

**isarc**

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER



**2. INTERNATIONAL SCIENCES  
AND INNOVATION CONGRESS  
22-23 MAY 2021 ANKARA**

---

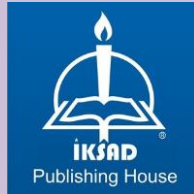
**CONGRESS BOOK**

---

**EDITOR**

**Prof. Dr. Tahir ÖZCAN**

**Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK**



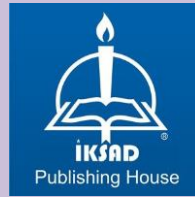
Copyright © 2021 by iksad publishing house  
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,  
distributed or transmitted in any form or by any means, including  
photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without  
the prior written permission of the publisher, except in the case of brief  
quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial  
uses permitted by copyright law.  
Institution of Economic Development and Social  
Researches Publications®

(The Licence Number of  
Publicator: 2014/31220)  
TURKEY TR: +90 342 606 06  
75  
USA: +1 631 685 0 853

E mail:  
iksadyayinevi@gmail.com  
[www.iksadyayinevi.com](http://www.iksadyayinevi.com)

It is responsibility of the author to abide by the  
publishing ethics rules.  
Iksad Publications – 2021©

**ISBN: 978-625-7636-87-2**



Issued: 27.05.2021

**ISBN: 978-625-7636-87-2**

**CONGRESS ID**

---

**CONGRESS TITLE**

**2. INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND INNOVATION**

**CONGRESS**

**DATE AND PLACE**

**22-23 May 2021, ANKARA/TURKEY ONLINE PRESENTATIONS**

**ORGANIZATION**

**ISARC**

**INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER**

**GENERAL COORDINATOR**

**Yasemin AĞAOĞLU**

**COORDINATOR**

**Gamze KÖYMEN**

**EDITOR**

**Prof. Dr. Tahir ÖZCAN**

**Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK**

**ORGANIZING COMMITTEE**

**Prof. Dr. Şefik TÜFENKÇİ**

**Assoc. Dr. Fatih ÇİĞ**

**Assoc. Dr. Reyhan DADAŞOVA**

**Assoc. Dr. Sevcan YILDIZ**

**Dr. Damezhan SADYKOVA**

**Dr. Serkan GÜN**

**İbrahim KAYA**

**Sefa Salih BİLDİRİCİ**

**ISBN:978-625-7636-87-2**

## **SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE**

---

- Prof. Dr. Abdullah ÖZTÜRK**Middle East Technical University  
**Prof. Dr. Aparna SRIVASTA**Noida International University  
**Prof. Dr. Edip ÖRÜCÜ**Bandırma Onyedli Eylül University  
**Prof. Dr. Erdin BOZKURT**Middle East Technical University  
**Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK**Gaziantep University  
**Prof. Dr. Nilüfer PEMBEÇİOĞLU**Istanbul University  
**Prof. Dr. Sevi ÖZ**Ankara Hacı Bayram Veli University  
**Prof. Dr. Sefik TÜFENKÇİ**Van Centenary University  
**Assoc. Dr. A. İnci REMOVAL RECEIVER**Istanbul Arel University  
**Assoc. Dr. Ahmet Umut HACİFEVZİOĞLU**Nisantasi University  
**Assoc. Dr. Amit ARORA**Shaheed Bhagat Singh State University  
**Assoc. Dr. Arzu AKPINAR BAYIZIT**Uludag University  
**Assoc. Dr. Bahadır KILCANGAZI**University  
**Assoc. Dr. Dinara FARDEEV**Russian Academy of Sciences  
**Assoc. Dr. Fatih ÇİĞ**Siirt University  
**Assoc. Dr. Iqbal HOSSAIN**Bangladesh University  
**Assoc. Dr. Ismail AKALTUNG**Gaziantep Dr. Ersin Arslan EAH.  
**Assoc. Dr. Jasmin LATOVIC**Southern Federal University  
**Assoc. Dr. KATLEUBERGENOVA**Kazakh National Women's Pedagogical University  
**Assoc. Dr. Mehmet Ali AKKAYA**İzmir Kâtip Çelebi University  
**Assoc. Dr. Mehmet Fırat BARAN**Siirt University  
**Assoc. Dr. Murat DAL**Munzur University  
**Assoc. Dr. Murat EYVAZ**Gebze Technical University  
**Assoc. Dr. Nebahat AKGUN ÇOMAK**Galatasaray University  
**Assoc. Dr. Neslihan ŞAHİN**Cumhuriyet University  
**Assoc. Dr. Syed Ali Raza NAQVI**Government College University Faisalabad  
**Assoc. Dr. Yener Lütü MERT**Istanbul Galata University  
**Assoc. Dr. Aydın ÜNAL** Kırıkale University  
**Dr. Didem GÜVEN**Sabahattin Zaim University  
**Dr. Fatma HAYIT**Yozgat Bozok University  
**Dr. Figen CERİTOĞLU**Siirt University  
**Dr. Hakan ALTUNAY**Süleyman Demirel University  
**Dr. Merivan ŞAŞMAZ**Adıyaman University  
**Dr. Mubin KOYUNCU**Iğdir University  
**Dr. Murat POLAT**Dicle University  
  
**Dr. Sema KAYAPINAR KAYAM**Munzur University



- Dr. Serkan ATMACASivas Republic University**  
**Dr. Serkan GÜLDALAdıyaman University**  
**Dr. Süleyman ADAKMardin Artuklu University**  
**Dr. Yasin YAKARHarran University**  
**Dr. Yaşar SUBAŞIVan Yüzüncü Yıl University**  
**Dr. Babak SAFAEITSinghua University**  
**Dr. Ercan ÇATAKEskisehir Osmangazi University**  
**Dr. Faisal SULTANHazara University**  
**Dr. Ghanshyam BARMANUka Tarsadia University**  
**Dr. Hamdi DAĞISTANLIMEV College Private İzmir Bornova Schools**  
**Dr. Eve MEHTIEVAMoscow Medical Academy**  
**Dr. Meryem GÖKTAŞBilecik Sheikh Edebali University**  
**Dr. Muhammad IMRANGovernment College University Faisalabad**  
**Dr. Beware of BAYRAMOVAAMEA**  
**Dr. Şükrü KALAYCIGazi University**  
**Dr. Turan YANARDAĞAnkara university**



**ISARC**  
**2.INTERNATIONALSCIENCES**  
**AND INNOVATION CONGRESS**

**22-23MAY2021**

**ANKARA**

**CONGRESSPROGRAM**

**Join Zoom**

**Meeting:Meeting ID:845**

**5114 9418 Passcode:153837**

**JoinZoomMeeting**

**<https://us02web.zoom.us/j/84551149418?pwd=aisvRE0zYlNrYXBwN1RsbVdubkU1QT09>**

**PARTICIPATING COUNTRIES**

**Bangladesh/Kazakhstan/ India /Iran/Malaysia/ Nigeria/ Pakistan/ Russia/Slovakia/ Sri Lanka/  
VietNam**

**TOTAL NUMBER OF INTERNATIONAL PAPER: 49**  
**PAPER FROMTURKEY: 44**

zoom



Cloud Video Conferencing

Simple Online Meetings

Mobile Collaboration

## ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulunda geçen bildirileri 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 oturum katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmayı gerektirmez.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadıkça kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk önce online oturuma bağlanmaları gerekmektedir.
- ❖ Tüm kongre katılımcıları canlı olarak oturumları dinleyebilir.
- ❖ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmında sorumludur.

## DIKKATE DİLMESİ GEREKENLER-TEKNİK BİLGİLER

- ◆ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ◆ Zoom’da ekran paylaşma özelliğini kullanabilmelisiniz.
- ◆ Katılım belgeleri kongresunuda tarafınızdan 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.**



## AÇILIŞ PANELİ

**09:15-10:00**

**MODERATÖR :Prof. Dr. Tahir ÖZCAN & ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSTY**

**“DenizselEkosistemininEkolojikSürdürülebilirliği”**

**Doç. Dr. Baran YOĞURTÇUOĞLU&HACETTEPE UNIVERSTY**

**“İstilacıTürler İle MücadeledeYeniBirYaklaşım: VatandaşBilimi”**

**Dr. Muhammed Yaşar DÖRTBUDAK&HARRAN UNIVERSTY**

**“YenilikçiYaklaşımın Su ÜrünleriÜretimineEtkileri”**



23.05.2021

SUNDAY/10:00-12:00

SESSION-1 HALL-1

**MODERATOR:** Prof. Dr. Şerife KARAGÖZOĞLU

**Bangladesh: 13:00-15:00 / India: 12:30-14:30/ Kazakhstan:13:00-15:00/ Malaysia:15:00-17:00/Nigeria:08:00-10:00/ Pakistan:12:00-14:00/ Russia:10:00-12:00/ Slovakia:09:00-11:00/ Sri Lanka:12:30-14:30/ VietNam:14:00-16:00**

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC/TITLE</b>
Kübra YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ Assist. Prof. Dr. Abdullah YILDIZBAŞI Prof. Dr. Ergun ERASLAN	Ankara Yıldırım Beyazıt University	Why Is Occupational Health and Safety Important in Hand Tools Employees?
Kusay HALEVİK Assoc. Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ Dr. Öğr. Üyesi Abdullah YILDIZBAŞI Prof. Dr. Ergun ERASLAN	Ankara Yıldırım Beyazıt University	Occupational Health And Safety In Lifting Vehicles
Hatice ÇELENK AYTEKİN Assoc. Prof. Dr. Jale ÇATAK Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN Lect. Halime UĞUR Res. Assist. Ömer Faruk MIZRAK Res. Assist. Esra YILDIRIM SERVİ	İstanbul Sabahattin Zaim University	Determination And Comparison Of The Precursors Of Advanced Glycation End Products (Ages) In Cow Milk Types
Assist. Prof. Dr. Fakhar ud Din Fatima Zahid Zakir Ali Humzah Jamshaid Basalat Imran Adnan Anjum Hadiqa Nazish	Quaid-I-Azam University Pakistan	Novel Solid Lipid Nanoparticles-Loaded Dual-Reverse Thermosensitive Nanomicelle For Intramuscular Administration Of Anticancer Drugs With Sustained Release And Reduced Toxicity
Prof. Dr. Şerife KARAGÖZOĞLU Ayşe ULUÇAY	Cumhuriyet University	The Place Of Traditional And Complementary Treatments In Odor Loss Post Covid 19
Assist. Prof. Dr. Ash KANDİL	İstanbul University	Effects Of An Angiotensin Converting Enzyme 2 Activator In Lipopolysaccharide-Induced Endotoxemia
Dyt. Begüm Hatice TUNA Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN Assoc. Prof. Dr. Jale ÇATAK Lect. Halime UĞUR Res. Assist. Ömer Faruk MIZRAK Res. Assist. Esra YILDIRIM SERVİ Dyt. Büşra DEMİR Dyt. Yavuz BECEREN	İstanbul Sabahattin Zaim University	Determination of <i>in Vitro</i> Bioaccessibility of Vitamin C in Food Supplements
Reetu KUMARI Dr. Geeta KUMARI Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY	Eternal University, India/ National Institute of Technology Silchar, India	Employee Job Satisfaction In The Pharmaceutical Industry: A Comprehensive Analysis
Dyt. Rabia ASLAN Lect. Elif EDE ÇİNTESUN Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN Dyt. Rabia BALI Res. Assist. Ömer Faruk MIZRAK Dyt. Büşranur UÇAN	İstanbul Sabahattin Zaim University	Effects Of Different Polyphenol-Rich Herbal Teas On Reducing The Bioaccessibility Of Methylglyoxal In Crackers Under Stimulated Gastrointestinal Digestive System

23.05.2021

SUNDAY/10:00-12:00

SESSION-1 HALL -2

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Fatma BİRGİLİ

Bangladesh: 13:00-15:00 / India: 12:30-14:30/ Kazakhstan:13:00-15:00/ Malaysia:15:00-17:00/Nigeria:08:00-10:00/ Pakistan:12:00-14:00/ Russia:10:00-12:00/ Slovakia:09:00-11:00/ Sri Lanka:12:30-14:30/ VietNam:14:00-16:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC/TITLE
Assist. Prof. Dr. Fatma BİRGİLİ Prof. Dr. Nezihe BULUT UĞURLU	Muğla Sıtkı Koçman University	COVID-19 Lu Hastanın Evde İzolasyonun Aileler Üzerindeki Etkisi: Olgu Sunumu
HTM PERERA DAL LEELAMANIE	University of Ruhuna, Sri Lanka	Heating Temperature At Short-Term Exposure Affected Water Repellency And Stability Of Aggregates In Eucalyptus Forest Soils
Prof. Dr. Nezihe BULUT UĞURLU Assist. Prof. Dr. Fatma BİRGİLİ Lect. Dr. Gözde ÖZTAN	Muğla Sıtkı Koçman University Istanbul University	Acupuncture Treatment In Thick Intestinal Dilatation: A Case Report Evaluation Of Genetic Variants Related To Covid 19 Disease
Ali ABBAS Assoc. Prof. Dr. Syed Ali Raza NAQVI	Government College University, Pakistan	Phytochemical Analysis, Antioxidant And Antimicrobial Screening Of Seriphidium Oliverianum Plant Extracts
Şeyma İremnur ÖZDEMİR Assoc. Prof. Dr. Jale ÇATAK Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN Lect. Halime UĞUR Res. Assist. Ömer Faruk MIZRAK Res. Assist. Esra YILDIRIM SERVİ	İstanbul Sabahattin Zaim University	Investigation Of Malondialdehyde (Mda) Bioaccessibility In Margarine And Butter Using In Vitro Digestion Model
Singh JYOTI Kaur SAWINDER Rasane PRASAD Nanda VIKAS	Lovely Professional University, Sant Longowal Institute of Engineering and Technology, India	Effect Of Particle Size On Techno-Functional And Antioxidant Properties Of Corn Silk Powder
Maroua BENGROUN Louisa BOUNEMIA Ahmed AZBOUCHE Naima AMRANI Zaida MELZİ Azeddine ARABI Khelifa BOUKEFFOUSSA	Ferhat ABBAS, Setif-1, University, Algeria /Nuclear Research Center of Algiers,	Radionuclides Soil To Plant Transfer Factor
Waffa BOUAFIA	University of Batna, Algeria	HPLC-DAD-ESI/MSn Identification Of Phytochemicals And In Vitro Antioxidant Activity By Potentiometric Assay Of The Plant Ephedra Altissima
Gerald M. UGAGU Bertram E.B. NWOKE Nnaemeka K. OPARA Benjamin C. ONWUBUCHE Peter I. ISIAKA Luke C. NWOSU	Imo State Polytechnic, Nigeria	Investigations On The Inherent Resistance Of Twenty-One Maize Varieties To The Maize Weevil Pest At F 2 Generation

23.05.2021

SUNDAY/10:00-12:00

SESSION-1 HALL-3

MODERATOR: Dr. Ercan ÇATAK

Bangladesh: 13:00-15:00 / India: 12:30-14:30/ Kazakhstan:13:00-15:00/ Malaysia:15:00-17:00/Nigeria:08:00-10:00/ Pakistan:12:00-14:00/ Russia:10:00-12:00/ Slovakia:09:00-11:00/ Sri Lanka:12:30-14:30/ VietNam:14:00-16:00

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC/TITLE
A. SEMAN L. BOUNEMIA	Saad Dahleb University, Algeria/ Nuclear Research Centre of Algiers	Study of a Sample Column using the Nuclear Technique Gamma Scanning
Assist. Prof. Dr. Alaaddin GÜNDEŞ Ömer HORUZ Uzm. Biy. Ferudun KOÇER	Kahramanmaraş Sütçü İmam University	Chromite Ore Production Plant Now From Metal Salts Of Concentration
Assist. Prof. Dr. Alaaddin GÜNDEŞ Ömer HORUZ Uzm. Biy. Ferudun KOÇER	Kahramanmaraş Sütçü İmam University	Classification Of Chromite Ore Concentration Plant Residues With Different Temperatures And Sieving
Van Dat DOAN Ngoc Thu Hoai NGUYEN Van Thuan LE	Industrial University of Ho Chi Minh City, Vietnam/ Duy Tan University	High Performance Colometric Detection of Fe(III) in Aqueous Solutions by Plant-mediated Silver Nanoparticles from <i>Zanthoxylum nitidum</i> Extract
Assist. Prof. Dr. Gülşah YIL	Malatya Turgut Özal University	Pollen Sources Plants For Honey Bees In Hekimhan & Yesilyurt Districts Of Malatya
Gulraiz AHMAD Nasir RASOOL	Government College University, Pakistan	Pyridine Nitrogen A Key Factor For Imine Hydrolysis Of (E)-1-(BROMOTHIOPHEN-2- YL)-N-(METHYLPYRIDIN-2-L)Methanimine In Palladium-Catalyzed Suzuki Cross Coupling Reaction
Dr. Ercan ÇATAK Lect. Ali ATALAY	Eskisehir Osmangazi University	Nutritional And Medicinal Value Of <i>Persea Americana</i> MILL. (AVOCADO)
Nasir RASOOL Muhammad BILAL	Government College, University Faisalabad	Protection Of Various Substituted Phenols And Anilines By Propargyl Bromide, Scope And Limitation
A. ZEDDINE A. ZBOUCHE L. BOUNEMI A.Z. MELZI A. DILMI A. HAMOUDI	Nuclear Research Centre of Algiers/National Forest Research Institute	Study Of The Distribution Of Natural Radioactivity On The Soil Surface Of The Bainem Forest In The West Of Algiers
Res. Assist. Dr. Pelin TASTAN	Ege University	Antioxidant Activity And Fatty Acid Composition Of <i>Neotrichia hatchewia isatidea</i>

23.05.2021

SUNDAY/12:00-14:30

SESSION-2HALL-1

**MODERATOR:** Assoc. Prof. Dr. Cemal ULUTAŞ

Bangladesh: 15:00-17:00/India: 14:30-16:30/ Kazakhstan:15:00-17:00/  
Malaysia: 17:00-19:00/Nigeria:10:00-12:00/Pakistan:14:00-16:00/ Russia:12:00-14:00/  
Slovakia:11:00-13:00/ Sri Lanka:14:30-16:30/VietNam:16:00-18:00

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC/TITLE</b>
Noureddine BOUTERAA	University of Oran1, Ahmed Benbella.Algeria.	Generalized Schrödinger Equation And It's Stabilité
Dr. Hüseyin KAMACI	Yozgat Bozok University	A New Approach To Neutrosophic Soft Games
Assoc. Prof. Dr. Cemal ULUTAŞ Zeynel BUDAK	Hakkari University	'Effect of Tri Sodium Citrate Complexing Salt on The Properties Of Chemical Bath Deposited MnS Thin Films
Dr. Zeeshan ASGHAR	National University of Technology Pakistan	Swimming Motion Of Microorganisms Through Non-Newtonian Mucus
Assoc. Prof. Dr. Vakeel A. KHAN	Aligarh Muslim University,India	Some Results On Zweier I-ConvergentSequence Spaces
Thanh-Canh HUYNH	Duy Tan University, Vietnam	Monitoring of Multiple Loosened Bolts through Faster RCNN trained on Synthetic Data and Hough Transform
Dr. N.E.H. Djaa	Relizane University, Algeria.	Proper Biharmonic Vector Field
Prof. Dr. Alexander V. LAGEREV Academician Igor LAGEREV	I.G. Petrovskii Bryansk State University	Aerial Passenger Cable Cars As Part Of The Smart City Concept
Bahar KAYA Prof. Dr. Ahmet Yaşar ÖZBAN	Çankırı Karatekin University	Optimal Fourth-Order Convergent Iterative Methods For The Numerical Solution Of Nonlinear Equations
Assoc. Prof. Dr. Muhammad Imran CHAUDHRY Dr. Madeeha TAHIR	Government College Women University, Pakistan	On Helical Flow Of Maxwell Fluid Through An Annulus Under Stresses On The Boundary

