrarily Shaped Biological Bodies. IEEE Trans. Microwave Theory Tech. MTT-22: 1273-1280.
- [2] Bladel, J. V. 1961. Some Remarks on Green's Dyadic for Infinite Space. IRE Trans. Antennas Propagat. AP-9: 563-566.
- [3] Yaghjian, A. D. 1980. Electric Dyadic Green's Functions in The Source Region. Proc. IEEE.68: 248-263.
- [4] Gel'fand, I. M. ve G. E. Shilov. 1964. Generalized Functions. Academic, New York.
- [5] Gao, G, C.T. Verdin ve T. M. Habashy. 2005. Analytical Techniques to Evaluate the Integrals of 3D and 2D Spatial Dyadic Green's Functions. PIER. 52: 47-80.
- [6] Lee, S., J. Boersma, C. Law ve G. A. Deschamps. 1980. Singularity in Green's Function and Its Numerical Evaluation. IEEE Trans. Antennas Propagat. AP-28: 311- 317.
- [7] Zor, Ö. 2006 Homojen Olmayan, Eksenel Simetrik Dielektrik Cisimden Elektromanyetik Saçılma. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

CALCULATION OF CURRENT AND VOLTAGE VALUES FOR ALL OPERATING CONDITIONS IN A THREE-PHASE CONTROLLED BRIDGE RECTIFIER THAT FEEDS SERIES-CONNECTED E , R , L LOADS

Uğur ARİFOĞLU

Sakarya University, Department of Engineering, Electrical and Electronics, Sakarya, Türkiye

ORCID ID:0000-0001-8082-5448

ÖZET

Üç fazlı kontrollü köprü doğrultucu devreler tarafından beslenen, elektromotor kuvvet (DA motorlar, batarya şarj/deşarj devreleri vb.) içeren omik ya da omik-endüktif karakterdeki yüklerin akım ve gerilim değerleri; şebeke gerilimine, tristörlerin tetikleme açısı değerine, R , L ve E (EMK) yük değerine bağlı olarak değişir. Literatür incelendiğinde, yüke ilişkin akım ve gerilim değerlerini hesaplanırken, yük akımının sürekli veya süreksiz olduğu bilgisinin devre tasarımcısı tarafından önceden bilindiği kabulü yapıldığı görülmektedir. Gerçekte ise durum böyle değildir. Bu çalışmada, şebeke gerilimi, tristör tetikleme açısı değeri, R , L ve E değerlerini göz önüne alarak yük akımının kesintili ya da kesintisiz olduğunu kesin olarak belirleyen bir algoritma önerilmektedir. Önerilen algoritma, değişik devre parametreleri için simulink devresinde test edilmiş ve elde edilen sonuçlar makale içinde verilmiştir. Bu çalışma hedeflenen amaca uygun literatürdeki ilk çalışma özelliğine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Üç fazlı kontrollü köprü doğrultucu, doğru akım motoru, batarya şarjörü, seri bağlı R , L ve E yükü, simulink modeli.

ABSTRACT

In ohmic or ohmic-inductive loads containing EMF (DC motors, battery charge/discharge circuits etc.) fed through a three-phase controlled bridge rectifier, the current and voltage values of the circuit vary depending on the grid voltage, thyristor trigger angle, R , L and E (EMF) values of the load. When the literature is examined, it is seen that the calculations are based on the assumption that it is known earlier whether the load current is continuous or discontinuous. For all the parameters mentioned above, it is not really known whether the load current is continuous or not. In this study, it is explained how to determine whether the load current is continuous or not according to the grid voltage, thyristor trigger angle, R , L and E (EMF) values. The proposed algorithm has been tested in simulink circuit for different circuit parameters and the results are given in the article. This paper is the first study in the literature to achieve this goal.

Keywords: Three-phase controlled bridge rectifier, dc motor, battery charger, series connected R , L and E load, simulink model.

1. INTRODUCTION

If a three-phase controlled rectifier feeds E , R and L loads connected in series, the current and voltage values in the circuit will vary depending on the effective voltage value of the grid, the trigger angle (α), E , R and L values. Depending on these five values, the voltage and current waveforms of the circuit have quite different values and the load current can be continuous or discontinuous. When the literature is examined, it is seen that all calculations are based on the assumption that the load current is known to be continuous or discontinuous [1-9]. However, the real situation is different. Whether the load current is continuous or not should be determined based on these five parameters.

The aim of this article is to eliminate this deficiency in the literature. Using the formulas given in this article, depending on the values of the five parameters, it can be determined whether the load current is continuous, and according to this result, the current and voltage calculations in the circuit can be made.

All results given in this article have been checked and verified with the help of the simulink circuit. A separate simulation study was conducted for each different situation, and the results were given in the article.

2. EMF EFFECT ON LOAD IN THREE-PHASE CONTROLLED BRIDGE RECTIFIER CIRCUITS

2.1. Series connected E, R loaded

In Figure 1.a, three-phase controlled bridge rectifier circuit with E , R loaded in series is given, in Figure 1.b the load voltage waveform, in Figure 1.c the various circuit current waveforms are given. V_{sm} , phase voltage peak value of the secondary circuit of the delta-star transformer. $v_{ab}(wt)$, instantaneous value of voltage between phases a and b in the secondary circuit of the transformer. $i_{T5}(wt)$, instantaneous current value of T5 thyristor. θ , angle at which the load current is equal to zero. w , angular frequency. The following equations can be written for the circuit given in Figure 1.a.