**23.05.2021**  
**SUNDAY/12:00-14:00**

**SESSION-2HALL-2**

**MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Merivan ŞAŞMAZ**

**Bangladesh: 15:00-17:00/India: 14:30-16:30/ Kazakhstan:15:00-17:00/  
Malaysia:17:00-19:00/Nigeria:10:00-12:00/Pakistan:14:00-16:00/ Russia:12:00-14:00/  
Slovakia:11:00-13:00/ Sri Lanka:14:30-16:30/VietNam:16:00-18:00**

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC/TITLE</b>
Assoc. Prof. Dr. Amit ARORA	Shaheed Bhagat Singh State University, Ferozepur	Gas Hydrates (An Untapped White Gold ) : Novel Fuel of Future Generation
Muhammad Aamir SAJID Assoc. Prof. Dr. Zulfiqar Ali KHAN	Government College University, Pakistan	Synthesis and Characterization of Aromatic Polyazomethine/Zinc Composites Via In Situ Polymerization
Ph.D. Thi Tuong Vy PHAN	Duy Tan University, VietNam	Mechanism Of Angiotensin-I Converting Enzyme By Molecular Dynamic Simulation Study
Assiela Aiman LUKHMAN Teo YIN YIN	Universiti Malaya, Malaysia	Interactions Of The Artemisinin With Lipid Model Membranes And Red Blood Cell Membrane
A.AMHIS L.BOUNEMIA A.AZEDDINE A.SELATENIA	Nuclear Research Centre of Algiers/ National Polytechnic School of Algiers	Modelisation of RTD Of The Column Of Flow-Rig by DTS-PRO
Assoc. Prof. Dr. Anju DHIMAN Ittishree Vishal VATS Meenu BHAN Prof. Dr. Chhavi SINGLA	Sushant University Erstwhile Ansal University	Hydrogel As A Binding Agent Isolated From Citrus Aurantium Linn
Elif Cansu ASLAN Rana İrem KIRAN Assist. Prof. Dr. Merivan ŞAŞMAZ	Adıyaman Üniversitesi	Smart Medicine Box Design
Lect. Dr. Şükrü KALAYCI	Gazi University	Comparison Of Sulphite Amount In Waste Water By Dp Polarography And Iodometric Method
Lect. Dr. Şükrü KALAYCI	Gazi University	Determination Of Arsenic In Red Wine With As (V) Electrode

23.05.2021

SUNDAY/14:30-16:30

SESSION-3HALL-1

**MODERATOR: Doç. Dr. Neslihan ŞAHİN**

Nigeria:12:30-14:30/Pakistan:16:30-18:30/Russia:14:30-16:30/  
Slovakia:13:30-15:30/ Sri Lanka:17:00-19:00/VietNam:18:30-20:30

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC/TITLE</b>
Assist. Prof. Dr. Mohammad RAFIGHI	University of Turkish Aeronautical Association	Influence of Turning Parameters on the Radial, Tangential, and Feed Forces during Turning of Ti-6Al-4V Titanium Alloy
Assoc. Prof. Dr. Md. Iqbal HOSSAIN	Bangladesh University	Framework for Proper Energy Management in Commercial and Industrial Facilities
Assist. Prof. Dr. Özkan AYDIN	Osmaniye Korkut Ata University	A New Catalyst Synthesis For Hydrogen Evolution Reaction
Sakib NEHAL Sheikh Ashib ANZUM Assoc. Prof. Dr. Md. Iqbal HOSSAIN	Bangladesh University	Simulation Study of Chemical Transesterification Reaction for Biodiesel Production from Castor Oil
Doç. Dr. Elvan ÜSTÜN Doç. Dr. Neslihan ŞAHİN	Ordu University/Cumhuriyet University	Molecular Docking Analysis Of Thioredoxin Reductase Inhibition Properties Of Allyl-Substituted N-Heterocyclic Carbene Salts
Murjanatu MAGAJI Prof. Muhammad Saleh SALGA Dr. Ahmad SALISU	Umaru Musa Yar 'adua University, Nigeria.	Aqueous Phase Removal Of Heavy Metals From Contaminated Wastewater Using Surface Modified Agricultural Wastes
Assoc. Prof. Dr. V. N. LAD Sunilkumar V. DABHANI Z. V. P. MURTHY	Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology India	Electrochemical Impedance Spectroscopy to Explore Interfacial Characteristics of Liquid-Liquid Systems

23.05.2021

SUNDAY/14:30-16:30

SESSION-3HALL-2

MODERATOR: Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK

Bangladesh: 17:30-19:30/ India: 17:00-19:00/Kazakhstan:17:30-19:30/ Malaysia:19:30-21:30/  
Nigeria:12:30-14:30/Pakistan:16:30-18:30/Russia:14:30-16:30/  
Slovakia:13:30-15:30/ Sri Lanka:17:00-19:00/VietNam:18:30-20:30

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC/TITLE
Sujeet SINGH Sarken KAPAYEVA Krishna MURARI PANDEY	D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Kazakhstan/National Institute of Technology Silchar,	Review On Methods Of Measuring Thermal Conductivity
Soumyajit ROY Prof. Dr. Akshay Kumar PRAMANICK Prof. Dr. Prasanta Kumar DATTA	Jadavpur University, India	Determine The Dimensional Variation Of Dhokra Casting
H. Mehmet SEVER Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK Remzi Ecmel ECE Merve ÖZKUTLU DEMİREL	Ankara Yıldırım Beyazıt University /Turkish Aviation and Space Industry	An Investigation Of Resistance Welding Parameters For PPS Thermoplastic Materials
Nikimoni DAS Sarken KAPAYEVA Krishna MURARI PANDEY	D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University/National Institute of Technology Silchar	Recent Advances In The Study On The Properties Of Solid, Liquid And Gases: A Review
Namrata BORDOLOI Prof. Krishna Murari PANDEY Dr. Kushal Kumar SHARMA	National Institute of Technology Silchar, Assam, India-	The Effect Of Different Fuel Injection Locations On A Hydrogen-Fuelled Scramjet Combustor For Inflow Mach Number 2.75
Namrata BORDOLOI Prof. Dr. K. M. PANDEY Dr. Kushal Kumar SHARMA	National Institute of Technology Silchar, Assam, India-	Impact On Flowfield Characteristics And Performance Parameters For Different Fuel Injection Locations Of A Scramjet Combustor
Abdelbaki ABDALLAH Dr. BENDAOUDI Seif-Eddine Bounazef MOKHTAR	University of Relizane, Algeria/University of Sidi Bel Abbas, Algeria	Performance Optimization Of Flywheel Using Experimental Design Approach
Nishchay SAURABH Satyanarayan PATEL	Indian Institute of Technology Indore, India	Enhanced Energy Storage in BaTi <sub>0.92</sub> Sn <sub>0.08</sub> O <sub>3</sub> Ceramics By Compressive Stress
Mak.Yük.Müh.Arda ZAİM Fikret Kemal AKYÜZ	Eskişehir Osmangazi University/ Festo Industry and Trade A.Ş	Compressed Air Quality And Measurement Methods

23.05.2021

SUNDAY/14:30-16:30

SESSION-3HALL-3

**MODERATOR:** Assoc. Prof. Dr. Reyhan DADAŞOVA

Bangladesh: 17:30-19:30/ India: 17:00-19:00/Kazakhstan:17:30-19:30/ Malaysia:19:30-21:30/  
Nigeria:12:30-14:30/Pakistan:16:30-18:30/Russia:14:30-16:30/  
Slovakia:13:30-15:30/ Sri Lanka:17:00-19:00/VietNam:18:30-20:30

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC/TITLE
Ph.D., Prof. Turebekova G.Z. Ph.D. Prof. Dr. Pusurmanova G.Zh. Abdulazizov E. Ph.D. Assoc. Prof. Dr. Alpamysova G.B.	International Kazakh-Turkish University named after H.A./ South Kazakhstan University named after M.Auezova	Possibilities Of Regeneration Of Used Engine Oils Using Mineral Raw Materials Of South Kazakhstan
Veysel Karani KONUKSEVER Dr. Emine ÜLKER	Recep Tayyip Erdogan University	The Effect Of Secondary Metal On Performance Of Copper Borate For Electrocatalytic Water Oxidation
Assist. Prof. Dr. Mehmet Arif KAYA Prof. Dr. Hüseyin YILDIRIM	Yalova University	Synthesis And Characterization Of Water Soluble Poly(Ethylene-Co-Teraphthalate) (PET)
N.B. BOUCHELIT L. BOUNEMIA A. AZEDDINE A. SELATENIA	Nuclear Research Centre of Algiers/ National Polytechnic School of Algiers	Study Of Column Of Flow-Rig Using Technical Radiotracer
Assoc. Prof. Dr. Anju DHIMAN Divtrannum Vishal VATS Prof. Dr. Chhavi SINGLA	Maharshi Dayanand University/Sushant University/Erstwhile Ansal University	Development And Evaluation Of Lycopene Loaded Chitosan Nanoparticles
Dr. Aysun ALTAN Meral ARCA	Caran Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti.	Enhancing The Flame Retardancy And Thermal Stability Of Polyurethane Coatings With Boron Containing Polyol
Nikimoni DAS Krishna MURARI PANDEY	National Institute of Technology Silchar	Brief Review Of Mathematical Theories On Supersonic Flow, Hypersonic Flow And Combustion: A Review
Chandan KUMAR Krishna MURARI PANDEY Prof. Dr. Kaushal KUMAR SHARMA	Federal Polytechnic Bida, Niger/NSUK-LISA Stat Lab, Nasarawa State University	Computational Investigation of a Hybrid Scramjet Combustion For Different Inlet Mach Numbers With Hydrogen as a Fuel
Deepak KUMAR SHARMA Sarken KAPAYEVA Krishna MURARI PANDEY	D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University/ National Institute of Technology Silchar,	Review On Analysis Of Heat Transfer In Heat Exchangers Using Nano Fluids
Assist. Prof. Dr. Ali Rıza KUL Assist. Prof. Dr. Tuğba GÜR Veysel BENEK	Yüzüncü Yıl University	Rhodamine-B Textile Dye Adsorption, Isotherm And Kinetic Studies On Sediment Activated With HNO <sub>3</sub>



23.05.2021

SUNDAY/17:00-19:00

**SESSION-4HALL-1**

**MODERATOR:** Assist. Prof. Dr. Ahmet Yekta KAYMAN

**Bangladesh: 20:00-22:00 / India: 19:30-21:30/Kazakhstan:20:00-22:00 / Malaysia:22:00-00:00/Nigeria:15:00-17:00/Pakistan:19:00-21:00/ Russia:17:00-19:00/ Slovakia:16:00-18:00/ Sri Lanka:19:00-21:30/VietNam:21:00-23:00**

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC/TITLE</b>
Onur AKINER Assoc. Prof. Dr. Cenk YAVUZ	Sanel Automotive Electronics A.Ş., R&D Sakarya University,	A Domestic And National Led Fog Light Design Comply With Ece Regulations For Commercial Vehicles
Lect. Cansu CANBOLAT Assist. Prof. Dr. Yasemin ATILGAN ŞENGÜL Assist. Prof. Dr. Ahmet Yekta KAYMAN	Doğuş University	Marine Vessel Detection Using Deep Neural Network
Lect. Dr. Fatih DEMİR	Fırat University	Alzheimer Hastalığının Mr Görüntülerinden Derin Öğrenme Tabanlı Yaklaşım İle Tespit Edilmesi
Assist. Prof. Dr. Yaman AKBULUT	Fırat University	Parkinson Hastalığının KonuşmaSinyallerinden Makine Öğrenmesi Tabanlı Yaklaşım İle Tespit Edilmesi
Buda Muhammad KABIR Faruku ALIYU	Niger State College of Education,Nigeria /Sokoto State University, Sokoto	Utilization of Science Facilities and Students' Academic Achievement in among Science Secondary School in Nigeria
Nikimoni DAS Sarken KAPAYEVA Krishna MURARİ PANDEY	D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University/ National Institute of Technology Silchar,	Methods Of Measuring Temperature In Cutting Zone:A Review
Alireza MOGHADDASI Ramuna MİRHAJIANMOGHADDAM	Imamreza International University,Iran/Yazd University, Iran	Identification and Ranking the Performance Criteriafor Information Technology Projects with FAHP and ValueEngineering
Tarık ARAZ Hediye ŞAMLI	Galsan Plastic and Mold Industry Inc.	Keçe Ve Polipropilen Malzemeli Hibrit Ürün Tasarımı Ve Optimizasyonu
Seza Özge GÖNEN Nihan ÇETİN DEMİREL	Yeditepe University	Comparison Of The Sustainability Of Cities In The Black Sea Region Using The Moora Method
Physics/Science Teacher Hamdi DAĞISTANLI	MEV College Izmir Bornova Private Schools	From Germanium-Carbide to Graphene: Electronic Band Structure Calculations
Andrea KLUČAROVÁ Vladimír ŠEBEŇ	The University of Prešov, Slovakia	Ability Of Slovak Students To Use Critical Thinking In Physics

23.05.2021

SUNDAY/17:00-19:00

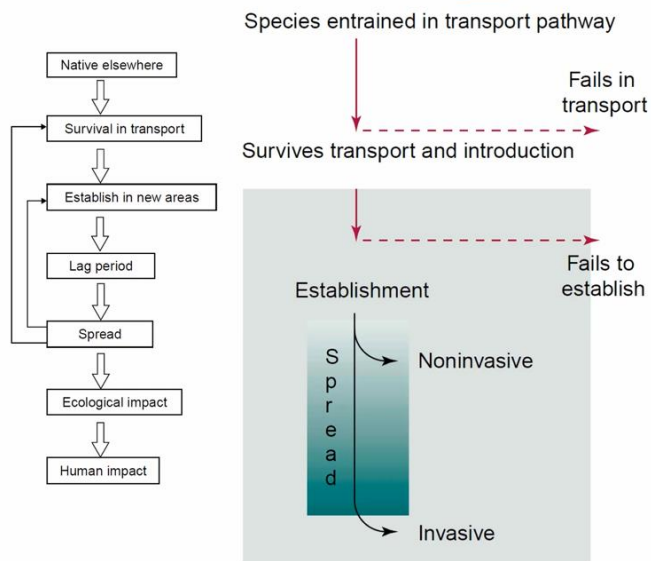
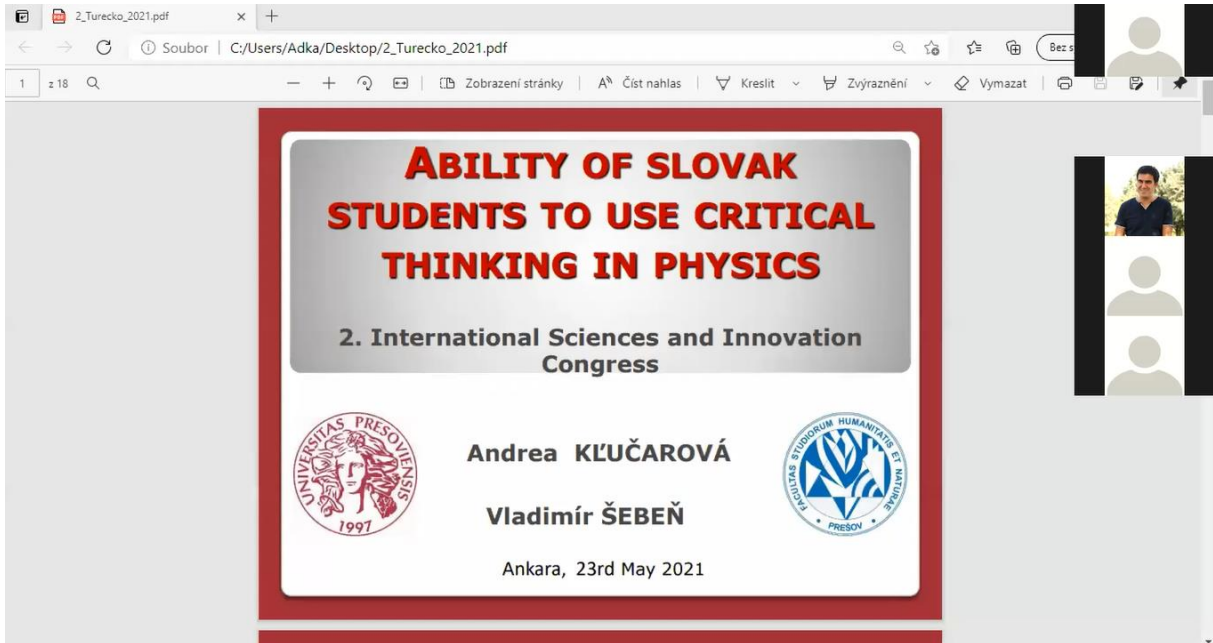
SESSION-4HALL-2

**MODERATOR:** Assist. Prof. Dr. Elif ÖZDOĞLAR

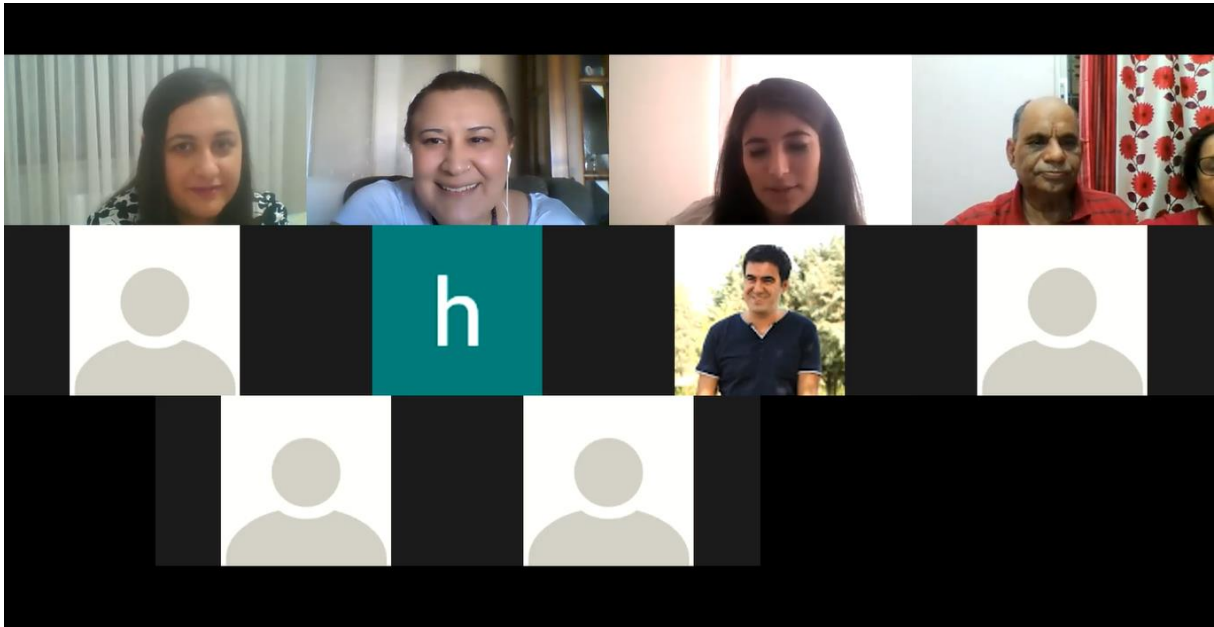
**Bangladesh: 20:00-22:00 / India: 19:30-21:30/Kazakhstan:20:00-22:00 / Malaysia:22:00-00:00/Nigeria:15:00-17:00/Pakistan:19:00-21:00/ Russia:17:00-19:00/ Slovakia:16:00-18:00/ Sri Lanka:19:00-21:30/VietNam:21:00-23:00**

<b>AUTHORS</b>	<b>AFFILIATION</b>	<b>TOPIC/TITLE</b>
Assist. Prof. Dr. Elif ÖZDOĞLAR Assist. Prof. Dr. Çağrı YALÇIN	Kütahya Dumlupınar University	Ai In Interior Architecture And Henn Na Hotels As A Sample Of Accomodition Spaces
S. YAKUBU K. J. SAMUEL D. A. YAKUBU S. B. ADEDOTUN A. KOLA-OLUSANYA	Osun State University, Nigeria	Assessment of Water Infrastructure in Peri-urban Communities of Southwest Nigeria
Zeynep Kübra GÜVEN Assist. Prof. Dr. Lokman GEMİ Assist. Prof. Dr. Emrah MADENCİ Res. Assist. Yasin Onuralp ÖZKILIÇ	Necmettin Erbakan University	Investigation Of The Effect Of Different Winding Angles On Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Pipes Under Compression Force
Civil Eng. Turgut Vatan TOSUN	Yıldız Teknik University	The Prestressed Concrete Railway Bridge Modelling
Tuba Nur KABAKCI Prof. Dr. S. Sinan KESKIN	Marmara University	Investigation Of The Phytoremediation Performance Factors Of Safflower, Soybean And Canola Plants
Assist. Prof. Dr. Tamer SARAÇYAKUPOĞLU	Istanbul Gelisim University	The Research Of The Delamination Formation Regarding Pressure Change In Cutting With Abrasive Water Jet (AWJ) For Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) Materials
S. YAKUBU I. A. JAIYEoba	Osun State University, Nigeria	Level Of Contamination Of Vegetable From Municipal Solid Waste Amended Farmlands
Assoc. Prof. Dr. Israfil SABIKOGLU	Celal Bayar University	Dose Responses And Optical Characteristics Of Natural Stones In Bandırma, Afyon, Çanakkale And Amasya

# PHOTO GALERY



TRENDS in Ecology & Evolution



## INDEX

CONGRES ID	I-III
PROGRAM	IV-XVI
PHOTO GALERY	XVI-XVII
INDEX	XVIII-XXIV

Yazar	Başlık	Sayfa No
Kübra YILMAZ Dilek ÖZTAŞ Abdullah YILDIZBAŞI Ergun ERASLAN	WHY IS OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IMPORTANT IN HAND TOOLS EMPLOYEES?	1
Kusay HALEVİK Dilek ÖZTAŞ Abdullah YILDIZBAŞI Ergun ERASLAN	OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN LIFTING VEHICLES	8
Hatice ÇELENK AYTEKİN Jale ÇATAK Mustafa YAMAN Halime UĞUR Ömer Faruk MIZRAK Esra YILDIRIM SERVİ	DETERMINATION AND COMPARISON OF THE PRECURSORS OF ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS (AGEs) IN COW MILK TYPES	19
Fakhar ud DIN Fatima ZAHİD Zakir ALI Humzah JAMSHAD Basalat IMRAN Adnan ANJUM Hadiqa NAZİSH	NOVEL SOLID LIPID NANOPARTICLES-LOADED DUAL-REVERSE THERMOSENSITIVE NANOMICELLE FOR INTRAMUSCULAR ADMINISTRATION OF ANTICANCER DRUGS WITH SUSTAINED RELEASE AND REDUCED TOXICITY	21
Şerife KARAGÖZOĞLU Ayşe ULUÇAY	THE PLACE OF TRADITIONAL AND COMPLEMENTARY TREATMENTS IN ODOR LOSS POST COVID 19	23
Ashlı KANDİL	EFFECTS OF AN ANGIOTENSIN CONVERTING ENZYME 2 ACTIVATOR IN LIPOPOLYSACCHARIDE-INDUCED ENDOTOXEMIA	33
Begüm Hatice TUNA Mustafa YAMAN Jale ÇATAK Halime UĞUR Ömer Faruk MIZRAK Esra YILDIRIM SERVİ Büşra DEMİR Yavuz BECEREN	DETERMINATION OF IN VITRO BIOACCESSIBILITY OF VITAMIN C IN FOOD SUPPLEMENTS	34

Rabia ASLAN Elif EDE ÇİNTESUN Mustafa YAMAN Rabia BALI Ömer Faruk MIZRAK Büşranur UÇAN	EFFECTS OF DIFFERENT POLYPHENOL-RICH HERBAL TEAS ON REDUCING THE BIOACCESSIBILITY OF METHYLGLYOXAL IN CRACKERS UNDER STIMULATED GASTROINTESTINAL DIGESTIVE SYSTEM	36
Reetu KUMARI Dr. Geeta KUMARI KrishnaMURARIPANDEY	EMPLOYEE JOB SATISFACTION IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	38
Fatma BİRGİLİ Nezihe BULUT UĞURLU	THE EFFECT OF INSULATION AT HOME IN THE PATIENT WITH COVID-19 ON FAMILIES: CASE REPORT	39
Fatma BİRGİLİ Nezihe BULUT UĞURLU	ACUPUNCTURE TREATMENT IN THICK INTESTAL DILATATION: A CASE REPORT	51
HTM PERERA DAL LEELAMANIE	HEATING TEMPERATURE AT SHORT-TERM EXPOSURE AFFECTED WATER REPELLNCY AND STABILITY OF AGGREGATES IN EUCALYPTUS FOREST SOILS	66
Gözde ÖZTAN	EVALUATION OF GENETIC VARIANTS RELATED TO COVID 19 DISEASE	67
Şeyma İremnur ÖZDEMİR Jale ÇATAK Mustafa YAMAN Halime UĞUR Ömer Faruk MIZRAK Esra YILDIRIM SERVİ	INVESTIGATION OF MALONDIALDEHYDE (MDA) BIOACCESSIBILITY IN MARGARINE AND BUTTER USING <i>IN VITRO</i> DIGESTION MODEL	69
Singh JYOTI Kaur SAWINDER Rasane PRASAD Nanda VIKAS	EFFECT OF PARTICLE SIZE ON TECHNO- FUNCTIONAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF CORN SILK POWDER	71
Maroua BENGROUN L. BOUNEMIA A. AZBOUCHE N. AMRANI M. ZAIDA A. ARABI K. BOUKEFFOUSSA	RADIONUCLIDES SOIL TO PLANT TRANSFER FACTOR	72
Waffa BOUAFIA	HPLC-DAD-ESI/MS <sup>n</sup> IDENTIFICATION OF PHYTOCHEMICALS AND <i>IN VITRO</i> ANTIOXIDANT ACTIVITY BY POTENTIOMETRIC ASSAY OF THE PLANT EPHEDRA ALTISSIMA	73
A. SEMAN L. BOUNEMIA	STUDY OF A SAMPLE COLUMN USING THE NUCLEAR TECHNIQUE GAMMA SCANNING	74
Alaaddin GÜNDEŞ Ömer HORUZ Ferudun KOÇER	CHROMITE ORE PRODUCTION PLANT NOW FROM METAL SALTS OFCONCENTRATION	75
Alaaddin GÜNDEŞ Ömer HORUZ Ferudun KOÇER	CLASSIFICATION OF CHROMITE ORE CONCENTRATION PLANT RESIDUES WITH DIFFERENT TEMPERATURES AND SIEVING	77
Van Dat DOAN Ngoc Thu Hoai NGUYEN Van Thuan LE	HIGH PERFORMANCE COLOMETRIC DETECTION OF FE(III) IN AQUEOUS SOLUTIONS BY PLANT- MEDIATED SILVER NANOPARTICLES FROM ZANTHOXYLUM NITIDUM EXTRACT	79

Gülşah YIL	POLLEN SOURCES PLANTS FOR HONEY BEES IN HEKIMHAN & YESILYURT DISTRICTS OF MALATYA	80
Gulraiz AHMAD Nasir RASOOL	PYRIDINE NITROGEN A KEY FACTOR FOR IMINE HYDROLYSIS OF (E)-1-(BROMOTHIOPHEN-2-YL)-N- (METHYLPYRIDIN-2-YL)METHANIMINE IN PALLADIUM-CATALYZED SUZUKI CROSS COUPLING REACTION	82
Ercan ÇATAK Ali ATALAY	NUTRITIONAL AND MEDICINAL VALUE OF <i>Persea</i> <i>Americana</i> MILL. (AVOCADO)	83
Nasir RASOOL Muhammad BİLAL	PROTECTION OF VARIOUS SUBSTITUTED PHENOLS AND ANILINES BYPROPARGYL BROMIDE, SCOPE AND LIMITATION	85
A. AZEDINNE A. AZBOUCHE L. BOUNEMIA Z. MELZI A. DILMI A.HAMOUDI	STUDY OF THE DISTRIBUTION OF NATURAL RADIOACTIVITY ON THE SOIL SURFACE OF THE BAÏNEM FOREST IN THE WEST OF ALGIERS	86
Pelin TAŞTAN	ANTIOXIDANT ACTIVITY AND FATTY ACID COMPOSITION OF NEOTCHIHATCHEWIA ISATIDEA	87
Noureddine BOUTERAA	GENERALIZED SCHRÖDINGER EQUATION AND IT'S STABILITÉ	94
Hüseyin KAMACI	A NEW APPROACH TO NEUTROSOPHIC SOFT GAMES	85
Cemal ULUTAŞ Zeynel BUDAK	EFFECT OF TRI SODIUM CIDRATE COMPLEXING SALT ON THE PROPERTIES OF CHEMICAL BATH DEPOSITED MnS THIN FILMS	97
Zeeshan ASGHAR	SWIMMING MOTION OF MICROORGANISMS THROUGH NON-NEWTONIAN MUCUS	99
Vakeel A. KHAN	SOME RESULTS ON ZWEIER I-CONVERGENT SEQUENCE SPACES	100
Thanh-Canh HUYNH	MONITORING OF MULTIPLE LOOSENED BOLTS THROUGH FASTER RCNN TRAINED ON SYNTHETIC DATA AND HOUGH TRANSFORM	101
Nour El HOUDA DJAA	PROPER BIHARMONIC VECTOR FIELD	102
Alexander LAGEREV Igor LAGEREV	AERIAL PASSENGER CABLE CARS AS PART OF THE SMART CITY CONCEPT	103
Bahar KAYA Ahmet Yaşar ÖZBAN	OPTIMAL FOURTH-ORDER CONVERGENT ITERATIVE METHODS FOR THE NUMERICAL SOLUTION OF NONLINEAR EQUATIONS	104
Muhammad IMRAN CHAUDHRY Madeeha TAHIR	ON HELICAL FLOW OF MAXWELL FLUID THROUGH AN ANNULUS UNDER STRESSES ON THE BOUNDARY	116
Amit ARORA	GAS HYDRATES (AN UNTAPPED WHITE GOLD) : NOVEL FUEL OF FUTURE GENERATION	132
Muhammad Aamir SAJID Zulfiqar Ali KHAN	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF AROMATIC POLYAZOMETHINE/ZINC COMPOSITES VIA <i>IN SITU</i> POLYMERIZATION	133
Thi Tuong Vy PHAN	MECHANISM OF ANGIOTENSIN-I CONVERTING ENZYME BY MOLECULAR DYNAMIC SIMULATION STUDY	134

Assiela Aiman LUKHMAN Teo YIN YIN	INTERACTIONS OF THE ARTEMISININ WITH LIPID MODEL MEMBRANES AND RED BLOOD CELL MEMBRANE	135
A.AMHIS L.BOUNEMIA A.AZEDDINE A.SELATENIA	MODELISATION OF RTD OF THE COLUMN OF FLOW-RIG BY DTS-PRO	136
Anju DHIMAN ITTISHREE VISHAL Meenu BHAN Chhavi SINGLA	HYDROGEL AS A BINDING AGENT ISOLATED FROM CITRUS AURANTIUM LINN	137
Elif Cansu ASLAN Rana İrem KIRAN Merivan ŞAŞMAZ Şükrü KALAYCI	SMART MEDICINE BOX DESIGN	138
Şükrü KALAYCI	COMPARISON OF SULPHITE AMOUNT IN WASTE WATER BY DPPOLARPGRAPHY AND IODOMETRIC METHOD	145
Şükrü KALAYCI	DETERMINATION OF ARSENIC IN RED WINE WITH AS (V) ELECTRODE	150
Mohammad RAFIGHI	INFLUENCE OF TURNING PARAMETERS ON THE RADIAL, TANGENTIAL, AND FEED FORCES DURING TURNING OF <i>Ti-6Al-4V</i> TITANIUM ALLOY	155
Md. Iqbal HOSSAIN	FRAMEWORK FOR PROPER ENERGY MANAGEMENT IN COMMERCIAL AND INDUSTRIAL FACILITIES	156
Özkan AYDIN	A NEW CATALYST SYNTHESIS FOR HYDROGEN EVOLUTION REACTION	157
Sakib NEHAL Sheikh Ashib ANZUM Md. Iqbal HOSSAIN	SIMULATION STUDY OF CHEMICAL TRANSESTERIFICATION REACTION FOR BODIESEL PRODUCTION FROM CASTOR OIL	159
Neslihan ŞAHİN Elvan ÜSTÜN	MOLECULAR DOCKING ANALYSIS OF THIOREDOXIN REDUCTASE INHIBITION PROPERTIES OF ALLYL-SUBSTITUTED N-HETEROCYCLIC CARBENE SALTS	160
Murjanatu MAGAJI Muhammad Saleh SALGA Ahmad SALISU	AQUEOUS PHASE REMOVAL OF HEAVY METALS FROM CONTAMINATED WASTEWATER USING SURFACE MODIFIED AGRICULTURAL WASTES	168
V. N. LAD Sunilkumar V. DABHANI Z. V. P. MURTHY	ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE SPECTROSCOPY TO EXPLORE INTERFACIAL CHARACTERISTICS OF LIQUID-LIQUID SYSTEMS	184
Sujeet SINGH Sarken KAPAYEVA Krishna MURARI PANDEY	A REVIEW ON METHODS OF MEASURING THERMAL CONDUCTIVITY	185
Nikimoni DAS Sarken KAPAYEVA Krishna MURARI PANDEY	RECENT ADVANCES IN THE STUDY ON THE PROPERTIES OF SOLID, LIQUID AND GASES: A REVIEW	186
Nikimoni DAS Sarken KAPAYEVA Krishna MURARI PANDEY	METHODS OF MEASURING TEMPERATURE IN CUTTING ZONE: A REVIEW	197
Soumyajit ROY Akshay Kumar PRAMANICK Prasanta Kumar DATTA	DETERMINE THE DIMENSIONAL VARIATION OF DHOKRA CASTING	210



H. Mehmet SEVER Fahrettin ÖZTÜRK Remzi Ecmel ECE Merve ÖZKUTLU DEMİREL	AN INVESTIGATION OF RESISTANCE WELDING PARAMETERS FOR PPS THERMOPLASTIC MATERIALS	211
Namrata BORDOLOI Krishna MURARI PANDEY Kushal KUMAR SHARMA	THE EFFECT OF DIFFERENT FUEL INJECTION LOCATIONS ON A HYDROGEN-FUELLED SCRAMJET COMBUSTOR FOR INFLOW MACH NUMBER 2.75	223
Namrata BORDOLOI Krishna MURARI PANDEY Kushal KUMAR SHARMA	IMPACT ON FLOWFIELD CHARACTERISTICS AND PERFORMANCEPARAMETERS FOR DIFFERENT FUEL INJECTION LOCATIONS OF A SCRAMJET COMBUSTOR	237
Abdelbaki ABDALLAH BENDAUDI Seif-Eddine Bounazef MOKHTAR	PERFORMANCE OPTIMIZATION OF FLYWHEEL USING EXPERIMENTALDESIGN APPROACH	252
Nishchay SAURABH Satyanarayan PATEL	ENHANCED ENERGY STORAGE INBaTi <sub>0.92</sub> Sn <sub>0.08</sub> O 3CERAMICS BY COMPRESSIVE STRES	253
Arda ZAİM Fikret Kemal AKYÜZ	COMPRESSED AIR QUALITY AND MEASUREMENT METHODS	254
Turebekova G.Z. Pusurmanova G.Zh. Abdulazizov E. Alpamysova G.B.	POSSIBILITIES OF REGENERATION OF USED ENGINE OILS USING MINERAL RAW MATERIALS OF SOUTH KAZAKHSTAN	262
Veysel Karani KONUKSEVER Emine ÜLKER	THE EFFECT OF SECONDARY METAL ON PERFORMANCE OF COPPERBORATE FOR ELECTROCATALYTIC WATER OXIDATION	267
Mehmet Arif KAYA Hüseyin YILDIRIM	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF WATER SOLUBLE POLY(ETHYLENE-CO-TERAPHTHALATE) (PET)	269
N. B. BOUCHELIT L. BOUNEMIA A. AZEDDINE SELATENIA	STUDY OF COLUMN OF FLOW-RIG USING TECHNICAL RADIOTRACER	282
Anju DHIMAN DIVTRANNUM Vishal VATS Chhavi SINGLA	DEVELOPMENT AND EVALUATION OF LYCOPENE LOADED CHITOSANNANOPARTICLES	283
Aysun ALTAN Meral ARCA	ENHANCING THE FLAME RETARDANCY AND THERMAL STABILITY OFPOLYURETHANE COATINGS WITH BORON CONTAINING POLYOL	284
Chandan KUMAR Krishna MURARI PANDEY Kaushal KUMAR SHARMA	COMPUTATIONAL INVESTIGATION OF A HYBRID SCRAMJET COMBUSTION FOR DIFFERENT INLET MACH NUMBERS WITH HYDROGEN AS A FUEL	293
Deepak KUMAR SHARMA Sarken KAPAYEVA Krishna MURARI PANDEY	REVIEW ON ANALYSIS OF HEAT TRANSFER IN HEAT EXCHANGERSUSING NANO FLUIDS	305
Ali Rıza KUL Tuğba GÜR Veysel BENEK	RHODAMINE-B TEXTILE DYE ADSORPTION, ISOTHERM AND KINETIC STUDIES ON SEDIMENT ACTIVATED WITH HNO <sub>3</sub>	318
Onur AKINER Cenk YAVUZ	A DOMESTIC AND NATIONAL LED FOG LIGHT DESIGN COMPLY WITH ECEREGULATIONS FOR COMMERCIAL VEHICLES	320
Cansu CANBOLAT Yasemin ATILGAN ŞENGÜL Ahmet Yekta KAYMAN	MARINE VESSEL DETECTION USING DEEP NEURAL NETWORK	332