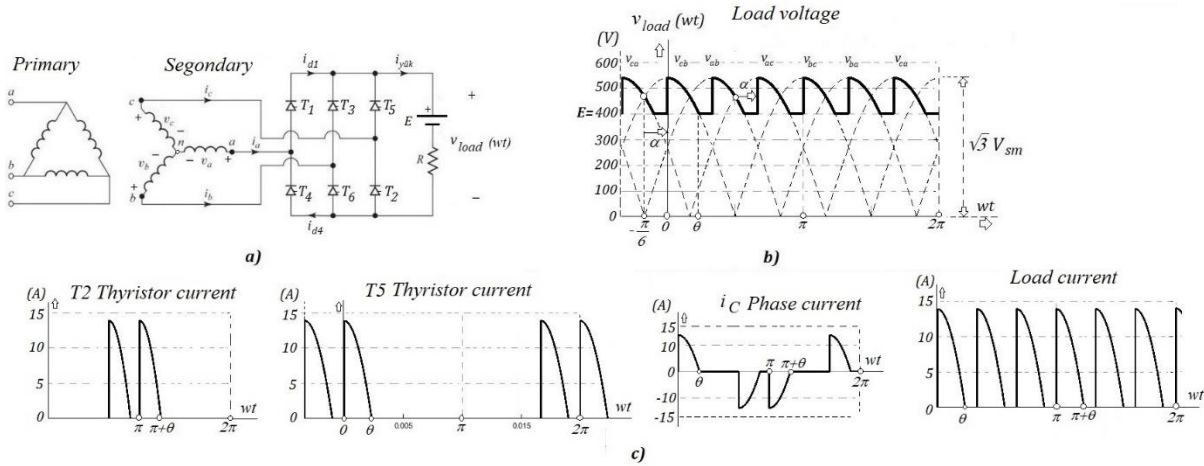


Figure 1. In a three-phase controlled bridge rectifier circuit with E, R loaded in series, a) the circuit diagram, b) the load voltage waveform, c) the various current waveforms ($V_{sm} = 220\sqrt{2} V$, $E = 400 \text{ Volt} < 1.5 V_{sm}$, $R = 10 \text{ ohm}$, $\alpha = 30^\circ$).

$$v_{ab}(wt) = \sqrt{3} V_{sm} \cdot \cos(wt) \quad (1)$$

$$i_{T5}(wt) = (\sqrt{3} V_{sm} \cdot \cos(wt) - E) / R \quad (2)$$

$$\theta = \arccos(E / (\sqrt{3} V_{sm})) \quad (3)$$

$V_{load(mean)}$, mean value of the load voltage. $I_{load(mean)}$, mean value of the load current. $I_{T5(mean)}$, mean value of thyristor 5 current. $I_{T5(rms)}$, rms value of thyristor 5 current. $I_{load(rms)}$, rms value of the load current. I_{fuse} , rms value of the phase current of the secondary circuit of the delta-star transformer. P_{load} , active power dissipated on the load. S , secondary circuit apparent power value of the transformer.

Calculations vary considerably depending on circuit parameters.

$$V_{load(mean)} = \frac{1}{2\pi/6} \left[\int_{A_1}^{A_2} \sqrt{3} V_{sm} \cdot \cos(\omega t) d\omega t + \int_{B_1}^{B_2} E d\omega t \right] \quad (4)$$

$$I_{load(mean)} = (V_{load(mean)} - E) / R \quad (5)$$

$$I_{T5(mean)} = I_{load(mean)} / 3 \quad (6)$$

$$I_{T5(rms)} = \sqrt{\frac{2}{2\pi} \int_{A_1}^{A_2} (i_{T5}(wt))^2 d\omega t} \quad (7)$$

$$I_{load(rms)} = \sqrt{3} I_{T5(rms)} \quad (8)$$

$$I_{fuse} = \sqrt{2} I_{T5(rms)} \quad (9)$$

$$P_{load} = \frac{1}{2\pi/6} \left[\int_{A_1}^{A_2} (\sqrt{3} V_{sm} \cdot \cos(\omega t)) \cdot (i_{T5}(wt)) d\omega t \right] \quad (10)$$

$$S = 3 \cdot (V_{sm}/\sqrt{2}) \cdot I_{fuse} \quad (11)$$

α , triggering angle of the thyristor. The formulas given below are used to calculate all the values given above:

- $\alpha - \pi/6 - \theta > 0$

$$V_{load(mean)} = E \quad (12)$$

Under this condition, all currents in the circuit will be zero.