<b>Fatih DEMİR</b>	<b>ALZHEIMER HASTALIĞININ MR GÖRÜNTÜLERİNDEN DERİN ÖĞRENME TABANLI YAKLAŞIM İLE TESPİT EDİLMESİ</b>	<b>339</b>
<b>Yaman AKBULUT</b>	<b>PARKİNSON HASTALIĞININ KONUŞMA SİNYALLERİNDEN MAKİNE ÖĞRENMESİ TABANLI YAKLAŞIM İLE TESPİT EDİLMESİ</b>	<b>348</b>
<b>Buda Muhammad KABIR Faruku ALIYU</b>	<b>UTILIZATION OF SCIENCE FACILITIES AND STUDENTS' ACADEMIC ACHIEVEMENT IN AMONG SCIENCE SECONDARY SCHOOL IN NIGERIA</b>	<b>357</b>
<b>Alireza MOGHADDASI Ramuna MIRHAJIANMOGHADDAM</b>	<b>IDENTIFICATION AND RANKING THE PERFORMANCE CRITERIA FOR INFORMATION TECHNOLOGY PROJECTS WITH FAHP AND VALUE ENGINEERING</b>	<b>358</b>
<b>Tarık ARAZ Hediye ŞAMLI</b>	<b>KEÇE VE POLİPROPİLEN MALZEMELİ HİBRİT ÜRÜN TASARIMI ve OPTİMİZASYONU</b>	<b>359</b>
<b>Seza Özge GÖNEN Nihan ÇETİN DEMİREL</b>	<b>COMPARISON OF THE SUSTAINABILITY OF CITIES IN THE BLACK SEA REGION USING THE MOORA METHOD</b>	<b>369</b>
<b>Hamdi DAGISTANLI</b>	<b>FROM GERMANIUM-CARBIDE TO GRAPHENE: ELECTRONIC BAND STRUCTURE CALCULATIONS</b>	<b>383</b>
<b>Andrea KEUČAROVÁ Vladimír ŠEBEŇ</b>	<b>ABILITY OF SLOVAK STUDENTS TO USE CRITICAL THINKING IN PHYSICS</b>	<b>385</b>
<b>Elif ÖZDOĞLAR Çağrı YALÇIN</b>	<b>AI IN INTERIOR ARCHITECTURE AND HENNA HOTELS AS A SAMPLE OF ACCOMODITION SPACES</b>	<b>390</b>
<b>S. YAKUBU K. J. SAMUEL D. A. YAKUBU S. B. ADEDOTUN A. KOLA-OLUSANYA</b>	<b>ASSESSMENT OF WATER INFRASTRUCTURE IN PERI-URBAN COMMUNITIES OF SOUTHWEST NIGERIA</b>	<b>392</b>
<b>Zeynep Kübra GÜVEN Lokman GEMİ Emrah MADENCİ Yasin Onuralp ÖZKILIÇ</b>	<b>INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT WINDING ANGLES ON GLASS FIBER REINFORCED POLYMER (GFRP) PIPES UNDER COMPRESSION FORCE</b>	<b>393</b>
<b>Turgut Vatan TOSUN</b>	<b>THE PRESTRESSED CONCRETE RAILWAY BRIDGE MODELLING</b>	<b>403</b>
<b>Tuba Nur KABAKCI S. Sinan KESKIN</b>	<b>INVESTIGATION OF THE PHYTOREMEDIATION PERFORMANCE FACTORS OF SAFFLOWER, SOYBEAN AND CANOLA PLANTS</b>	<b>416</b>
<b>Tamer SARAÇYAKUPOĞLU</b>	<b>THE RESEARCH OF THE DELAMINATION FORMATION REGARDING PRESSURE CHANGE IN CUTTING WITH ABRASIVE WATER JET (AWJ) FOR CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP) MATERIALS</b>	<b>425</b>
<b>S. YAKUBU I. A. JAIYEOBA</b>	<b>LEVEL OF CONTAMINATION OF VEGETABLE FROM MUNICIPAL SOLID WASTE AMENDED FARMLANDS</b>	<b>436</b>
<b>İsrafil ŞABİKOĞLU</b>	<b>DOSE RESPONSES AND OPTICAL CHARACTERISTICS OF NATURAL STONES IN BANDIRMA, AFYON, ÇANAKKALE AND AMASYA</b>	<b>437</b>
<b>Ali ABBAS Syed Ali Raza NAQVI</b>	<b>PHYTOCHEMICAL ANALYSIS, ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL SCREENING OF SERIPHIDIUM OLIVERIANUM PLANT EXTRACTS</b>	<b>455</b>
<b>Gerald M. UGAGU Bertram E. B. NWOKE Nnaemeka K. OPARA Benjamin C. ONWUBUCHE</b>	<b>INVESTIGATIONS ON THE INHERENT RESISTANCE OF TWENTY-ONE MAIZE VARIETIES TO THE MAIZE WEEVIL PEST AT F2 GENERATION</b>	<b>456</b>



---

<b>Peter I. ISIAKA</b> <b>Luke C. NWOSU</b>		
<b>Nikimoni DAS</b> <b>Krishna MURARI PANDEY</b>	<b>BRIEF REVIEW OF MATHEMATICAL THEORIES ON SUPERSONIC FLOW, HYPERSONIC FLOW AND COMBUSTION: A REVIEW</b>	<b>457</b>
<b>Sevi ÖZ</b> <b>Orhan ATAKOL</b>	<b>DYE THROUGHOUT THE CIVILIZATION HISTORY</b>	<b>469</b>
<b>S. YAKUBU</b> <b>I. A. JAIYEoba</b>	<b>LEVEL OF CONTAMINATION OF VEGETABLES FROM MUNICIPAL SOLID WASTE AMENDED FARMLANDS</b>	<b>489</b>
<b>S. YAKUBU</b> <b>K. J. SAMUEL</b> <b>D. A. YAKUBU</b> <b>S. B. ADEDOTUN</b> <b>A. KOLA-OLUSANYA</b>	<b>WATER INFRASTRUCTURE IN PERI-URBAN COMMUNITIES OF SOUTHWEST NIGERIA</b>	<b>495</b>

---

---

---

**EL ALETLERİYLE ÇALIŞANLARDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ NEDEN ÖNEMLİ ?****Kübra YILMAZ****ORCID NO:** 0000-0002-9139-5970

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

**Doç. Dr. Dilek ÖZTAŞ****ORCID NO:** 0000-0002-8687-7238

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı

**Dr. Öğr. Üyesi Abdullah YILDIZBAŞI****ORCID NO:** 0000-0001-8104-3392

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

**Prof. Dr. Ergun ERASLAN****ORCID NO:** 0000-0002-5667-0391

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

**ÖZET**

Çok sayıda endüstriyel mesleklerde el aletleri birincil olarak kullanılan araçlardır. Bu endüstrilerle ilgili en büyük endişe her yıl meydana gelen yüksek yaralanma yüzdesidir. Birçok meslekte, işle ilgili bozuklukların ve hastalıkların başlıca nedenleri el aletlerinin kullanımına bağlıdır. Bu araçların tasarımının geliştirilmesinde iş sağlığı ve güvenliği kuralları önemli bir rol oynayabilir. Üst extremitelerde mesleki kas-iskelet sistemi bozukluklarına el aletlerinin kullanımının etkisi bilinmektedir. Zayıf el tasarımı araçlar kümülatif travma bozukluklarına neden olabilir. Özel el aletlerinin kullanımı ile iş kazaları doğrudan ilişkilendirilebilir. Ergonomik olarak iyi tasarlanmış el aletleri, üst extremitelerde mesleki yaralanma riskini azaltır. Ayrıca kullanıcılar için rahat çalışma olanağı ve tüketicilere yüksek ürün kalitesi sağlar. El aletleri, çeşitli maddeleri sıkıştırmak, karıştırmak, kesmek, düzeltmek, asmak, zımbalamak, delmek, ısıtmak, çevirmek, sürmek, şekil vermek veya işaretlemek için kullanılır. El aletleri, kullananlar ve hatta orada bulunan, yapılan işle ilgisi olmasa bile diğerleri için de tehlikeli olabilir ve yaralanmalara da neden olabilirler. El aletleri seçilirken; ilk önce iş için uygun el aleti seçilip seçilmediği kontrol edilmelidir. Daha sonra el aletinin kullanılmasının doğru olarak bilinip bilinmediğinden emin olmamız gerekir. El aleti kullanılmadan önce, güvenlik koşullarına uyup uymadığından da emin olmak için zaman zaman kontrol edilmelidir. Diğer önlemler şöyle özetlenebilir; tekrarlayan baskılardan kaçınmak, uygulanan kuvveti azaltmak ve kavrayışı gevşetmek, ergonomik açıdan doğru ekipman kullanmak. İş tezgahları, araç ve gereçlerin sapları doğal bir pozisyon için yeniden tasarlanabilir. El bilek ateli, bileğin “nötr” pozisyonunda tutulmasına yardımcı olabilir. Uygun şekilde molalar vermek, işleri çalışanlar arasında dönüşümlü olarak yaptırmak, elleri sıcak tutmak, rutin olarak yapılan basit egzersizlerle bilek eklemlerini ısıtmak veya parmağız eldivenler yardımıyla elleri sıcak ve esnek tutmak. Yapılan işe bağlı olarak hastalık vücudun farklı bölümlerinde ön plana çıkar.

Genellikle nonspesifik bulgular ile birlikte görülen mesleki kas iskelet sistemi hastalıkları değişik şekil ve bulgularda ortaya çıkabilir. Karpal tünel sendromu, tendinitis, tetik parmak, de quervain's hastalığı, raynaud's fenomeni ,ganglion kist, tenisçi dirseği gibi iyi bilinen hastalıkları işaret eden yakınma ve bulgular ile ağrı , rahatsızlık, güçsüzlük, his kaybı gibi bir hastalığa özgü olmayan yakınmalarla ortaya çıkabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:**El Aletleri, İş Sağlığı ve Güvenliği, Ergonomi

## WHY IS OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IMPORTANT IN HAND TOOLS EMPLOYEES?

### ABSTRACT

Hand tools are the primary tools used in many industrial professions. The major concern with these industries is the high percentage of injuries that occur each year. In many professions, the main causes of work-related disorders and illnesses depend on the use of hand tools. Occupational health and safety rules can play an important role in developing the design of these vehicles. The effect of using hand tools on occupational musculoskeletal disorders in upper extremities is known. Poorly hand designed tools can cause cumulative trauma disorders. Occupational accidents can be directly associated with the use of special hand tools. Ergonomically well designed hand tools reduce the risk of occupational injury in the upper extremities. It also provides comfortable working opportunity for users and high product quality for consumers. Hand tools are used for clamping, mixing, cutting, straightening, hanging, punching, punching, heating, turning, driving, shaping or marking various materials. Hand tools can be dangerous for users and even others, even if they are not related to the work being done, and can cause injury. While choosing hand tools; First of all, it should be checked whether the appropriate hand tool has been selected for the job. Then we need to make sure that the use of the hand tool is known correctly or not. Before using the handpiece, it should be checked from time to time to ensure that it complies with the safety requirements. Other measures can be summarized as follows: avoiding repetitive pressures, reducing the applied force and loosening the grip, using ergonomically correct equipment. Workbenches, tools and equipment handles can be redesigned for a natural position. The wrist splint can help keep the wrist in a 'neutral' position. Taking appropriate breaks, alternating work between employees, keeping hands warm, warming the wrist joints with simple routine exercises or keeping hands warm and flexible with the help of fingerless gloves. Depending on the work done, the disease comes to the fore in different parts of the body. Occupational musculoskeletal diseases, which are generally seen together with nonspecific findings, may occur in different forms and findings.

Carpal tunnel syndrome, tendinitis, trigger finger, de quervain's disease, raynaud's phenomenon, ganglion cyst, tennis elbow and complaints that are not specific to a disease, such as pain, discomfort, weakness, loss of sensation, can occur with complaints and findings that point to well-known diseases.

**Keywords:** Hand Tools, Occupational Health and Safety, Ergonomics

## GİRİŞ

El aletleri, kol gücüyle veya herhangi bir başka enerji kaynağı yardımı ile çalıştırılabilirler. Çeşitli maddeleri sıkıştırmak, karıştırmak, kesmek, düzeltmek, delmek çevirmek vb. işlevler için kullanılırlar. Kullanılan işe göre sivri uçlu, keskin kenarlı, olağan dışı sıcak veya soğuk olabilirler. El aletlerinin yardımıyla istenen işi yapabilmek için gerekli kuvvet elde edilerek kolaylık sağlanabilir. El aletleri kullananlar ve hatta orada bulunan başkaları için de tehlikeli olabilir. Bu durum yaralanmalara sebep olabilir. El aletleri ile çalışırken herhangi bir iş kazasına neden olmamak için bazı kurallara uymak gerekir. Uyulmadığı takdirde basit bir doku zedelenmesinden ölüme kadar giden ciddi tablolar görülebilir. Birçok kaza el aletlerinin veya aletlerin bazı kısımlarının (örneğin saplarının) kırılmasından dolayı meydana gelir. Bu kırılmalarda neden çoğu kez iyi kalitede malzeme kullanılmamış olmasıdır. El aletleri yalnızca yapıldıkları işler için kullanılmalıdır. El aletlerinin yapıldıkları işler için kullanılmamaları hâlinde (Örneğin, bir çalının tornavida yerine kullanılması) tehlike doğurur. Kıvılcımın tehlikeli olduğu yerlerde ve işlerde kullanılan el aletleri kıvılcım çıkarmayan cinsten olmalıdır (Ağaçtan, sert lastikten, bakırdan veya bronz gibi çeşitli alaşımlardan). Çekiç ve varyozlar, soğuk keskinler, kesiciler gibi aletler dikkatle seçilmiş çelikten yapılmalı, bu çelik darbe karşısında saçak meydana getirmeyecek kadar sert olmalı, çatlayıp kırılacak kadar da aşırı sert olmamalıdır. Çelikten yapılmış darbe aletleri güvenlik bakımından oldukça etkilidirler. Darbe için kullanılan el aletlerinin (çekiçler, keskinler vb.) baş kısımları mantarlaşmaya, çatlamaya başlar başlamaz uygun bir eğime kadar tesviye edilerek düzeltilmelidir. El aletleri yalnız kalifiye kişiler tarafından, serleştirilir ve onarılır. Aletlerin yanlış kullanılmasının sebebi, gereksinme duyulduğunda o an için uygun olanının bulunmamasıdır. El aletleri takımının iyi planlanması, bakımlarının iyi yapılması ve aletlerin kaybolmaması için düzenli kontrolü gerekmektedir. Keskin kenarlı veya sivri uçlu el aletleri kullanılmadıkları zaman keskin kenar ve uçlarının koruyucu (deriden kılıf veya başlıklar) altına alınması gerekir. El aletleri döşemelere, geçitlere, merdiven sahanlıklarına veya işçilerin çalıştığı ya da geçtiği yerlere veya geçenlerin başlarına düşebilecekleri yüksek yerlere bırakılmamalıdır. İyi bir düzen için genel kural "her şey için bir yer sağlanmalı ve her şey kendi yerinde olmalıdır. El aletleri periyodik olarak kontrol edilmelidir. Kusurlu bulduklarında yerlerini kusursuz olanları almalı ve elde bulunan

onarılmalıdır. Alet odaları yetkilileri, kusurlu olan ve herhangi bir şekilde uygun olmayan aletleri dışarı verilmemesi hususunda kesin talimat verilmelidir. Son olarak eğitim ve çalışma tarzının düzenli şekilde kontrolünün yapılması gerektiği söylenebilir. Bu kazaların başlıca nedenleri uygun olmayan alet kullanmak aletleri yöntemine uygun kullanmamaktır.

## **El Aleti Kontrolleri**

### **1. El Aletleri Yapılan İş İçin Uygun mu?**

El aletleri seçilirken ilk önce iş için uygun el aleti seçilip seçilmediği kontrol edilmelidir. Daha sonra el aletinin kullanılmasını doğru olarak bildiğimize emin olunması gerekir. El aleti kullanılmadan önce, güvenlik koşullarına uyup uymadığından da emin olmak için zaman zaman kontrol edilmelidir. Yaralanmalardan kaçınmak için izlenmesi gereken kural; el aletlerini kontrol etmektir. Şu soruları daima sormak gerekir;

1. El aletleri YAPILAN İŞ İÇİN UYGUN MU?
2. El aletleri DOĞRU OLARAK KULLANILIYOR MU?
3. El aletleri UYGUN GÜVENLİK KOŞULLARINI TAŞIYOR MU?
4. El aletleri GÜVENLİ BİR YERE KONMUŞ MU?

El aletlerinin görüldüğü gibi, çok sayıda kaza ve yaralanmaya; el aletlerinin yüksek yerlerden aşağıya düşmesi, keskin ve sivri el aletlerinin cepte taşınması veya el aletlerinin takım çantasına gelişigüzel bırakılması gibi sebeplerden ötürü neden olmaktadır. İş bitiminde veya iş yapılırken aletin bırakılması gerektiğinde, el aleti güvenli bir yere konulmalıdır.

## **El Aletleri**

1. Elektrikli el aletleri
2. Pnömatik el aletleri
3. Mekanik el aletleri

### **1. Elektrikli El Aletleri**

Elektrikli el aletleri kullanımı elektrik çarpması tehlikesi oluşturur. Çalışma sırasında kullanılan bu aletlerde topraklama hattı olan ve çift ızalasyonlu aletler tercih edilmelidir. Islak ve nemli yerlerde küçük gerilim kullanmak gerekmektedir. Fiş, priz bağlantıları, kablo kontrolleri yapılması önem arz

eder. Parlayıcı, patlayıcı ortamlarda elektrikli el aletlerinin kullanılmaması gerekir. Bakım onarım parça değiştirmelerinde enerjini tamamen kesilmelidir. El aleti, insan üstüne düşebilecek yükseklikte güvensiz olarak bırakılmamalıdır. Aşırı gürültülü çalışan aletleri kullananlar kulaklık kullanmalıdır..

## 2. Pnömatik

Yüksek basınçlı hava akımları ile çalışan el aletleridir. Hava hortumlarının yarattığı tehlikelere dikkat edilmelidir. Yüksek gürültüye karşı kişisel koruyucu malzeme kullanılmalıdır.

## 3. Mekanik El aletleri

**Kesici Aletler:** Parçaları kesmeye düzgün hale getirmeye ve istenilen şekli vermeye yarayan rende, planya, düz kalem ve keser gibi aletlerdir.

**Vurma aletleri:** Kesici kalemlerin kullanılması, çivi çakılması vb. işlerin yapılması sırasında vurmaya yarayan çekiç, madırğa, balyoz gibi aletlerdir.

**Sıkıştırma Aletleri:** Parçayı tezgaha tutturmaya yarayan veya herhangi bir vidayı sökmeye, ya da sıkıştırmaya yarayan aletlerdir. Bu aletlere misal olarak; anahtar, mengene, işkence örnek verilebilir.

**Ölçme ve Kontrol Aletleri:** İşin ölçülmesi ve kontrol edilmesinde kullanılan aletlerdir. Bunlara; metre, kumpas, mastar vb. misaller verilebilir.

**Markalama Aletleri:** Yapılacak işi resimlerden parçaya aktarmak için yani markalamak için kullanılan; pergel, gönye gibi aletlerdir.

## Ahnabilecek Önlemler

Çalışma ortamının doğru kurgulanması, uygun pozisyonda çalışma, uygun el aletleri kullanma bunların başında gelir. Ergonomik önlem tablolarından yararlanılabilir. Eğitim ve fizyolojik düzeltme egzersizleri önemlidir. Kullanılan alet v emakinelerin bakım ve onarımları düzenli yapılmalı, vibrasyon üretimleri ölçülmelidir. İşte tekrarlanan hareketler, sıklığı, duruş, ağır kaldırma koşulları izlenmelidir. Dakikada 10 kez malzeme tutma veya dakikada 20 kez tekrarlanan el hareketi yoğun tekrarlanan hareket; 1 kg'dan ağır malzemenin elle tutulması ağır güç kullanımı olarak nitelenebilir. Diğer önlemler şöyle özetlenebilir; tekrarlayan baskılardan kaçınmak, uygulanan kuvveti azaltmak ve kavrayışı gevşetmek, ergonomik açıdan doğru ekipman kullanmak (iştezgahları, araç ve gereçlerin sapları ile işler çalışanın çalışırken bileğini doğal bir pozisyonda tutmasını sağlayacak bir biçimde yeniden tasarlanabilir) el bilek ateli, bileğin "nötr" pozisyonda tutulmasına yardımcı olabilir, uygun şekilde molalar vermek, işleri çalışanlar arasında dönüşümlü olarak yaptırmak, elleri sıcak tutmak ,rutin olarak



yapılan basit egzersizlerle bilek eklemlerini ısıtmak veya parmaksız eldivenler yardımıyla elleri sıcak ve esnek tutmak. Yapılan işe bağlı olarak hastalık vücudun farklı bölümlerinde ön plana çıkar. Genellikle nonspesifik bulgular ile birlikte görülen mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları değişik şekil ve bulgularda ortaya çıkabilir. Bazıları; karpal tünel sendromu, tendinitis, tenosinovitis, tetik parmak, de quervain's hastalığı, raynaud's fenomeni, torasik çıkış sendromu, ganglion kisti, tenisçi dirseği gibi iyi bilinen hastalıkları işaret eden yakınma ve bulgular ile diğerleri ise ağrı, rahatsızlık, güçsüzlük, his kaybı gibi belirli bir hastalığa özgü olmayan yakınmalarla ortaya çıkmaktadır.

## **İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık Ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği**

### **Genel yükümlülükler**

• **MADDE 5 – (1)** İşveren, işyerinde kullanılacak iş ekipmanının yapılacak işe uygun olması ve bu ekipmanın çalışanlara sağlık ve güvenlik yönünden zarar vermemesi için gerekli tüm tedbirleri alır.

2) İşveren:

- a) İş ekipmanını seçerken işyerindeki özel çalışma şartlarını, sağlık ve güvenlik yönünden tehlikeleri göz önünde bulundurarak, bu ekipmanın kullanımının ek bir tehlike oluşturmamasına dikkat eder.
- b) İş ekipmanının, çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden tamamen tehlikesiz olmasını sağlayamıyorsa, kabul edilebilir risk seviyesine indirecek uygun önlemleri alır.

6

### **İş ekipmanı ile ilgili kurallar**

**MADDE 6 – (1)** İşyerlerinde kullanılan iş ekipmanları ile ilgili aşağıdaki

hususlara uyulur:

- a) 5 inci madde hükmü saklı kalmak kaydıyla, işveren; iş ekipmanının bu Yönetmeliğin EK-I'inde belirlenen asgari gereklere uygun olmasını sağlar.
- b) İşveren, iş ekipmanının kullanımı süresince, yeterli bakımını yaptırarak bu maddenin (a) bendinde belirtilen hususlara uygun durumda olması için gerekli önlemleri alır.

(2) İşveren, işyerinde kullanılan iş ekipmanının, EK-II'de belirtilen hususlara uygun güvenlik düzeyinde olmasını sağlar.

## Özel risk taşıyan iş ekipmanı

**MADDE 8 – (1)** Çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden, özel risk taşıyan iş ekipmanlarının kullanılmasında aşağıdaki önlemler alınır.

- İş ekipmanı, sadece o ekipmanı kullanmak üzere görevlendirilen kişilerce kullanılır.
- Bu ekipmanların tamiri, tadili, kontrolü, bakımı ve hizmete alınması bu işleri yapmakla özel olarak görevlendirilen kişilerce yapılır.

## Çalışanların eğitimi

**MADDE 11 – (1)** İşverence iş ekipmanını kullanmakla görevli çalışanlara, bunların kullanımından kaynaklanabilecek riskler ve bunlardan kaçınma yollarına ilişkin eğitim almaları sağlanır. Ayrıca 8 inci maddenin birinci fıkrasının (b) bendinde belirtilen, iş ekipmanının tamiri, tadili, kontrol ve bakımı konularında çalışanlara işverenlerce yeterli özel eğitim verilir.

## İlgili Mevzuat

30/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu

30/12/1989 tarihli ve 89/655/EEC sayılı,

5/12/1995 tarihli ve 95/63/EC sayılı,

27/6/2001 tarihli ve 2001/45/EC sayılı Avrupa Birliği Direktifleri

İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

(Resmi Gazete Tarihi: 25/04/2013 Sayısı: 28628)

Makine Emniyeti Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 03/03/2009 Sayısı:27158)

## REFERANSLAR

**ERDOĞAN, PROF.DR.MEHMET SARPER.2014.ÇALIŞMA ALANLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.İSTANBUL : s.n.,2014.s.(105-115).**

**KARABIYIK, Ö., & NAJAFYAN, H.DONATI DEMİRİ TEL BAĞLAMA EL ALETLERİNE ERGONOMİK BİR TASARIM YAKLAŞIMI. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(3), 245-250.**

**Motamedzade, M., Choobineh, A., Mououdi, M. A., & Arghami, S. (2007).** Ergonomic design of carpet weaving hand tools. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(7), 581-587.

<https://tf.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/elaetleri.pdf>

<http://www.fslegitim.com/filemanager/uploaded/elaetleri.temmuz.2013.pdf>

[http://yap.bilgi.edu.tr/\\_docs/tools-terms.pdf](http://yap.bilgi.edu.tr/_docs/tools-terms.pdf)

**KALDIRMA ARAÇLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ****Kusay HALEVİK****ORCID NO:** 0000-0002-1377-8300

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

**Doç. Dr. Dilek ÖZTAŞ****ORCID NO:** 0000-0002-8687-7238

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı

**Dr. Öğr. Üyesi Abdullah YILDIZBAŞI****ORCID NO:** 0000-0001-8104-3392

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

**Prof. Dr. Ergun ERASLAN****ORCID NO:** 0000-0002-5667-0391

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

**ÖZET**

İnsanların kendi güçleri ile yerinden kaldırıp taşıyamayacağı yüklerin bir yerden belirli mesafedeki diğer bir yere kaldırılıp götürülmesi, yerleştirilmesi için asırlardan beri çeşitli tip ve kapasitedeki kaldırma ve taşıma araçları kullanılmıştır. Endüstrinin gitgide büyümekte olduğu günümüzde bu işlemler her işyerinde yapılmakta ve bu sayede yük kaldırma ve taşıma işleri kolaylıkla yapılabilmektedir. Bu süreçler verimlilikte artış sağlarken, zaman kaybı, maliyet ve personelde yorgunluk konusunda azalma görülmesini sağlamıştır. Kaldırma araçlarında gerçekleştirilen işlerde, yüklerin yüksekte taşınması sırasında olusacak kaza zararlarının zemin üzerindeki taşınması sırasındaki kaza zararlarına göre çok daha fazla olacağı açıktır. Kazalar; taşınan yükte, kaldırma makinasının kendisinde ve çevrede hasar meydana getirmekte, işyerinde iş tıkanıklığı yaratmakta, zaman, maliyet, itibar kaybı yaratmakta çoğu zaman da çalışan insanların yaralanmasına veya ölmesine neden olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; tambur, zincir ve halatlar gibi kaldırma araçlarının kullanımını, iş sağlığı ve güvenliği bağlamında incelenmektedir. Günümüzde yoğun bir şekilde her alanda kullanılan kaldırma araçları tarihsel bir gelişimin ürünüdür. Ayrıca toplumların istikrarlı ve ergonomik yaşamlarında ekonomik ve istikrarlı düzeyinde büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda kaldırma araçlarının iş sağlığı ve güvenliği konusunda işleyişi, hukuki boyutu ve prosedürleri de önem arz etmektedir. Çalışmamızda, güncel mevzuat doğrultusunda, kaldırma araçlarının kullanımları iş sağlığı ve güvenliği kapsamında, alan yazın yöntemi ve literatür taraması ile incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kaldırma Araçları, İş Sağlığı ve Güvenliği, Risk Değerlendirmesi

## OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN LIFTING VEHICLES

### ABSTRACT

Lifting and carrying vehicles of various types and capacities have been used for centuries to lift and place the loads that people cannot lift with their own forces and to another place at a certain distance. Today, when the industry is growing, these operations are carried out in every workplace and thus load lifting and transportation can be done easily. While these processes have increased productivity, they have led to a reduction in time loss, cost and staff fatigue. It is obvious that in the works performed on lifting vehicles, the accident damages that will occur during the transportation of the loads at height will be much more than the accident damages during the transportation on the ground. Accidents; It causes damage to the load carried, the lifting machine itself and the environment, creates a work congestion in the workplace, creates time, cost, loss of reputation, and often causes injuries or deaths of working people. The aim of this study is to examine the adequacy of the use of lifting devices (Drum, Chain and Ropes) in the context of occupational health and safety. Lifting tools, which are used intensely in every field today, are the product of a historical development. In addition, it is of great importance in the stable and ergonomic lives of societies at an economic and stable level. In this direction, the functioning, legal dimension and procedures of lifting vehicles in terms of occupational health and safety are also important. In our study, the use of lifting devices in line with the legal legislation was examined by legal procedures and especially by literature method and literature review.

**Keywords:** Lifting Tools, Occupational Health And Safety, Risk assessment

### 1.Giriş

İnsanlar, beden gücü ile yerinden kaldırıp taşıyamayacağı bir takım yüklerin yerinden kaldırıp belirli bir mesafedeki başka bir yere taşınması, yerleştirilmesi uzun yıllardır birçok çeşitli kaldırma türleri ve kapasiteleri ve taşıma araçlarının kullanılmasını sağlamıştır. Bu doğrultuda endüstrinin yıllar geçtikçe büyümesi günümüzde de bu kaldırma işlemlerinin işyerlerinde şantiyelerde yük kaldırma ve taşıma işlerinin kolaylıkla yapılmasına da olanak vermiştir. Günümüz modern küresel dünyasında da bu tür çalışmalar hemen her alanda sürdürülmektedir. Bu sayede ilgili alanlardaki kaldırma ve taşıma işleri daha kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilir. Ayrıca kaldırma makineleri ile yapılan taşıma işlerinde, yüklerin genellikle kaldırılarak taşınması gerekmektedir. İlgili yüklerin yüksek alanlarda taşınmasındaki olası kaza zararlarının zemin üzerinde taşınması süresince hasar ve kazazararlarına nazaran çok daha fazla olacağı düşünülmektedir (Erdoğan, 2014). Kaldırma makineleri

günümüzde çok önemli ve pratiktir. İnşaat, madencilik, yol yapımı, liman işleri ve fabrika kaldırma işlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve vazgeçilmezdir.

Kazalar; taşınan yükte, Kaldırma makinesinin kendisine ve çevreye zarar verir, işyerinde işsizliği yaratır, zaman ve maliyet yaratır, itibar kaybeder ve çoğu zaman çalışanları yaralanmasına veya ölümüne neden olur. (Çoktu, 2012)

Bu nedenle, kaldırma araçlarında alınacak genel güvenlik önlemleri, bu iş ekipmanlarının yönelik periyodik izleme prosedürleri ve iş kazalarını azaltmak için manuel şanzımda alınacak güvenlik önlemleri hakkında bilgi verilecektir.

## 2. KALDIRMA ARAÇLAR

### 2.1. Kaldırma Araçları Tanımı:

Kaldırma araçları, herhangi bir yükü yerden kaldırarak başka bir yere götüren veya istifleyen, gerektiğinde bu yükü kısa mesafelerde taşıyarak uzaklaştıran araçlardır. (Erdoğan, 2014).

### 2.2. Kaldırma makinelerinin önemi

1. İş gücü en değerli enerjidir ve işgücü sınırlıdır.
2. Personel daha az yorgun.
3. Zaman kazanın.
4. Üretimi artırın
5. Verimliliği artırmak
6. Kârınızı artırın

### 2.3. Kaldırma Araçlarında Kaza Sebepleri

Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (EU-OSHA), kaldırma makinelerinde meydana gelen büyük iş kazalarını aşağıdaki şekilde rapor etmiştir.

- Elektrik hatlarıyla temas halindeki kaldırma makineleri veya vinçler (kazaların % 45'i)
- Kaldırma mekanizmasının altında durmak
- kalp makinesi
- Hamileliğin düşüşü
- Güvenli çalışmayı sürdürmek için gerekli periyodik teknik kontrollerin uygulanmaması.
- Bom çökmesi
- Karşı ağırlık sisteme zarar verir
- Destek ayaklarının yanlış kullanımı
- Düşmeler ve kilitleme hataları

## 2.4 Kaldırma Makinalarının Sınıflandırılması

Birçok tür kaldırma makinesi vardır. Önemi giderek artan ve yaygın olarak kullanılan başlıca kaldırma araçları şunlardır:

- A. Vinçler
- B. Forkliftler

### 2.4.1. Vinçler

Malzemelerin ve yüklerin kaldırılması ve döndürülerek veya başka bir yönde hareket ettirilmesi, taşıma, yükleme ve boşaltma gibi işler için kullanılan makinelere vinç denir. Vinçler, dikey ve yatay hareketleri sayesinde genel olarak her türlü yükü kaldırabilen makinelerdir. Birçok farklı tür ve özellik mevcuttur. (Çoktu, 2012)

- Kapı Kaldırıcı (Tek Kirişli, Çift Kirişli)
- Portal vinçler
- Konsol krenler
- Yapı vinçleri (Kule vinçler)
- Mobil vinçler
- Kablolu vinçler
- Özel vinçler



Şekil 2.1. Vinçlerin sınıflandırılması

## 2.4.2. Forkliftler

Forkliftler, işyerinde bir yerden başka bir yere taşınması gereken yükleri veya malzemeleri istiflemek veya istiflemek, malzemeleri makinelere ve koltuklara taşımak, makinelere takılıp demonte edilecek parçaları kaldırma ve boşaltma gibi uygun kaldırma araçlarıdır. Ve koltuklar. Kullandığımız kuvvetin türüne göre forkliftler; 4 elektrikli, benzinli, dizel ve LPG'ye ayrılmıştır. (Çoktu, 2012).

### Forklift Güvenlik Önlemleri

- Üç ayda bir sertifikalı teknik personel tarafından kontrol edilmeli ve bir rapor hazırlanmalıdır.
- Bir forkliftin çatalının altına yerleştirilmemelidir.

İnsanları çatalın üzerine yüklemeyin.

- Kişilere doğrudan kavşağa kadar eşlik edilmemelidir.
- İnsanların forklift kullanmasına izin verilmemelidir.
- Kapalı alanlarda çalışan forkliftler için geliş ve gidiş güzergahlarına işaretler konulmalıdır.
- Forkliftler için hız sınırlamaları olmalıdır.
- Ani manevralar yapmayın ve yüksek hızlarda durup çalıştırmayın. Binalara giriş ve çıkışlarda ve insanlara yakın yerlerde hız dönüşümlü olarak azaltılmalı ve uyarılar kornayla yapılmalıdır.
- Forklifti asla gevşek ve kaygan zeminde kullanmayın. Tüm göstergelere uyun ve zemin yapısına göre izin verilen maksimum yük için izin verilen maksimum değerler, asansör taşıma kapasitesi ve tavan yüksekliği gibi bu değerleri aşmayın.
- Güvenli olmayan / dengesiz yükler taşınmamalıdır. Yük çatalına eşit olarak dağıtılmalı ve yük tek çatal ile taşınmamalıdır.
- Diğer forkliftlerin çalışma alanında forklift kullanılmamalıdır.
- Çekme, düzleştirme, eğme ve itme gibi işler için forklift kullanılmamalı ve yüksek bir yükte hareket ettirilmemelidir.
- Forklift üzerindeki yükün görünürlüğü sınırladığı durumlarda, forklift geriye doğru kullanılmalıdır.
- Forklift düşmesi durumunda kabinden dışarı atlamamalı, koltuğa oturmalı ve sağlam bir şekilde sabitlemelidir.

Yokuş aşağı ve yokuşa geri giderken daima ilerlemelisiniz. Yük kaldırılmamalı ve yüzeyin eğimli olduğu yerlerde manevra yapılmamalıdır.

- Forklift operatörü en önemli güvenlik faktörüdür. Bu nedenle işten önce veya işyerinde alkol veya uyuşturucu kullanılmamalıdır.
- Islak ve yağlı el ve ayakkabılarla forklift kullanılmamalıdır.
- Kullanım kurallarına, güvenlik önlemlerine ve tüm uyarı işaretlerine uyulmalı ve forklift hareket halindeyken eller ve ayaklar kabinden çıkarılmamalıdır.
- Forklift park alanına park edilmeli, çatallar indirilmeli, kollar serbest bırakılmalı, el freni çekilmeli ve motor kapatılmalıdır.



Şekil 2.2. En sık yaşanan forklift kazaları

### 3. Kaldırma – indirme Sistemi Elemanları

- Tamburlar
- Zincirler
- Halatlar

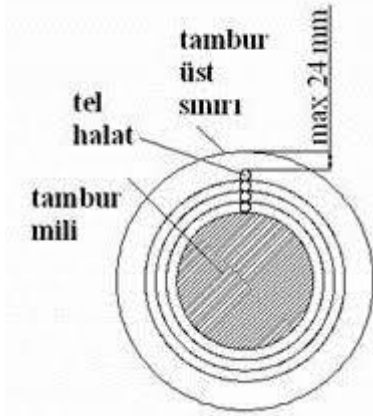
#### 3.1. Tamburlar:

- 1) Kaldırma makinelerinde telin sarıldığı namluların kenarları flanşlanmalıdır. Flanş genişliği, kangal halat çapının 2,5 katı olmalı ve ipin zıplamasını engelleyecek şekilde imal edilmelidir.
- 2) Halatın ucu tambura iyice bağlanmalıdır, yük taşıyıcı eleman en alt seviyedeyken oluklu tambur üzerinde en az iki halat rulosu kalmalıdır.



3) Silindirin olukları ve kullanılan ipin çapı birbiriyle orantılı olmalıdır. Aksi takdirde, iyi bir sarım olmayacağı için ipin ömrü kısalmış ve sarım kötü yapılıdır.

4) Elektrikle çalışan vinç makinalarında ayarlanan üst ve alt noktalar geçildiğinde, elektrik akımını otomatik olarak kesecek ve silindirin hareketini otomatik olarak durduracak bir mekanizma kurulacaktır. Aksi takdirde, taşıyıcı eleman yapıya çarpar ve yükte istenmeyen bir düşüşe neden olur..(Candemir, 2013)



Şekil 3.1. Tambur diyagramı

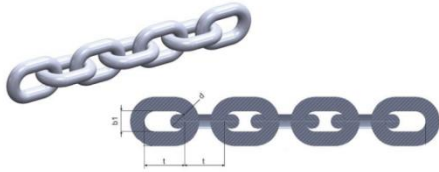
### 3.2. Zincirler

Kaldırma makinelerinde yükleri kaldırmak için halka ve levha zincirler kullanılır. Laminat zincirlere GALL zincirleri de denir. Her iki tip zincir de özel olarak yapılır ve çaprazlanır.

1) Zincirler kullanılacak işin özelliğine ve kaldıracakları yükün ağırlığına göre seçilir. Zincir baklaları kırılmış, hasar görmüş veya çatlamışsa, zincir değiştirilmelidir. Zincir baklaları aşınması bakla kalınlığının dörtte birini aşarsa zincir kullanılmamalıdır.

2) Zincirler kullanılmadan önce görsel olarak incelenmelidir. Bölmelerin uzaması% 5'i geçerse zincir kullanılmamalıdır..