- $1.5 V_{sm} > E \quad ve \quad \theta > \alpha + \pi/6$

$$A_1 = \alpha - \pi/6; \quad A_2 = \alpha + \pi/6; \quad B_1 = 0; \quad B_2 = 0 \quad (13)$$

- $1.5 V_{sm} < E \quad ve \quad \theta < \alpha$

$$A_1 = \alpha - \pi/6; \quad A_2 = \theta; \quad B_1 = 0; \quad B_2 = \pi/6 + \alpha - \theta \quad (14)$$

- $1.5 V_{sm} < E \quad ve \quad \theta > \alpha$

$$A_1 = -\theta; \quad A_2 = \theta; \quad B_1 = 0; \quad B_2 = \pi/3 - 2\theta \quad (15)$$

- $1.5 V_{sm} > E \quad ve \quad \theta > \alpha$

$$A_1 = \alpha - \pi/6; \quad A_2 = \theta; \quad B_1 = 0; \quad B_2 = \pi/6 + \alpha - \theta \quad (16)$$

In Figure 1.a, for $V_{sm} = 220\sqrt{2} V$, $E = 400 V$, $R = 10 \text{ ohm}$, $\alpha = 30^\circ$, the results are obtained using the simulink circuit: $V_{load(mean)} = 464.334 V$ (4), $I_{load(mean)} = 6.433 A$ (5), $I_{T5(mean)} = 2.144 A$ (6), $I_{T5(rms)} = 4.871 A$ (7), $I_{load(rms)} = 8.438 A$ (8), $I_{fuse} = 6.889 A$ (9), $P_{load} = 3285.44 W$ (10), $S = 4547.292 VA$ (11).

2.2. Series connected E, R, L loaded

2.2.1.1. The load current discontinuous and $1.5 V_{sm} > E$

In Figure 2.a, three-phase controlled bridge rectifier circuit with series-connected E, R, L loads is given, in Figure 2.b the load voltage waveform and in Figure 2.c the current changes of some circuit elements are given. φ is the load angle. Z is impedance of the load. The following equations are valid in the circuit:

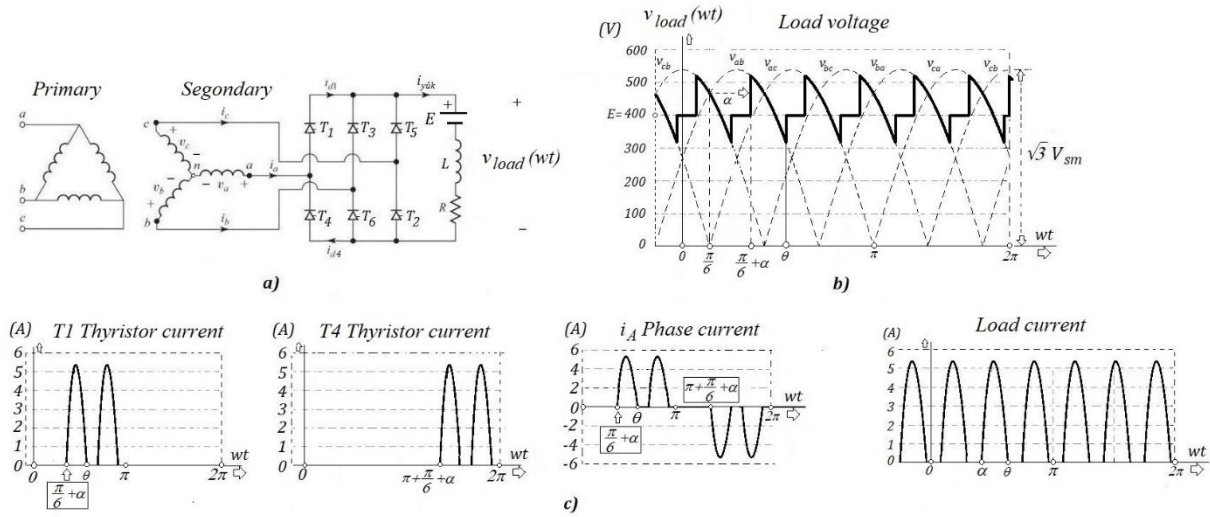


Figure 2. In the case of discontinuous current in a three-phase controlled bridge rectifier circuit with E, R, L load connected in series, a) circuit diagram, b) load voltage waveform, c) various current waveforms ($V_{sm} = 220\sqrt{2} \text{ V}$, $E = 400 \text{ Volt} < 1.5 V_{sm}$, $R = 10 \text{ ohm}$, $L = 10 \text{ mH}$, $\alpha = 45^\circ$).

$$v_{ab}(wt) = \sqrt{3} V_{sm} \cdot \sin(wt + \pi/6) \quad (17)$$

$$v_{ac}(wt) = \sqrt{3} V_{sm} \cdot \sin(wt - \pi/6) \quad (18)$$

$$i_{T1}(wt) = \frac{\sqrt{3} V_{sm}}{z} \cdot \sin(\omega t - \varphi + \pi/6) + C_1 \cdot e^{-wt/(wt_o)} - E/R \quad (19)$$

$$i_{T2}(wt) = \frac{\sqrt{3} V_{sm}}{z} \cdot \sin(\omega t - \varphi - \pi/6) + C_2 \cdot e^{-wt/(wt_o)} - E/R \quad (20)$$

The equation (21) is used to find the constant C_1 in the equation (19):

$$i_{T1}(wt = \alpha + \pi/6) = 0 \quad (21)$$

The angle θ at which the T_1 thyristor current drops to zero is found using equation (22):

$$i_{T1}(wt = \theta) = \frac{\sqrt{3} V_{sm}}{z} \cdot \sin(\theta - \varphi + \pi/6) + C_1 \cdot e^{-\theta/(wt_o)} - E/R \quad (22)$$

The measured variables for the circuit can be calculated using the following expressions:

$$V_{load(mean)} = \frac{1}{2\pi/6} \left[\int_{\alpha+\pi/6}^{\theta} v_{ab}(wt) d\omega t + \int_0^{\pi/3-(\theta-(\alpha+\pi/6))} E d\omega t \right] \quad (23)$$

$$I_{load(mean)} = (V_{load(mean)} - E)/R \quad (24)$$

$$I_{T1(mean)} = I_{load(mean)}/3 \quad (25)$$

$$I_{T1(rms)} = \sqrt{\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha+\pi/6}^{\theta} (i_{T1}(wt))^2 d\omega t} \quad (26)$$

$$I_{load(rms)} = \sqrt{3} I_{T1(rms)} \quad (27)$$

$$I_{fuse} = \sqrt{2} I_{T1(rms)} \quad (28)$$

$$P_{load} = \frac{1}{2\pi/6} \left[\int_{\alpha+\pi/6}^{\theta} (v_{ab}(wt)) \cdot (i_{T1}(wt)) dt \right] \quad (29)$$

$$S = 3 \cdot (V_{sm}/\sqrt{2}) \cdot I_{fuse} \quad (30)$$

In Figure 2.a, for $V_{sm} = 220\sqrt{2} V$, $E = 400 \text{ Volt} < 1.5 V_{sm}$, $R = 10 \text{ ohm}$, $L = 10 \text{ mH}$, $\alpha = 45^\circ$, the results are obtained using the simulink circuit: $C_1 = -733.03$ (21), $\theta = 1.9894$ radian (22), $V_{load(mean)} = 423.15 V$ (23), $I_{load(mean)} = 2.315 A$ (24), $I_{T1(mean)} = 0.771 A$ (25), $I_{T1(rms)} = 1.816 A$ (26), $I_{load(rms)} = 3.146 A$ (27), $I_{fuse} = 2.569 A$ (28), $P_{load} = 1025.04 W$ (29), $S = 1695.715 VA$ (30).

2.2.1.2. Discontinuous load current and $1.5 V_{sm} < E$

In Figure 3.a, the load voltage waveform in case of discontinuous current related to the three-phase controlled bridge rectifier circuit with E, R, L loaded in series, in Figure 3.b, the load current waveform, and in Figure 3.c, various current waveforms are given.

The intersection point of the E value and $v_{ab}(wt)$ phase-to-phase voltage variation is found using the equation β angle (31):

$$\beta = \arcsin(E/(\sqrt{3} V_{sm})) - \pi/6 \quad (31)$$

Depending on the circuit parameters, angle β is not needed in some cases. Figure 3 is a study that can be shown as an example of this situation.

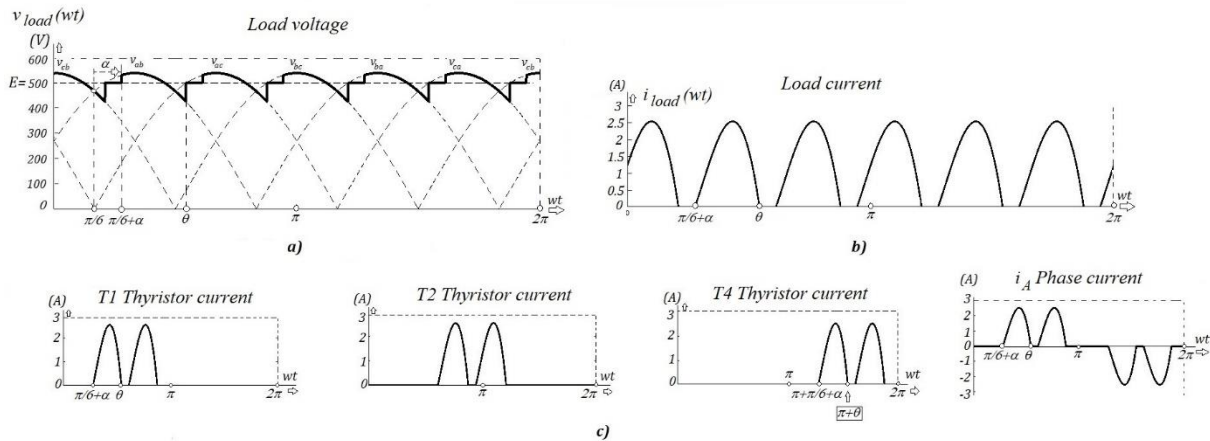


Figure 3. In the case of discontinuous current in a three-phase controlled bridge rectifier circuit with E, R, L load connected in series, a) circuit diagram, b) load voltage waveform, c) various current waveforms ($V_{sm} = 220\sqrt{2} V$, $E = 500 \text{ Volt} > 1.5 V_{sm}$, $R = 5 \text{ ohm}$, $L = 15 \text{ mH}$, $\alpha = 20^\circ$).

The constant C_1 in the $i_{T1}(wt)$ equation is found using the equation (32):

$$i_{T1}(wt = \beta) = 0 \quad (32)$$

The constant C_2 in the $i_{T2}(wt)$ equation is found using the equation (33):

$$i_{T1}(wt = \alpha + \pi/2) = i_{T2}(wt = \alpha + \pi/2) \quad (33)$$

Since the second part of the current $i_{T1}(wt)$ shown in Figure 2.c corresponds to the first part of the current $i_{T2}(wt)$, the angle θ at which the current ends can be found using equation (34):

$$i_{T2}(wt = \theta) = 0 \quad (34)$$

Some of the equations given above will be recalculated under the conditions given below.