3) Zincir baklaları asla pimlerle bağlanmamalıdır. Cıvata gerilme, bükülme ve kesmeye maruz kalır ve kuvvet sınırının üzerinde gerilmeler ortaya çıkabilir. Zincirleri birbirine bağlamak için özel yapılmış kilitler, zincir kilitleri ve zincir bağlantı halkaları kullanılmalıdır. (Candemir, 2013)

**Halkalı Zincir****Levhalı Zincir****Şekil 3.2. Zincir türleri**

### 3.3. Halatlar

Kaldırma araçlarında ve makinelerinde kaldırma ve dengeleme (halat) elemanı olarak çeşitli halatlar kullanılmaktadır. Başlıca olanlar kenevir ipleri, naylon ipler, fiber ipler, cam ipler, demir ipler, çelik çekme ipleri ve tel halatlardır.

#### 3.3.1. Kendir Halatlar

Kenevir ipleri, dökme ve dökme yüklerin sarılmasında kolaylık ve hız sağlaması ve ucuz olması nedeniyle kullanılmaktadır. Çelik halatlara göre kaldırma kapasitesi ve ömrü daha düşüktür. Her gün kontrol edilmelidir. Fazla tercih edilmemelidir. İşleve ve gebeliğe uygun olmalıdır.

1. Kullanmadan önce kontrol edilmelidir.
2. Islak ve gergin tutulmamalıdır.
3. Demir askılara asılmamalıdır.
4. Asit ve aşındırıcılardan korunmalıdır..
5. Keskin yükleme açılarında özel önlemler alınmalıdır.
6. Halatların güvenlik parametreleri en az 3 olmalıdır.

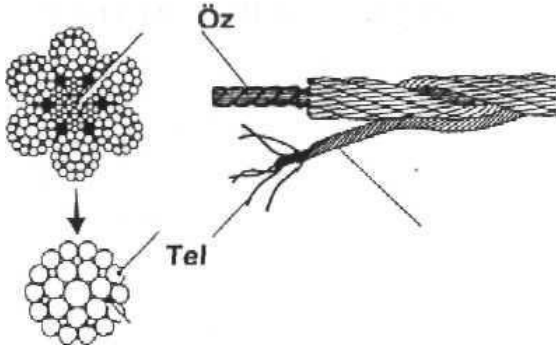
#### 3.3.2. Tel-Çelik Halatlar

Çelik halat endüstride yük taşıma, kaldırma ve iletme kuvveti gibi işler için kullanılır.

Avantajları:

- 1) Aynı ağırlık ve çapta olmasına rağmen daha güçlü olmak,
- 2) Islak ve kuru koşullarda dayanım aynı kalır,

- 3) Uzunluk, farklı iklim koşullarında büyük ölçüde değişmez.
- 4) Uzun ömürlü ve dayanıklıdır



Şekil 3.3. Tel-Çelik Halatlar

#### Tel halat kullanımında alınacak önlemler

- 1) Tel halat, yapılan işe ve kaldırılacak yüke göre seçilmelidir.
- 2) Periyodik olarak uygun yağ ile yağlanmalıdır.
- 3) Kaynak alevi ve ısıya maruz bırakılmamalıdır.
- 4) Güvenlik faktörü en az 5 olmalıdır.
- 5) Halat uç bağlantıları düzgün yapılmalıdır.
- 6) Halat bağlantıları uygun şekilde yapılmalıdır.

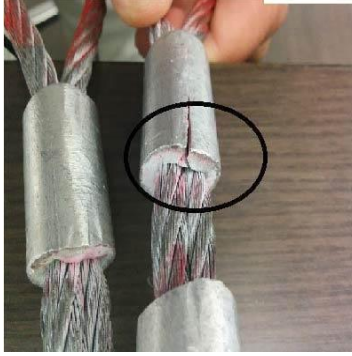
#### Tel halatları kontrolü

Çelik halatın hizmet dışı bırakılma süresi, özel kurulum koşulları ile yakından ilgilidir. Bu koşullar arasında boyut, kaldırma yöntemi, bir sonraki muayene zamanı, çalışma koşulları, bakım, insanlara hasar ve maddi hasar yer alır. (Çoktu, 2012), Halat değiştirilmesi gerektiği ancak muayene ile belirlenebilir. Muayene eden kişi aşağıdaki soruları cevaplamalı.

- halat durumu herhangi bir zayıflık belirtisi gösteriyor mu?
- halat hasar gördüğü hız, ipin bir sonraki inceleme zamanına kadar güvenli bir şekilde çalışmasına yetecek kadar yavaş mı?

## Kırık Teller

- A) Hareketli halatlarda, sarma halatında rastgele dağılmış 6 veya daha fazla kırık tel varsa veya halatta 3 veya daha fazla kırık tel varsa,
- B) Asılı veya dikili halatlarda, halatın sarımında kopan 3 veya daha fazla tel varsa,
- C) Bağlantı yakınında bir veya birden fazla kırık tel var ise,
- D) Hareketli halatlarda, halatlar arasındaki çubuklarda herhangi bir kırılma izi varsa halat değiştirilmelidir.



Şekil 3.4. Kırık Teller

## Halatın Çapında Azalma

17

Halatın çapı aşağıdaki değerlerin altına düşerse, halat değiştirilmelidir.

- A) 19 mm çapa kadar halatlar için 1 mm.
- B) Halatlar 1,5 mm çapında 22-28 mm arası
- C) Çapı 32-38 mm arasında değişen halatlar için 2 mm.



Şekil 3.5. Halatın çapını ölçün

#### 4. Sonuçlar :

1. Önceki çalışmada, kaldırma makinelerinin imalatında ve tüm onarımlarında alınması gereken, her makinenin maksimum kaldırma kapasitesinin yazılması gereken ve birden fazla vincin olması durumunda alınması gereken bir dizi güvenlik önlemi olduğunu not ettik. Aynı sitede kullanılan vinçler birbirine müdahale etmeyecek şekilde kurulmalı ve onarım ve bakım durumlarında her türlü onarım, ayar ve bakım ve her durumda güvenlik için kayıt kartının bulundurulması zorunludur. kancanın faktörü en az 5 olmalıdır.
2. Kaldırma makinelerinin kazalarını azaltmak için, çalışma sahasında çalışma alanını işaretlemek ve iyi düzenlemek gibi çeşitli önlemler alınmalı ve operatörler iyi eğitilmeli ve yerleştirilen işaretlere tam olarak uymalıdır. Ve insanları kaldırıp yük ile taşımayın. Ayrıca yükü işçilerin üzerinden geçirmemek ve yükü havada asılı bırakmamak. Yağlama işlemleri sırasında elektrik akımı kesilmeli ve tamamen durduğundan emin oluncaya kadar vinçte yukarı veya aşağı gitmemelidir. Makinelerin manevraları ve periyodik kontrolleri yapılmalıdır.

#### 5.REFERANSLAR

**Ali Kaan ÇOKTU, Seçil CEYLAN. 2012.KALDIRMA ARAÇLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.** ANKARA : s.n., 2012.

**Cnademir, Bilgin. 2013.KALDIRMA ARAÇLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.** İSTANBUL : s.n., 2013.

**ERDOĞAN, PROF. DR. MEHMET SARPER. 2014.ÇALIŞMA ALANLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.** İSTANBUL : s.n., 2014. s.(85-104).

<https://nedenisguvenligi.com/kaldirma-araclarinda-is-guvenligi-onlemleri/>

<https://www.hamdikucuk.com.tr/blog/icerik/kaldirma-araclarinda-is-sagligi-ve-guvenligi>

<https://www.isgtecubeleri.com/depo/kaldirma-ve-iletme-ekipmanlarinin-is-sagligi-ve-guvenligi/>

<http://www.istesaglikdergisi.com.tr/index.php/2016/11/06/kaldirma-araclarinda-is-sagligi-ve-guvenligi/>

<https://slideplayer.biz.tr/slide/2879102/>

<https://www.slideshare.net/Teknikakademiisg/kaldirma-araclarinde-is-sagligi-ve-guvenligi>

<https://www.iloencyclopaedia.org/part-xvi-62216/construction/item/44-elevators-escalators-and-hoists>

<https://www.bigrentz.com/blog/forklift-safety>

## İNEK SÜTÜ ÇEŞİTLERİNDE İLERİ GLİKASYON SON ÜRÜNLERİNİN (AGE) ÖNCÜLLERİNİN BELİRLENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

**Hatice ÇELENK AYTEKİN**

**ORCID NO:** 0000-0002-3974-204X

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Doç. Dr. Jale ÇATAK**

**ORCID NO:** 0000-0002-2718-0967

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Doç. Dr. Mustafa YAMAN**

**ORCID NO:** 0000-0001-9692-0204

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Lect. Halime UĞUR**

**ORCID NO:** 0000-0002-2932-4215

Kütahya Health Sciences University, Faculty of Health Sciences

**Res. Assist. Ömer Faruk MIZRAK**

**ORCID NO:** 0000-0002-0389-5626

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Res. Assist. Esra YILDIRIM SERVİ**

**ORCID NO:** 0000-0001-5094-5828

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

### ÖZET

İleri glikasyon son ürünleri (AGE), 1968 yılında diyabet hastalarında glikozillenmiş HbA1c'nin bulunmasıyla birlikte üzerinde sıkça durulan bir konu haline gelmiştir. AGE'ler, hücrelerde ve hücre dışındaki uzun ömürlü proteinlerde glikasyon reaksiyonuyla üretilir. AGE öncülleri olan gliksal (GO) ve metilgliksal (MGO) endojen olarak insan vücudunda üretilir veya ekzojen olarak gıda yoluyla alınabilir. Bu çalışmanın amacı, çeşitli inek sütlerindeki GO ve MGO'nun belirlenmesi ve karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmada, 17 farklı çeşitte inek sütü İstanbul'daki çeşitli marketlerden satın alınmıştır. Gıdalarda ve insan vücudunda en çok rastlanılan AGE türlerinden olan GO ve MGO miktarları HPLC yöntemiyle tespit edilerek süt örneklerindeki GO ve MGO miktarları belirlenmiştir. Bulgulara göre, süt örneklerinin GO miktarları 2.0 – 54.8 µg/100 g aralığında tespit edilmiştir. GO miktarı en yüksek örneklerimiz fıstık ezmesi aromalı (26 g proteinli) inek sütünde (54.8 µg/100 g) olurken en düşük GO miktarı ise laktozsuz sütte (2.0 µg/100 g) tespit edilmiştir. MGO miktarları ise 0 – 26.9 µg/100 g aralığında bulunmuştur. Tam yağlı inek sütü, light inek sütü ve muzlu inek sütü örneğinde MGO tespit edilememiştir (0 µg/100g). En yüksek MGO miktarı kakaolu inek sütünde (26.9 µg/100 g) belirlenmiştir. AGE'lerin insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri diyabet, böbrek hastalıkları, kanser ve obezite ile yakından ilişkili olduğu literatürde bildirilmiştir. Diyet kaynaklı AGE'lerin tespit edilmesi, AGE kısıtlı diyet tavsiyesinde bulunarak AGE ile ilgili sağlık sorunlarını azaltılmasına yardımcı olur. Sonuç olarak, AGE oluşumunu engellemek veya azaltmak için gıda işleme proseslerinin gözden geçirilmesi ve diyetisyenlerin AGE miktarlarını göz önüne alarak süt tavsiyesinde bulunması önerilmektedir. **Anahtar Kelimeler:** İnek Sütü, Gliksal, Metilgliksal, AGE

**DETERMINATION AND COMPARISON OF THE PRECURSORS OF ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS (AGEs) IN COW MILK TYPES****ABSTRACT**

Advanced glycation end products (AGEs) have become a frequently discussed topic in diabetes patients with the discovery of glycosylated HbA1c in 1968. AGEs are produced by glycation reaction in cells and long-life extracellular proteins. The AGE precursors glyoxal (GO) and methylglyoxal (MGO) can be produced endogenously in the human body or taken exogenously through food. This study aims to determine and compare GO and MGO in various cow milk. In this study, 17 different types of cow milk were obtained from various markets in İstanbul. The amounts of GO and MGO, which are the most common types of AGE in foods and the human body, were determined by the HPLC method, and the amount of GO and MGO in milk samples were determined. By the findings, GO amounts of milk samples were determined between 2.0 – 54.8 µg/100 g. While the highest amount of GO was in cow milk with peanut butter and banana-flavored (26 g protein) (54.8 µg/100 g), the lowest GO amount was found in lactose-free milk (2.0 µg/100 g). MGO amounts were found in the range of 0 – 26.9 µg/100 g. MGO could not be detected in the samples of whole cow's milk, light cow's milk, and banana cow's milk (0 µg/100 g). The highest amount of MGO was detected in cocoa cow's milk (26.9 µg/100 g). The harmful effects of AGEs on human health have been reported in the literature that diabetes, kidney diseases, cancer, and obesity are closely related. Detecting diet-induced AGEs helps to reduce health problems related to AGE by recommending an AGE-restricted diet. Consequently, it is recommended to review food processing processes to prevent or reduce the occurrence of AGE, and dieticians to make milk recommendations by considering the amount of AGE.

**Keywords:** Cow Milk, Glyoxal, Methylglyoxal, AGE

**NOVEL SOLID LIPID NANOPARTICLES-LOADED DUAL-REVERSE  
THERMOSENSITIVE NANOMICELLE FOR INTRAMUSCULAR ADMINISTRATION OF  
ANTICANCER DRUGS WITH SUSTAINED RELEASE AND REDUCED TOXICITY**

**Fakhar ud DIN**

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences,  
Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

**Fatima ZAHID**

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences,  
Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

**Zakir ALI**

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences,  
Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

**Humzah JAMSHAD**

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences,  
Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

**Basalat IMRAN**

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences,  
Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

**Adnan ANJUM**

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences,  
Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

**Hadiqa NAZISH**

Nanomedicine Research Group, Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences,  
Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan

21

**ABSTRACT**

The purpose of this study was to develop novel solid lipid nanoparticles (SLNs)-loaded dual-reverse thermosensitive nanomicelle (DRTN) for intramuscular administration of anticancer drug with sustained release and reduced toxicity. This was for the first time ever, that intramuscular administration of anticancer drug (particular one) was successfully performed. A patent is recently registered in South Korea, under the Patent no: 10-1646181 for this study. The DRTN was prepared with drug-loaded SLNs, poloxamer and water. Its rheological characterization, release, stability, pharmacokinetics and morphology were evaluated after intramuscular administration to rats. These SLNs were solid at 25 °C and transformed into liquid form at physiological temperature due to their melting point of about 32 °C. Furthermore, the DRTN retained a liquid state at 25 °C and gelled inside the body owing to its gelation temperature of about 34.7 °C, leading to an opposite reversible property of SLN.

Compared to the hydrogel, it significantly decreased the drug release, respectively, exhibiting reduced initial fast release. Its sustained high plasma concentration for 60 h, which was significantly higher compared to the suspension, indicating enhanced bioavailability.



However, it showed lower plasma concentration, AUC, and C max values than did the hydrogel, suggesting a retarded release and decreased side effects of the drug.

A significantly enhanced antitumor efficacy was observed in the DRTN. Unlike the hydrogel, it induced no injury to the rat muscle resulting from no direct contact of the drug. It was stable for four months. This novel DRTN system would be a strong candidate for the intramuscular administration of various anticancer drugs.

**Key words:** Iriontecan HCl; Chemotherapy; Tumor targeting; Control release; Toxicity; Colon cancer

**COVID 19 SONRASI KOKU KAYBINDA GELENEKSEL VE TAMAMLAYICI TEDAVİLERİN YERİ****Prof. Dr. Şerife KARAGÖZOĞLU**

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı

**Ayşe ULUÇAY**

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı

**ÖZET**

Tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 enfeksiyonunun en yaygın semptomları ateş, kuru öksürük ve nefes darlığıdır. Bununla birlikte pandemi süreci içinde fark edilen ve yaşam kalitesini önemli derecede etkileyen diğer bir semptom da anosmidir. Anosmi geçici veya kalıcı, kazanılmış veya konjenital birçok nedene bağlı olarak gelişen koku kaybı olarak tanımlanmaktadır. COVID-19 için öncelikle semptomatik tedaviler uygulansa da henüz spesifik bir tedavisi bulunmamaktadır. Bu durum alternatif ve tamamlayıcı tıp uygulamalarına olan ilgiyi arttırmaktadır. Salgınla mücadelede kilit rol ve görev üstlenen hemşirelik uygulamaları tamamlayıcı yaklaşımları da içermektedir. COVID-19 pandemisinde hemşireler bireye holistik açıdan yaklaşımları ve tedavi sürecinde destekleyici bakımı sürdürmeleri ile sağlık hizmetlerinin merkezinde yer almıştır. Hemşireliğin temel bakım ilkeleri sağlığın korunması – yükseltilmesidir. Dolayısıyla pandemi sürecinde de hemşirelerin sağlıklı/hasta bireyleri tamamlayıcı terapileri etkin ve doğru şekilde kullanmaları konusunda doğru yönlendirmeleri ve bu alanda danışmanlık rolünü üstlenmeleri beklenmektedir. Bu bağlamda bu derleme çalışma kapsamında ulusal ve uluslar arası literatür incelenmiş ve COVID-19 sonrası anosmi ile ilgili çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bu kapsamda bu derleme çalışmamız ile güncel veriler ışığında COVID-19 enfeksiyonu ile ilişkili anosmi ve kullanılan geleneksel - tamamlayıcı tedaviler konusunda sağlık çalışanlarında farkındalık oluşturulması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Koku kaybı, COVID-19 , Tamamlayıcı tedaviler, Hemşirelik bakımı**THE PLACE OF TRADITIONAL AND COMPLEMENTARY TREATMENTS IN ODOR LOSS POST COVID 19****ABSTRACT**

The most common symptoms of COVID-19 infection, which affects the whole world, are fever, dry cough and shortness of breath. However, another symptom that is noticed during the pandemic process and significantly affects the quality of life is anosmia. Anosmia is defined as the loss of smell that develops due to many reasons such as temporary or permanent, acquired or congenital. Although symptomatic treatments are primarily applied for COVID-19, there is no specific treatment yet.

This situation increases the interest in alternative and complementary medicine practices. Nursing practices, which play a key role and task in combating the epidemic, also include complementary approaches. In the COVID 19 pandemic, nurses have been at the center of health services with their holistic approach to the individual and maintaining supportive care during the treatment process. The basic care principles of nursing are health protection and promotion. Therefore, during the pandemic process, nurses are expected to direct healthy / sick individuals to use complementary therapies effectively and correctly and to assume their counseling role in this field. In this article, the national and international literature was examined within the scope of this review study, and it was found that studies on anosmia after COVID-19 were quite limited. In this context, it is aimed to raise awareness among healthcare professionals about anosmia associated with COVID-19 infection and traditional - complementary therapies used in the light of current data with this review study.