2.2.1.2.1. $\pi/2 + \alpha > \theta$

2.2.1.2.1.1. $\pi/6 + \alpha > \beta$

The equation (21) is used to find the constant C_1 in the $i_{T1}(wt)$ equation. The angle θ at which the current $i_{T1}(wt)$ ends can be found using equation (35), and the angle β can be found using equation (31):

$$i_{T1}(wt = \theta) = 0 \quad (35)$$

The other quantities related to the circuit can be calculated using the equations given by (23)-(30).

2.2.1.2.1.2. $\pi/6 + \alpha \leq \beta$

The equation (21) is used to find the constant C_1 in the $i_{T1}(wt)$ equation. The angle θ at which the $i_{T1}(wt)$ current ends can be found using equation (35), and the angle β can be found using equation (31). Other quantities related to the circuit can be calculated using the equations given below.

$$V_{load(mean)} = \frac{1}{2\pi/6} \left[\int_{\beta}^{\theta} v_{ab}(wt) d\omega t + \int_0^{\beta-\theta+\pi/3} E d\omega t \right] \quad (36)$$

$$I_{load(mean)} = (V_{yük(ort)} - E)/R \quad (37)$$

$$I_{T1(mean)} = I_{yük(ort)}/3 \quad (38)$$

$$I_{T1(rms)} = \sqrt{\frac{2}{2\pi} \int_{\beta}^{\theta} (i_{T1}(wt))^2 d\omega t} \quad (39)$$

$$I_{load(rms)} = \sqrt{3} I_{T1(rms)} \quad (40)$$

$$I_{fuse} = \sqrt{2} I_{T1(rms)} \quad (41)$$

$$P_{load} = \frac{1}{2\pi/6} \left[\int_{\beta}^{\theta} (v_{ab}(wt)) \cdot (i_{T1}(\omega t)) d\omega t \right] \quad (42)$$

$$S = 3 \cdot (V_{sm}/\sqrt{2}) \cdot I_{fuse} \quad (43)$$

2.2.1.2.2. $\pi/2 + \alpha \leq \theta$

2.2.1.2.2.1. $\pi/6 + \alpha > \beta$

The equation (21) is used to find the constant C_1 in the $i_{T1}(wt)$ equation. The angle θ at which the $i_{T1}(wt)$ current ends can be found using equation (35), and the angle β can be found using equation (31). Other quantities related to the circuit can be calculated using the equations given by (23)-(30).

2.2.1.2.2.2. $\pi/6 + \alpha \leq \beta$

The equation (21) is used to find the constant C_1 in the $i_{T1}(wt)$ equation. The angle θ at which the $i_{T1}(wt)$ current ends can be found using equation (35), and the angle β can be found using equation (31). The constant C_2 in the $i_{T2}(wt)$ equation is found using the equation (33). Other quantities for the circuit can be calculated using the equation given below:

$$V_{load(mean)} = \frac{1}{2\pi/6} \left[\int_{\beta}^{\alpha+\pi/2} v_{ab}(wt) d\omega t + \int_{\alpha+\pi/2}^{\theta} v_{ac}(wt) d\omega t + \int_0^{\beta-\theta+\pi/3} E d\omega t \right] \quad (44)$$

$$I_{load(mean)} = (V_{load(mean)} - E)/R \quad (45)$$

$$I_{T1(mean)} = I_{load(mean)}/3 \quad (46)$$

$$I_{T1(rms)} = \sqrt{\frac{2}{2\pi} \left[\int_{\beta}^{\alpha+\pi/2} (i_{T1}(wt))^2 d\omega t + \int_{\alpha+\pi/2}^{\theta} (i_{T2}(wt))^2 d\omega t \right]} \quad (47)$$

$$I_{load(rms)} = \sqrt{3} I_{T1(rms)} \quad (48)$$

$$I_{fuse} = \sqrt{2} I_{T1(rms)} \quad (49)$$

$$P_{load} = \frac{1}{2\pi/6} \left[\int_{\beta}^{\alpha+\pi/2} (v_{ab}(wt)) \cdot (i_{T1}(wt)) d\omega t + \int_{\alpha+\pi/2}^{\theta} (v_{ac}(wt)) \cdot (i_{T2}(wt)) d\omega t \right] \quad (50)$$

$$S = 3 \cdot (V_{sm}/\sqrt{2}) \cdot I_{fuse} \quad (51)$$

In Figure 2.a, for $V_{sm} = 220\sqrt{2} V$, $E = 500 Volt < 1.5 V_{sm}$, $R = 5 ohm$, $L = 15 mH$, $\alpha = 20^\circ$; the results are obtained using the simulink circuit: $\beta = 0.665$ radian (31), $C_1 = 134.11$ (21), $\theta = 1.706$ radian (34), $V_{load(mean)} = 506.451 V$ (23), $I_{load(mean)} = 1.290 A$ (24), $I_{T1(mean)} = 0.43 A$ (25), $I_{T1(rms)} = 0.927 A$ (26), $I_{load(rms)} = 1.606 A$ (27), $I_{fuse} = 1.311 A$ (28), $P_{load} = 658 W$ (29), $S = 865.751 VA$ (30).

2.2.3. Continuous load current ($1.5 V_{sm} > E$)

In Figure 4.a, load voltage waveform in series-connected E, R, L loaded three-phase controlled bridge rectifier circuit, in Figure 2.b load current waveform and in Figure 3.c, current changes related to some circuit elements are given. In the circuit, the equations (17) and (18) are valid.

The following equations can be written for the circuit given in Figure 2.a.

$$v_{y\ddot{u}k}(wt) = v_{cb}(wt) = \sqrt{3} V_{sm} \cdot \cos(wt) \quad (52)$$

$$i_{T5}(wt) = \frac{\sqrt{3} V_{sm}}{Z} \cdot \cos(wt - \varphi) + C \cdot e^{-wt/(wt_o)} - E/R \quad (53)$$

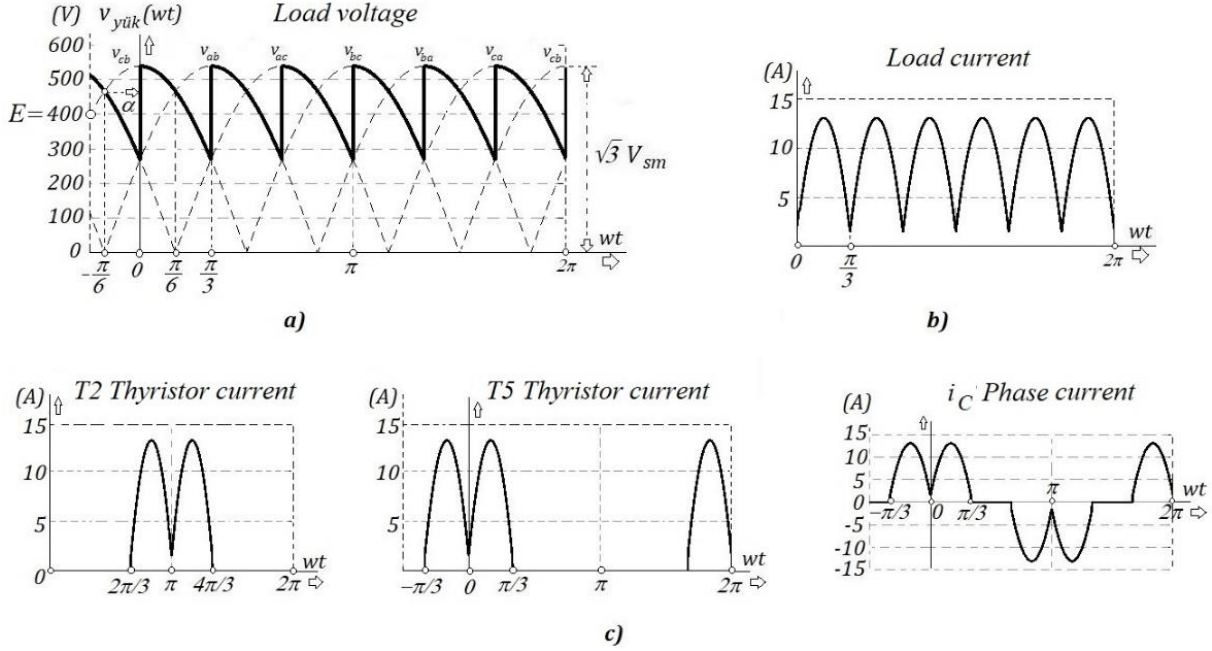


Figure 4. In the case of continuous current in a three-phase controlled bridge rectifier circuit with E, R, L load connected in series, a) circuit diagram, b) load voltage waveform, c) various current waveforms ($V_{sm} = 220\sqrt{2} V$, $E = 400 \text{ Volt} < 1.5 V_{sm}$, $R = 5 \text{ ohm}$, $L = 10 \text{ mH}$, $\alpha = 30^\circ$).

The equation (54) is used to find the constant C in the current equation given by (53):

$$i_{T5}(wt = \alpha - \pi/6) = i_{T5}(wt = \alpha + \pi/6) \quad (54)$$

The mean value of the load voltage can be calculated using the equation (55):

$$V_{y\ddot{u}k(ort)} = \frac{6}{2\pi} \int_{\alpha-\pi/6}^{\alpha+\pi/6} \sqrt{3} V_{sm} \cdot \cos(wt) dwt = 1.654 V_{sm} \cdot \cos(\alpha) \quad (55)$$

The mean value of the load current can be calculated by the equation (56):

$$I_{load(mean)} = \frac{V_{load(mean)} - E}{R} = \frac{1.654 V_{sm} \cdot \cos(\alpha) - E}{R} \quad (56)$$