**Key Words:** Loss of smell, COVID-19, Complementary therapies, Nursing care

## GİRİŞ

Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19), koronavirüs ailesine ait şiddetli akut solunum sendromu koronavirüs 2'nin (SARS-CoV-2) neden olduğu yeni bir bulaşıcı hastalıktır (Guo ve ark., 2020). Koronavirüsler (CoV), soğuk algınlığı gibi toplumda yaygın görülen, kendi kendini sınırlayan hafif enfeksiyon tablolarından, Orta Doğu Solunum Sendromu (Middle East Respiratory Syndrome, MERS) ve Ağır Akut Solunum Sendromu (Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS) gibi daha ciddi enfeksiyon tablolarına neden olabilen büyük bir virüs ailesidir(T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021). COVID-19 ile enfekte olan hastalar, hafiften şiddetliye değişen ve çeşitli spesifik olmayan semptomlar göstermektedir. Tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 enfeksiyonunun en yaygın semptomları ateş, miyalji, iştahsızlık, ishal, baş ağrısı, kuru öksürük ve nefes darlığıdır(Symptoms of coronavirus,2020; Lechien ve ark.,2020). Bu semptomların yanı sıra çok daha spesifik olarak COVID-19 hastalarında koku ve tat kaybının olduğu bildirilmektedir(Lechien ve ark.,2020; Cooper ve ark.,2020). Literatürdeki çalışma sonuçları anosmiden en çok etkilenen grubun kadınlar olduğunu (% 33.9-68 arasında değiştiğini) göstermektedir(Lechien ve ark.,2020; Nugraha., Ridwansyah., Ghozali., Khairani., & Atik., 2020; Klopfenstein ve ark., 2020). Aynı zamanda hastaların %76' sında koku kaybının ani başlangıçlı olduğu söylenilmektedir(Meng., Deng., Dai., & Meng., 2020; Klopfenstein ve ark., 2020). Anosmi genellikle hastalığın 4. gününde ortaya çıkmakta, yaklaşık 9 gün sürmekte ve tamamen iyileşmesi 28 günü alabilmektedir(Meng ve ark., 2020; Lee., Min., Lee., & Kim, S. W. 2020). Literatürde yer alan önceki yıllara ait çalışmalarda, birçok viral etkene bağlı üst solunum yolu

enfeksiyonlarını takiben “post-viral anosmi” olarak da adlandırılan koku alma işlev bozukluğunun yaşandığı raporlanmıştır(Yamagishi., Nakamura., Suzuki., Hasegawa., & Nakano., 1990; Suzuki ve ark., 2007). Bu bozukluğun temelinde epitel hasarı ve santral sinir sistemi tutulumu olası nedenler olarak tanımlanmakla birlikte kesin patogenez belirsizliğini korumaktadır(Çetinkaya., Selçuk., Eyigör., & Gür., 2020). Şu anda, COVID-19 ve semptomları için spesifik bir tedavi bulunmamaktadır(Zumla., Chan., Azhar ., Hui., & Yuen., 2016). Araştırmacılar, bitkisel ilaçlar da dahil olmak üzere hastalığı tedavi etmenin veya önlemenin en iyi yolunu bulmak için çalışmalarına devam etmektedir(Nugraha ve ark., 2020; Kalliantas., Kallianta., & Karagianni., 2020). Bu durum alternatif ve tamamlayıcı tıp uygulamalarına olan ilgiyi arttırmaktadır. Birçok geleneksel, bütünleştirici, tamamlayıcı ve alternatif ilaç çözüm olarak lanse edilmekte ve küresel olarak potansiyel bir çare olarak araştırılmaktadır(Ng J., 2020). Vakaların çoğunluğu bir hafta gibi kısa sürede kendiliğinden iyileşse de, anosmi birçok vakada yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir(Lechien ve ark.,2020; Klopfenstein ve ark., 2020; Lee ve ark., 2020; Nguyen ve ark., 2020). Hastalık sürecinde anosmiye bağlı olarak günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmede güçlüklerle karşılaşmaktadır. Koku duyusu günlük yaşamda olası gaz sızıntıları, duman kokusu, bozulmuş besinleri fark etme gibi çevreden gelebilecek risklere karşı hayati önem taşımaktadır. Hatta bazı çalışmalarda koku duyusundaki kaybın depresyona yol açabileceği de bildirilmektedir(Ma ve ark., 2021; Croy., Nordin., & Hummel., 2014). Bu derleme çalışmamızla yaşam kalitesini olumsuz etkileyen anosmi için tamamlayıcı tedavi uygulamalarına dikkat çekerek, holistik bir bakış açısıyla sağlık profesyonellerinde farkındalık oluşturmayı amaçlamaktayız.

### **COVID-19 Sonrası Yaşanan Koku Kaybında Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları**

COVID-19 sonrası yaşanan koku kaybında geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarının başında homeopati, akupunktur ve koku alma eğitimi gelmektedir.

**Homeopati:** Homeopati terimi Yunanca ‘homeo’ (benzer) ve ‘pathos’ (acı çekme veya hastalık) terimlerinin birleşmesinden meydana gelmektedir (<https://shgmgetatdb.saglik.gov.tr/>). Homeopati, maddelerin yüksek dozlarının hastalığa neden olurken, düşük dozlarının tedavi ettiği inancına dayanmaktadır (Ernst, 2000). Homeopatide, homeopatik ilaç (remedi) seçimi, akut durumda hastanın temel tanısından çok hastanın kişisel semptomlarına göre yapılmaktadır (Ağaoğlu., İlhan., & Arslantürk., 2020).

Benzeri benzerle tedavi (similia similibus curentur) homeopatinin temel prensibini oluşturmaktadır (Bellavite., Conforti., Pontarollo., & Ortolani., 2006; <https://homeopatidernegi.org/medya/makaleler/homeopati-tedavisi/>). Benzerlik ilkesi Hipokrat ve Paracelsus gibi birçok hekim tarafından daha önce

de dile getirilmiştir (Pekmezci ve Gültiken, 2015). Fakat Dr. Christian Friedrich Samuel Hahnemann tarafından geliştirilmiş ve ilkeleri belirlenmiştir. Hahnemann'ın oluşturduğu homeopati ilkeleri:

- 1-“Similia Similibus Curantur” (benzer, benzerini iyileştirir) ilkesi
- 2- “Materia Medica” (Homeopatik ilaç bilimi) bilgisi
- 3- “Unitas Remedii” (tek ilaç) ilkesi
- 4- “Dosis Minima” (en küçük doz) ilkesi (<http://www.organon-homeopati-derneği.org/>)

İki yüz yıllık bir geçmişe sahip olan homeopati uygulaması kızıl, tifo, veba, İspanyol gribi, kolera, influenza gibi birçok epidemide kullanılmış ve etkili de olmuştur (Jahn, 2014; Ağaoğlu, 2019). Topaloğlu ve ark. (2020) COVID-19 sonrası tat ve koku kaybı yaşayan vakalarda uzun süren koku kayıplarından sonra homeopati uygulaması (12 saat arayla toplam 6 doz arsenicum album c200 ve 12 saat arayla toplam 6 doz Phosphor c200 kullanılarak) ile hastaların semptomlarında hızlı bir iyileşme olduğunu raporlamıştır. Aynı zamanda Dossett ve Yeh. (2018) de homeopati ile bilinen yan etkileri olan ilaçların kullanımının azaltılabileceğini bildirmiştir. Homeopati tedavisi için hasta ile 1-2 saatlik alınan bir anamnez sonrası homeopatik hekim kişiye en uygun homeopatik ilacı seçer. İlaç suya karıştırılarak yada direkt olarak ağız yolu ile hastaya verilir. Kullanım sıklığı ve şekli tamamen hastaya ve hastalığa bağlıdır. Duruma göre değişiklik gösterir. T.C Yönetmeliklerine göre Homeopati sadece Sağlık Bakanlığı tarafından onaylı sertifika almış hekim ve diş hekimi tarafından uygulanabilir (<https://shgmgetatdb.saglik.gov.tr/TR-75208/homeopati-uygulamasi-hakkinda-bilgilendirme.html>). Salgınlarda en sık kullanılan homeopatik ilaç Genius epidemicus olarak belirlenmiştir (Ağaoğlu ve ark., 2020).

**Akupunktur:** Akupunktur, Latince bir kelime olup, iğne anlamına gelen “acus” ile; delmek, iğnelemek anlamına gelen “punctura” kelimelerinden türemiştir (Kartal., Çalışkaner., Şener., 2011). Akupunktur iğne (kuru iğne), lazer ışınları, elektrik stimülasyonu (elektroakupunktur), termik stimülasyonu (moksa), elektromagnetik titreşim ve frekans gibi bilimsel uyarı yöntemleri ile vücuttaki bulunmuş özel noktaların uyarılması yoluyla yapılan tedaviyi ifade eder (<http://adlibilimler.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/58/2014/05/Akupunktur-ve-Malpraktis.pdf>; Cabioğlu & Ergene, 2003). Literatürde akupunktur uygulamasının dismenore (Helms., 1987), osteoartrit (Manheimer., 2010), ağrı (Koog., & Jung., 2012), obezite (Mulhisen., & Rogers., 1999; Richards., & Marley., 1998) ve hemipleji (Wong., Su., Tang., Cheng., & Liaw., 1999) gibi birçok hastalığın tedavisinde başarılı sonuçlar ortaya koyduğu belirtilmektedir.

Yapılan iki çalışmada da koku alma bozukluğunun tedavisinde (15 hasta ile 10 haftalık, 30 dakikalık seanslarla yapılan tedavi ile) akupunktur uygulamasının etkili olduğu bildirilmiştir (Vent., Wang., & Damm, 2010; Michael W., 2003). Akupunkturun aynı zamanda sağlıklı insanların koku alma duyarlılığını da iyileştirdiği ifade edilmektedir ( Anzinger ve ark., 2009).

**Koku Alma Eğitimi:** Koku alma eğitimi birkaç ay boyunca günde iki kez, dört farklı kokunun (gül, okaliptüs, limon, karanfil) her biri en az 15 saniye süreyle bilinçli olarak koklanması ile gerçekleştirilmektedir (Miwa ve ark., 2019; Geißler., Reimann., Gudziol., Bitter., & Guntinas-Lichius., 2014; Liu ve ark., 2021). Farklı örneklem gruplarında değişen sürelerde yapılan çalışmalarda, yapılandırılmış, kısa süreli olarak seçilmiş kokulara maruz kalmanın koku alma duyarlılığını artırabileceği gösterilmiştir ( Hummel ve ark., 2009; Geißler ve ark., 2014; Damm ve ark., 2014; Liu ve ark., 2021).

### **Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamalarında Hemşirelik Yaklaşımı**

Tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemleri genellikle sağlığı yükseltmek ve korumak, hastalıkları kontrol altına almak ve hastalık semptomlarıyla baş etmek için kullanılan sağlık bakım yöntemleri, ürünleri ve uygulamalarını kapsamaktadır(Özçelik.,& Toprak., 2015; Kav., Hanoğlu., & Algier., 2008; Tokem., 2006). Hemşirelik uygulamaları ise destekleyici, önleyici, tedavi edici, palyatif ve rehabilitatif girişimlerle sağlığın optimal düzeyde sürdürülebilmesi ve düzeltilebilmesini kapsamaktadır. Bundan dolayı hemşirelik uygulamalarının ve tamamlayıcı tedavilerin temel felsefesi aynıdır(Breen, 2003). Tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisi için öncelikle semptomatik tedaviler uygulansa da, hastalığın henüz spesifik bir tedavisi bulunmamaktadır. Bu durum alternatif ve tamamlayıcı tıp uygulamalarına olan ilgiyi arttırmaktadır. Türkiye’de ve dünyada Tamamlayıcı Sağlık Yaklaşımları’nın kullanımı hızla artış göstermiştir(Deng, 2009). Bundan dolayı sağlıklı/hasta bireylerin aldığı tıbbi tedavilere ek olarak yararlandığı tamamlayıcı yaklaşımlar açısından da değerlendirilmesi önemlidir(Kökten, 2017).

İnsan biyo-psiko-sosyal yapısıyla kompleks bir varlık olup, holistik açıdan değerlendirilmesi gerekir(Derince, 2019). Holistik bakımda insanların sağlık durumlarını etkileyebilecek tüm uygulamaların değerlendirilmesi önemlidir. Dolayısıyla pandemi sürecinde de hemşirelerden tamamlayıcı terapileri etkin ve doğru şekilde kullanmaları konusunda sağlıklı/hasta bireyleri yönlendirmeleri ve bu alanda danışmanlık rolünü üstlenmeleri beklenmektedir.

Belirli bir girişimin hastanın bakımını ne yönde etkileyeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Hemşire tamamlayıcı tedavinin hastaya yarar sağlayacağına inanıyorsa, hastaya bu tedaviyi uygulamayı önerebilir(Khorshid.,& Yapucu., 2005). Bağımsız uygulamalar içinde tamamlayıcı tedavi uygulayan hemşireler tüm tedavi seçenekleri hakkında hastayı bilgilendirmekle ve gerektiğinde diğer sağlık profesyonellerine başvurmakla sorumludur(Thorne., Paterson., Russell., & Schultz., 2002). Bu nedenle, hemşirelerin hastaların sağlık durumlarını etkileyebilecek uygulamaları bilmeleri, kanıt temelli bilgi sunmaları, olumsuz bilgileri değiştirmeleri ve olumlu uygulamaları desteklemeleri verecekleri bakımın kalitesinin artmasına katkı sağlayacaktır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, günümüzde COVID-19 sonrası yaşanan anosmi ile ilgili net bir tedavi yoktur. Bununla birlikte kullanılan tamamlayıcı tedavi yaklaşımlarının iyileşmeyi hızlandırdığı görülmektedir. Dolayısı ile hemşirelik uygulamalarıyla ortak paydada buluşan tamamlayıcı terapilere hemşirelerin katkıları büyük önem arz etmektedir. İnsan yaşamının her alanına dokunan, yaşadıkları zorluklara rağmen mesleğini en profesyonel şekilde sürdürmeye gayret eden hemşireler; edindikleri donanım, bilgi ve becerilerle tamamlayıcı tedavilerde önemli rol oynamaktadır.

Bu bağlamda tamamlayıcı terapileri hemşirelik bakımında hümanistik ve holistik bir yaklaşımla birleştirmek sunulan hemşirelik bakımının kalitesini artırabilecektir.

## Kaynakça

1. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü (2020). “COVID-19 (SARS-CoV-2 Enfeksiyonu) genel bilgiler, epidemioloji ve tanı.<https://covid19.saglik.gov.tr/Eklenti/39060/0/covid-19rehberigenelbilgilerepidemiolojivetanipdf.pdf> (Erişim: Mayıs 01, 2021).
2. US Centers for Disease Control and Prevention/ CDC. (2020) Symptoms of coronavirus. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html> (Erişim: Mayıs 8, 2020).
3. Lechien, J. R., Chiesa-Estomba, C. M., De Siati, D. R., Horoi, M., Le Bon, S. D., Rodriguez, A., Dequanter, D., Blecic, S., El Afia, F., Distinguin, L., Chekkoury-Idrissi, Y., Hans, S., Delgado, I. L., Calvo-Henriquez, C., Lavigne, P., Falanga, C., Barillari, M. R., Cammaroto, G., Khalife, M., Leich, P., ... Saussez, S. (2020). Olfactory and gustatory dysfunctions as a clinical presentation of mild-to-moderate forms of the coronavirus disease (COVID-19): a multicenter European study. *Journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS)* 277(8): 2251–2261. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-05965-1>
4. Guo, Y. R., Cao, Q. D., Hong, Z. S., Tan, Y. Y., Chen, S. D., Jin, H. J., Tan, K. S., Wang, D. Y., & Yan, Y. (2020). The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak - an update on the status. *Military Medical Research*, 7(1): 11. <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00240-0>
5. Çetinkaya, E. A., Selçuk, Ö. T., Eyigör, H., Gür, Ö. E., (2020). COVID-19 ve Anosmi. *KBB ve BBC Dergisi*, 28(Suppl): S61-S63. DOI: 10.24179/kbbbbc.2020-75374

6. Nugraha, R. V., Ridwansyah, H., Ghozali, M., Khairani, A. F., & Atik, N. (2020). Traditional herbal medicine candidates as complementary treatments for COVID-19: A review of their mechanisms, pros and cons. evidence-based complementary and alternative medicine. *eCAM*, 2560645. <https://doi.org/10.1155/2020/2560645>
7. Bagheri, S. H., Asghari, A., Farhadi, M., Shamshiri, A. R., Kabir, A., Kamrava, S. K., Jalessi, M., Mohebbi, A., Alizadeh, R., Honarmand, A. A., Ghalehbaghi, B., Salimi, A., & Dehghani Firouzabadi, F. (2020). Coincidence of COVID-19 epidemic and olfactory dysfunction outbreak in Iran. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 34:62. <https://doi.org/10.34171/mjiri.34.62>
8. Meng, X., Deng, Y., Dai, Z., & Meng, Z. (2020). COVID-19 and anosmia: A review based on up-to-date knowledge. *American Journal of Otolaryngology*, 41(5):102581. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102581>
9. Klopfenstein, T., Kadiane-Oussou, N. J., Toko, L., Royer, P. Y., Lepiller, Q., Gendrin, V., & Zayet, S. (2020). Features of anosmia in COVID-19. *Medecine et Maladies Infectieuses*, 50(5): 436–439. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2020.04.006>
10. Lee, Y., Min, P., Lee, S., & Kim, S. W. (2020). Prevalence and duration of acute loss of smell or taste in COVID-19 Patients. *Journal of Korean Medical Science*, 35(18): e174. <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e174>
11. Cooper, K. W., Brann, D. H., Farruggia, M. C., Bhutani, S., Pellegrino, R., Tsukahara, T., Weinreb, C., Joseph, P. V., Larson, E. D., Parma, V., Albers, M. W., Barlow, L. A., Datta, S. R., & Di Pizio, A. (2020). COVID-19 and the chemical senses: Supporting players take center stage. *Neuron*, 107(2): 219–233. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2020.06.032>
12. Zumla, A., Chan, J. F., Azhar, E. I., Hui, D. S., & Yuen, K. Y. (2016). Coronaviruses - drug discovery and therapeutic options. *Nature Reviews. Drug Discovery*, 15(5): 327–347. <https://doi.org/10.1038/nrd.2015.37>
13. Croy, I., Nordin, S., & Hummel, T. (2014). Olfactory disorders and quality of life-An updated review. *Chemical Senses*, 39(3): 185–194. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjt072>
14. Ma, F., Zhang, H., Li, B., Cheng, P., Ma, Y., Yu, M., & Wang, X. (2021). The effect of traditional Chinese medicine treatment for post-viral olfactory dysfunction: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 100(16):e25536. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000025536>
15. Kalliantas, D., Kallianta, M., & Karagianni, C. S. (2020). Homeopathy combat against coronavirus disease (Covid-19). *Zeitschrift fur Gesundheitswissenschaften = Journal of public health*, 1–4. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10389-020-01305-z>
16. TC. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bakım Hizmetleri Genel Müdürlüğü Geleneksel, Tamamlayıcı ve Fonksiyonel Tıp Uygulamaları Dairesi Başkanlığı (2021). Homeopati Uygulaması Hakkında Bilgilendirme. <https://shgmgetatdb.saglik.gov.tr/TR-75208/homeopati-uygulamasi-hakkinda-bilgilendirme/> (Erişim: Nisan 15, 2021).
17. Homeopati Derneği Homeopati Tedavisi: Doğal, Yan Etkisiz, Tedavi Edici ve Bütüncül?. <https://homeopatiderneği.org/medya/makaleler/homeopati-tedavisi/> (Erişim: Nisan 22, 2021).
18. Pekmezci, D., Gültiken, N. (2015). Homeopatinin prensipleri ve veteriner hekimlikte kullanımı. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*, 12(1): 49-56.
19. Nguyen, H. C., Nguyen, M. H., Do, B. N., Tran, C. Q., Nguyen, T., Pham, K. M., Pham, L. V., Tran, K. V., Duong, T. T., Tran, T. V., Duong, T. H., Nguyen, T. T., Nguyen, Q. H., Hoang, T. M., Nguyen, K. T., Pham, T., Yang, S. H., Chao, J. C., & Duong, T. V. (2020). People with Suspected COVID-19 symptoms were more likely depressed and had lower health-related quality of life: The potential benefit of health literacy. *Journal of Clinical Medicine*, 9(4): 965. <https://doi.org/10.3390/jcm9040965>