The other variables for the circuit can be calculated using the following expressions:

$$I_{T5(mean)} = I_{load(mean)} / 3 \quad (57)$$

$$I_{T5(rms)} = \sqrt{\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha-\pi/6}^{\alpha+\pi/6} (i_{T5}(wt))^2 dwt} \quad (58)$$

$$I_{load(rms)} = \sqrt{3} I_{T5(rms)} \quad (59)$$

$$I_{fuse} = \sqrt{2} I_{T5(rms)} \quad (60)$$

$$P_{load} = \frac{1}{2\pi/6} \left[\int_{\alpha-\pi/6}^{\alpha+\pi/6} (\sqrt{3} V_{sm} \cdot \cos(\omega t)) \cdot (i_{T5}(\omega t)) d\omega t \right] \quad (61)$$

$$S = 3 \cdot (V_{sm}/\sqrt{2}) \cdot I_{fuse} \quad (62)$$

In Figure 2.a, for $V_{sm} = 220\sqrt{2} V$, $E = 400 Volt < 1.5 V_{sm}$, $R = 5 ohm$, $L = 10 mH$, $\alpha = 30^\circ$ the results are obtained using the simulink circuit: $C = 4.205$ (54), $V_{load(mean)} = 445.65 V$ (55), $I_{load(mean)} = 9.131 A$ (56), $I_{T5(mean)} = 3.043 A$ (57), $I_{T5(rms)} = 5.637 A$ (58), $I_{load(rms)} = 9.763 A$ (59), $I_{fuse} = 7.972 A$ (60), $P_{load} = 4129.17 W$ (61), $S = 5261.53 VA$ (62).

3. UNCERTAINTY OF CONTINUITY OF THE LOAD CURRENT

For the given circuit parameters, if it is not known whether the load current is continuous or not, the following actions should be taken:

- $I_{T5}(\omega t = -\pi/6 + \alpha)$ value should be calculated assuming the load current is continuous. If this value is greater than zero, the load current is definitely continuous.
- If $I_{T5}(\omega t = -\pi/6 + \alpha) < 0$ then the load current is definitely discontinuous.

4. THE FLOWCHART OF THE PROBLEM

The flowchart of the problem is given in Figure 5.

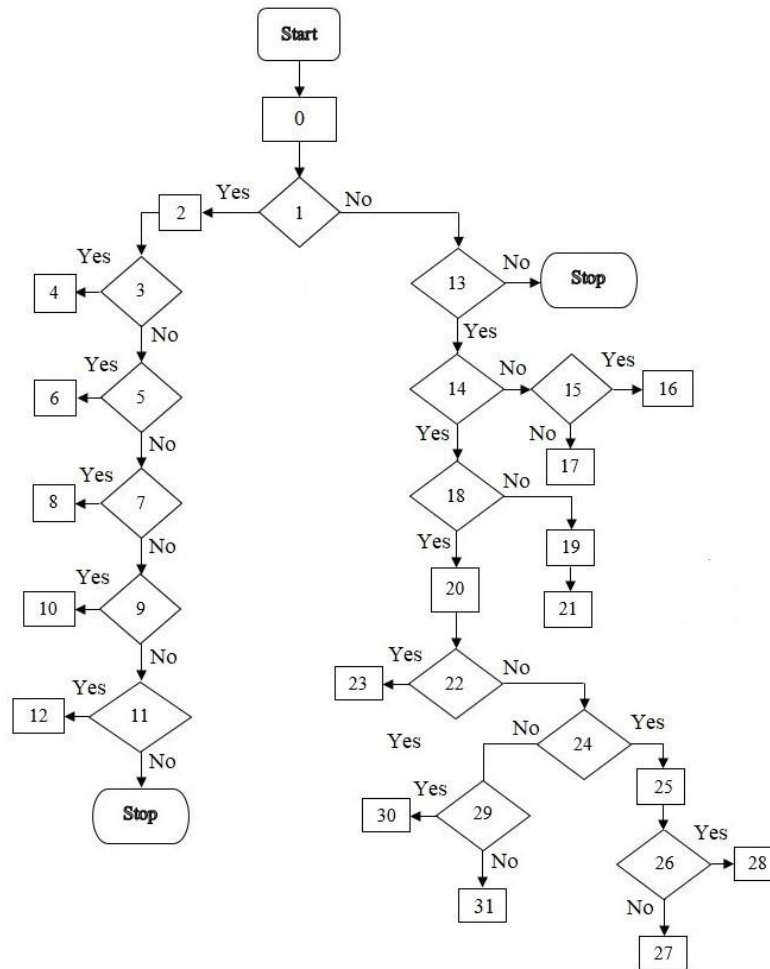


Figure 5. The flowchart of the problem

4.1. The terms of the flowchart

The expressions corresponding to the numbers shown in Figure 5 are given below:

0. Enter of the values; α, V_{sm}, E, R, L
1. Will E and R values in series be used as load?
2. Find the value of θ using the Eq.(3)
3. Is the value of $\alpha - \pi/6$ greater than θ ?
4. Use the eq.(12). All currents of the secondary circuit are zero.
5. Are both of $1.5 \cdot V_{sm} > E$ and $\theta > \alpha + \pi/6$ correct?
6. Use eqs.(4)-(7) with the help of the eq. (13).
7. Are both of $1.5 \cdot V_{sm} < E$ and $\theta < \alpha$ correct?
8. Use Eqs.(4)-(7) with the help of the eq. (14).

9. Are both of $1.5 \cdot V_{sm} < E$ and $\theta > \alpha$ correct?
10. Use Eqs.(4)-(7) with the help of the eq. (15).
11. Are both of $1.5 \cdot V_{sm} > E$ and $\theta > \alpha$ correct?
12. Use Eqs.(4)-(7) with the help of the eq. (16).
13. Will E, R and L values in series be used as load?
14. Is the continuity state of the load current known?
15. Is the value of $i_{T5}(wt = -\pi/6 + \alpha)$ greater than zero?
16. Go to 21.
17. Go to 20.
18. Is the load current discontinuous?
19. Go to 21.
20. Go to 20.
21. Use Eqs.(17)-(18) with the help of the eqs. (52)-(62).
22. Is the load current continuous?
23. Go to 21.
24. Is the value of $\alpha + \pi/6$ greater than θ ?
25. Find the β value using the eq. (31).
26. Is the value of $\alpha + \pi/6$ greater than β ?
27. Use Eqs.(35)-(43) with the help of the eqs. (21)-(31).
28. Use Eqs.(23)-(30) with the help of the eqs. (21), (31) and (35).
29. Is the value of $\alpha + \pi/6$ greater than β ?
30. Use Eqs.(23)-(40) with the help of the eqs. (21), (31) and (35).
31. Use Eqs.(44)-(51) with the help of the eqs. (21), (33) and (35).

5. THE SIMULINK CIRCUIT

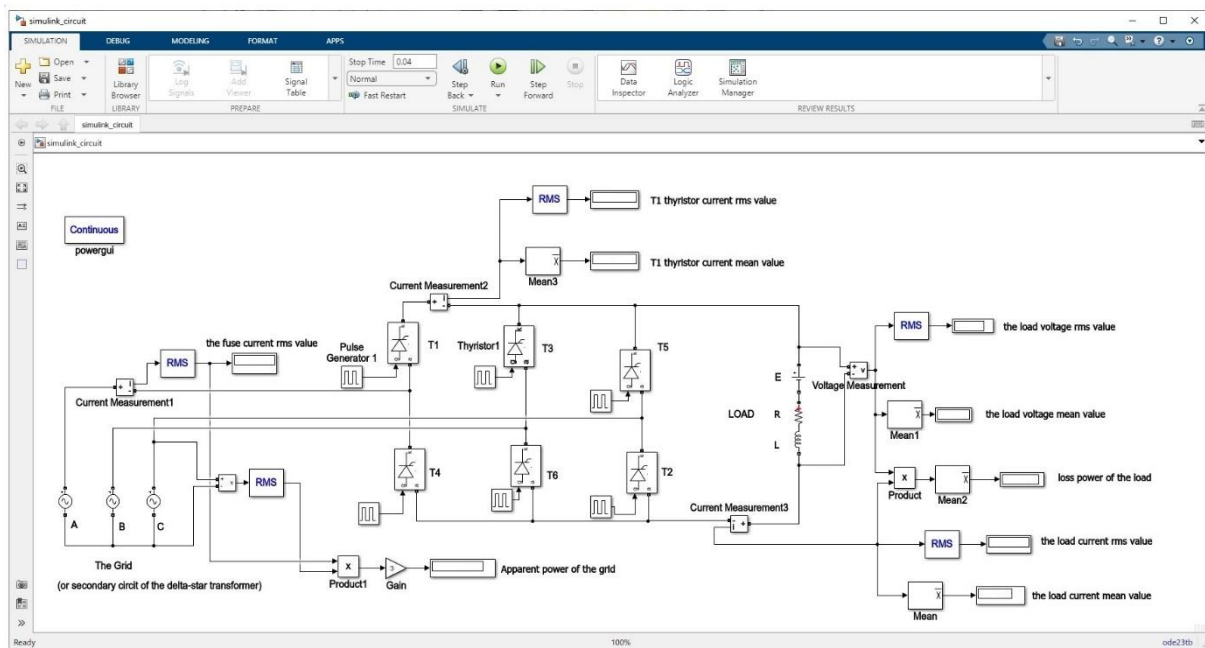


Figure 6. The simulink circuit of the problem.

The simulink circuit used for all options of the problem is given in Figure 6.

6. Conclusion

The current and voltage values in the circuit will vary depending on the effective voltage value of the grid, the trigger angle (α), E , R and L values in the three-phase controlled rectifier feeds E , R and L loads connected in series. Depending on these five values, the voltage and current waveforms of the circuit have quite different values and the load current can be continuous or discontinuous.

In this study, it is explained how to determine whether the load current continuous or not according to the grid voltage, thyristor trigger angle, R , L and E (EMF) values. All results are controlled using the simulink circuit. This paper is the first study in the literature to achieve this goal.

7. REFERENCES

- Lander C.W. (1993). Power Electronics (3rd edition). McGraw-Hill.
- Fewson D., (1998). Introduction to Power Electronics. Butterworth-Heinemann Publishing.
- Jagannathan V., (2013). Power Electronics Devices and Circuits (2nd edition). PHI Publishing.
- Pollefliet J. (2017). Power Electronics, Switches and Converters. Academic Press.
- Hart D., (2019). Power Electronics. McGraw-Hill.
- Erickson R.W., Maksimovic D., (2020). Fundamentals of Power Electronics (3rd edition). Springer.

Bodur H., (2017). Power Electronics (Turkish). Birsen Yayınları

Rashid M.,H., (2013). Power Electronics: Devices, Circuits, and Applications (4th edition). Pearson.

Rashid M.H., (2017). Power Electronics Handbook. Butterworth-Heinemann Publishing.



isarc

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

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



ISBN: 978-625-8246-90-2