20. Ağaoğlu, A. (2019). Dđnyada ve Avrupa'da homeopatinin durumu. *J Biotechnol and Strategic Health Res.* 3(Özel Sayı):74-84. DOI: bshr.547751
21. Vent, J., Wang, D. W., & Damm, M. (2010). Effects of traditional Chinese acupuncture in post-viral olfactory dysfunction. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 142(4): 505–509. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2010.01.012>
22. Anzinger, A., Albrecht, J., Kopietz, R., Kleemann, A. M., Schöpf, V., Demmel, M., Schreder, T., Eichhorn, I., & Wiesmann, M. (2009). Effects of laserneedle acupuncture on olfactory sensitivity of healthy human subjects: a placebo-controlled, double-blinded, randomized trial. *Rhinology*, 47(2): 153–159.
23. Miwa, T., Ikeda, K., Ishibashi, T., Kobayashi, M., Kondo, K., Matsuwaki, Y., Ogawa, T., Shiga, H., Suzuki, M., Tsuzuki, K., Furuta, A., Motoo, Y., Fujieda, S., & Kurono, Y. (2019). Clinical practice guidelines for the management of olfactory dysfunction - Secondary publication. *Auris, Nasus, Larynx*, 46(5): 653–662. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2019.04.002>
24. Ng J. Y. (2020). Global research trends at the intersection of coronavirus disease 2019 (COVID-19) and traditional, integrative, and complementary and alternative medicine: a bibliometric analysis. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20(1):353. <https://doi.org/10.1186/s12906-020-03151-8>
25. Dossett, M. L., & Yeh, G. Y. (2018). Homeopathy Use in the United States and Implications for Public Health: A Review homeopathy: *The Journal of the Faculty of Homeopathy*, 107(1): 3–9. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1609016>
26. Organon Homeopati Derneği (2016). Homeopatinin Temel İlkeleri., <http://www.organon-homeopati-derneği.org/> (Erişim: Mayıs 1, 2021).
27. Bellavite, P., Conforti, A., Pontarollo, F., & Ortolani, R. (2006). Immunology and homeopathy. 2. Cells of the immune system and inflammation. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 3(1): 13–24. <https://doi.org/10.1093/ecam/nek018>
28. Jahn S. (2014). Die Grippe-Pandemie nach dem Ersten Weltkrieg und die Homöopathie im internationalen Vergleich [The flu epidemic after World War I and homeopathy--an international comparison]. *Medizin, Gesellschaft, und Geschichte : Jahrbuch des Instituts für Geschichte der Medizin der Robert Bosch Stiftung*, 32, 231–272.
29. Ağaoğlu, A., İlhan, N. F., Arslantürk, N. (2020). COVID-19 pandemisinde homeopati uygulaması. Yılmaz ,N (Ed.), *Yeni Koronavirüsün Tedavisinde ve Önlenmesinde Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp (COVID-19)*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; p.61-8.
30. Topaloğlu, U. S., Saz, A., Tatar, O., Küçük, M. Ö., Gür, A., Eren, E. (2020). COVID-19 tanılı olgulardaki koku ve tat kaybının tedavisinde homeopati bir umut olabilir mi?. *JAMER*, 5(2): 23-26.
31. Kartal, Ö., Çalışkaner, Z., şener, O. (2011). Astım ve allerjik hastalıklarda akupunktur tedavisi. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 10(1): 107-114.
32. Ankara Üniversitesi Adli bilimler Enstitüsü 1. Ulusal Sağlık Hukuku Kongresi (2014). Akupunktur ve Malpraktis. <http://adlibilimler.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/58/2014/05/Akupunktur-ve-Malpraktis.pdf> (Erişim: Nisan 14, 2021).
33. Cabioğlu, M. T., Ergene, N. (2003). Akupunkturun etki mekanizmaları ve klinik uygulamaları. *Genel Tıp Dergisi*, 3(1): 35-40.
34. Breen K. J. (2003). Ethical issues in the use of complementary medicines. *Climacteric:The Journal of the International Menopause Society*, 6(4): 268–272.
35. Khorshid, L., Yapucu, Ü. (2005). Tamamlayıcı Tedavilerde Hemşirenin Rolü. *Atatürk Üniv. Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 8(2): 124-130.

36. Thorne, S., Paterson, B., Russell, C., & Schultz, A. (2002). Complementary/alternative medicine in chronic illness as informed self-care decision making. *International Journal of Nursing Studies*, 39(7): 671–683. [https://doi.org/10.1016/s0020-7489\(02\)00005-6](https://doi.org/10.1016/s0020-7489(02)00005-6)
37. Deng, G. E., Frenkel, M., Cohen, L., Cassileth, B. R., Abrams, D. I., Capodice, J. L., Courneya, K. S., Dryden, T., Hanser, S., Kumar, N., Labriola, D., Wardell, D. W., Sagar, S., & Society for Integrative Oncology (2009). Evidence-based clinical practice guidelines for integrative oncology: complementary therapies and botanicals. *Journal of the Society for Integrative Oncology*, 7(3): 85–120.
38. Derince, D. (2019). İntegratif hemşirelik ve yenidoğan bakımında integratif hemşireliğin önemi. *SAUHSD*, 2(3):1-12.
39. Kökten, G. (2017). Bir üniversite hastanesinde polikliniğe başvuran cildiye hastalarında tamamlayıcı ve alternatif tıp yöntemlerinin kullanımı. (yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi. Şanlıurfa.
40. Duran, E. T. (2011). Kanser tedavisinin yan etkilerine yönelik alternatif uygulamalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 18(2):72-77.
41. Bilgiç, Ö., Ak, M. (2011). Akne vulvarisli hastalarda tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamaları. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 18(2):111-114.
42. Ernst, E. (2000). The usage of complementary therapies by dermatological patients: a systematic review. *The British Journal of Dermatology*, 142(5):857–861. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.2000.03463.x>
43. Hummel, T., Rissom, K., Reden, J., Hähner, A., Weidenbecher, M., & Hüttenbrink, K. B. (2009). Effects of olfactory training in patients with olfactory loss. *The Laryngoscope*, 119(3):496–499. <https://doi.org/10.1002/lary.20101>
44. Geißler, K., Reimann, H., Gudziol, H., Bitter, T., & Guntinas-Lichius, O. (2014). Olfactory training for patients with olfactory loss after upper respiratory tract infections. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 27(6):1557–1562. <https://doi.org/10.1007/s00405-013-2747-y>
45. Damm, M., Pikart, L. K., Reimann, H., Burkert, S., Göktas, Ö., Haxel, B., Frey, S., Charalampakis, I., Beule, A., Renner, B., Hummel, T., & Hüttenbrink, K. B. (2014). Olfactory training is helpful in postinfectious olfactory loss: A randomized, controlled, multicenter study. *The Laryngoscope*, 124(4):826–831. <https://doi.org/10.1002/lary.24340>
46. Liu, D. T., Sabha, M., Damm, M., Philpott, C., Oleszkiewicz, A., Hähner, A., & Hummel, T. (2021). Parosmia is associated with relevant olfactory recovery after olfactory training. *The Laryngoscope*, 131(3):618–623. <https://doi.org/10.1002/lary.29277>
47. Özçelik, G., Toprak, D. (2015). Bitkisel tedavi neden tercih ediliyor? *Ankara Med J*, 15(2): 48-58. DOI:10.17098/amj.05190
48. Yamagishi, M., Nakamura, H., Suzuki, S., Hasegawa, S., & Nakano, Y. (1990). Immunohistochemical examination of olfactory mucosa in patients with olfactory disturbance. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 99(3 Pt 1), 205–210.
49. Suzuki, M., Saito, K., Min, W. P., Vladau, C., Toida, K., Itoh, H., & Murakami, S. (2007). Identification of viruses in patients with postviral olfactory dysfunction. *The Laryngoscope*, 117(2):272–277. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000249922.37381.1e>
50. Tokem., Y. (2006). Astımlı hastalarda tamamlayıcı ve alternatif tedavi kullanımı. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 54(2):189-196.
51. Mulhisen, L., & Rogers, J. Z. (1999). Complementary and alternative modes of therapy for the treatment of the obese patient. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 99(10 Su Pt 2), S8–S12.

52. Wong, A. M., Su, T. Y., Tang, F. T., Cheng, P. T., & Liaw, M. Y. (1999). Clinical trial of electrical acupuncture on hemiplegic stroke patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 78(2): 117–122. <https://doi.org/10.1097/00002060-199903000-00006>
53. Richards, D., & Marley, J. (1998). Stimulation of auricular acupuncture points in weight loss. *Australian Family Physician*, 27(Suppl 2), S73–S77.
54. Helms, J. M. (1987). Acupuncture for the management of primary dysmenorrhea. *Obstetrics and Gynecology*, 69(1): 51–56.
55. Koog, Y. H., & Jung, W. Y. (2012). Time course of placebo effect of acupuncture on pain: A systematic review. *ISRN Pain*, 2013: 204108. <https://doi.org/10.1155/2013/204108>
56. Manheimer, E., Cheng, K., Linde, K., Lao, L., Yoo, J., Wieland, S., van der Windt, D. A., Berman, B. M., & Bouter, L. M. (2010). Acupuncture for peripheral joint osteoarthritis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1:CD001977. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001977.pub2>
57. Michael, W. (2003). Anosmia treated with acupuncture. Acupuncture in medicine. *Journal of The British Medical Acupuncture Society*, 21(4):153–154. <https://doi.org/10.1136/aim.21.4.153>
58. Kav, S., Hanoğlu, Z., Algıer, L. (2008). Türkiyede kanserli hastalarda tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemlerinin kullanımı: Literatür taraması. *UHOD*, 1(18): 36-47.

**EFFECTS OF AN ANGIOTENSIN CONVERTING ENZYME 2 ACTIVATOR IN LIPOPOLYSACCHARIDE-INDUCED ENDOTOXEMIA**

**Assist. Prof. Dr. Ash KANDIL**  
**ORCID NO: 0000-0001-8408-2610**

Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, Istanbul-Turkey

**ABSTRACT**

**Aim:** In this study was aimed to evaluate the effects of xanthenone (XNT), an angiotensin converting enzyme (ACE) 2 activator, on the kidney in a model of lipopolysaccharide (LPS)-induced endotoxemia.

**Methods:** All experiments were performed on male Wistar-Albinos rats. Endotoxemia was induced by LPS (intravenously over 30 min). XNT were administrated intravenously bolus 60 min after LPS infusion. The samples of kidney, blood and urine were taken analysis. The data were evaluated statistically.

**Results:** LPS increased total oxidant status (TOS), oxidative stress index (OSI) ( $p < 0.05$ ) and leukocytes infiltration in both glomerulus ( $p < 0.001$ ) and peritubular areas ( $p < 0.001$ ), decreased total antioxidant status (TAS) ( $p < 0.05$ ) in the tissues, and also increased plasma ( $p < 0.001$ ) and urinary creatinine levels ( $p < 0.001$ ). XNT administration improved oxidative stress and inflammation in LPS-induced endotoxemia

**Conclusion:** The results suggested that XNT may have an antioxidative and anti-inflammatory property in LPS-induced endotoxemia.

**Keyword:** Endotoxemia, ACE2, oxidative stress, kidney.

## GIDA TAKVİLERİNDE BULUNAN C VİTAMİNİN *İN VİTRO* BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ

**Dyt. Begüm Hatice TUNA**

**ORCID NO:** 0000-0003-4449-0526

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN**

**ORCID NO:** 0000-0001-9692-0204

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Assoc. Prof. Dr. Jale ÇATAK**

**ORCID NO:** 0000-0002-2718-0967

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Lect. Halime UĞUR**

**ORCID NO:** 0000-0002-2932-4215

Kütahya Health Sciences University, Faculty of Health Sciences

**Res. Assist. Ömer Faruk MIZRAK**

**ORCID NO:** 0000-0002-0389-5626

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Res. Assist. Esra YILDIRIM SERVİ**

**ORCID NO:** 0000-0001-5094-5828

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Dyt. Büşra DEMİR**

**ORCID NO:** 0000-0002-4513-7217

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Dyt. Yavuz BECEREN**

**ORCID NO:** 0000-0002-3183-4011

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

### ÖZET

Tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde COVID-19 salgının başlaması ile birlikte vitamin ve mineral içerikli gıda takviyelerinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Günümüzde birçok hastalığın vitamin eksikliğinden kaynaklandığı bilinmektedir. Vitaminlerin özellikle diyetle doğal yollardan alınması önerilmektedir. Ciddi vitamin eksikliği veya hastalık sürecinde hekim tavsiyesi ile vitamin takviyesi önerilmektedir. Sağlıklı beslenen kişilerin hekim tavsiyesi olmadan gıda takviyesi olarak vitamin tüketmeleri çeşitli sağlık sorunlarına neden olacağından önerilmemektedir. Gereksiz vitamin tüketimi hem böbrek hem de karaciğer sağlığı için zararlı olabilmektedir. Ancak, yaşlılar, hastalık sürecinde olanlar, hamileler ve çocuklar için uzman kişiler tarafından vitamin takviyesi önerilmektedir. Suda çözünür vitamin grubundan olan C vitamini bilinen en güçlü antioksidan vitaminler arasındadır ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi için hem doğal gıdalar ile hem de gıda takviyesi olarak tüketimi tavsiye edilmektedir. Bunun yanında C vitamini demirin ince bağırsakta emilimi ve kollajen sentezinde aktif olarak görev almaktadır. Bu çalışmanın amacı, gıda takviyesi olarak tüketilen C vitamininin *in vitro* biyoerişilebilirliğinin incelenmesidir.

Çalışmada, piyasadan 10 farklı marka C vitamini içeren gıda takviyeleri İstanbul'dan farklı eczanelerden temin edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgulara göre C vitamininin in vitro biyoerişilebilirliği %4 ile %88 arasında değiştiği görülmüştür.

Özellikle sadece C vitamini içeren gıda takviyelerinde biyoerişilebilirlik daha yüksek olduğu bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Vitamin C, İn Vitro, Biyoerişilebilirlik, Gıda Takviyesi

## DETERMINATION OF IN VITRO BIOACCESSIBILITY OF VITAMIN C IN FOOD SUPPLEMENTS

### ABSTRACT

As in the world, with the onset of COVID-19, the use of vitamin and mineral-containing food supplements is increasing day by day in our country. Today, it is known that many diseases are caused by vitamin deficiency. It is recommended to take vitamins naturally, especially with diet. In severe vitamin deficiency or disease process, vitamin supplements are recommended with the advice of the experts. It is not recommended for healthy people to consume vitamins as a food supplement without the advice of experts, as it will cause various health problems. Unnecessary vitamin consumption can be harmful to both kidney and liver.

However, vitamin supplements are recommended by experts for the elderly, those who are in the process of illness, pregnant women and children. Vitamin C, which is one of the water-soluble vitamins group, is among the strongest antioxidant vitamins and it is recommended to be consumed both with natural foods and as a food supplement to strengthen the immune system. In addition, vitamin C is actively involved in the absorption of iron in the small intestine and collagen synthesis. The aim of this study is to examine the in vitro bioaccessibility of vitamin C as a food supplement. In the study, 10 different brands of vitamin C supplements were obtained from the different pharmacies in Istanbul, Turkey.

According to our findings, the in vitro Bioaccessibility of vitamin C was found to vary between 4% and 88%. Bioaccessibility was found to be higher, especially in food supplements containing only vitamin C.

**Key Words:** Vitamin C, İn Vitro, Bioaccessibility, Food Supplement

**POLİFENOL AÇISINDAN ZENGİN FARKLI BİTKİSEL ÇAYLARIN  
KRAKERLERDE GİS VARLIĞINDA METİLGLİOKSALİN EMİLİMİNİ  
AZALTMAYA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Dyt. Rabia ASLAN**

**ORCID NO:** 0000-0001-56758118

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Lect. Elif EDE ÇİNTESUN**

**ORCID NO:** 0000-0001-6103-2784

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN**

**ORCID NO:** 0000-0001-9692-0204

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Dyt. Rabia BALI**

**ORCID NO:** 0000-0002-8504-3397

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Res. Assist. Ömer Faruk MIZRAK**

**ORCID NO:** 0000-0002-0389-5626

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Dyt. Büşranur UÇAN**

**ORCID NO:** 0000-0002-1237-7679

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

## ÖZET

Gıda işleme teknikleri ve gıda bileşimleri gıdalarda zararlı maddeler olan ileri glikasyonürünlerinin (AGE'ler) veya ileri lipoksidasyon son ürünlerinin (AGE'ler) öncüllerini oluşturabilir. Bu çalışmanın amacı, MGO'nun biyolojik olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesidir. Hangi krakerler AGE'lerin ve ALE'lerin en güçlü öncüsüdür inceledik ve etkilerini araştırdık. in vitro gastrointestinal sistem altında krakerlerde MGO oluşumunu azaltmaya yönelik polifenol bakımından zengin bitki çaylarını Bu amaçla, farklı konsantrasyonlarda işledik. in vitro sistem altında MGO miktarlarının vitro gastrointestinal sindirimden sonra kraker örnekleri 274 ila 408 µg / 100 arasında değişmiştir. Kraker numunelerindeki MGO içerikleri sindirim sırasında artmıştır. Başlangıç değerleri ve artış oranı % 266 ile 628 arasındadır. peroksidasyon ürünleri, AGE'ler veya ALE öncülerini oluşturmak için sindirimle artar.

Ayrıca siyah, yeşil, zerdeçal ve kuşburnu gibi polifenol açısından zengin bitki çaylarının krakerlerde MGO biyobiyolojik kabiliyetini önemli ölçüde azalttığı görüldü. Bu bitki çaylarının antioksidan olarak kraker formülasyonlarına eklenmesi veya bitkisel çayların atıştırmalık yiyeceklerle birlikte tüketilmesi tavsiye edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** İleri Glikasyon Ürünleri, Kraker, Polifenol, İn Vitro

## EFFECTS OF DIFFERENT POLYPHENOL-RICH HERBAL TEAS ON REDUCING THE BIOACCESSIBILITY OF METHYLGLYOXAL IN CRACKERS UNDER STIMULATED GASTROINTESTINAL DIGESTIVE SYSTEM

### ABSTRACT

Food processing techniques and food compositions may increase the formation of harmful advanced glycation (AGEs) or advanced lipoxidation end products (ALEs) precursors in foods. The purpose of the present study is to determine the bioaccessibility of MGO, which is one of the most potent precursors of AGEs and ALEs, in crackers and investigate the effects of polyphenol-rich herbal teas on reducing the formation of MGO under in vitro gastrointestinal conditions. For this purpose, we treated different concentrations of polyphenol-rich herbal teas in crackers in order to reduce MGO formation under in vitro system. The amounts of MGO in cracker samples after in vitro gastrointestinal digestion were ranged from 274 to 408  $\mu\text{g} / 100\text{g}$ . The MGO contents in cracker samples were increased during the digestion compared to initial values and the increase rate was between 266 and 628 %. We demonstrated that lipid peroxidation products increase with digestion to form AGEs or ALEs precursors. We also demonstrated that polyphenol-rich herbal teas such as black, green, turmeric and rosehip significantly reduced MGO bioaccessibility in crackers. Addition of these herbal teas as antioxidants in cracker formulations or consumption of herbal tea along with snack foods may be recommended.

**Key Words:** Advanced glycation end products, Crackers, Polyphenol, In Vitro



**EMPLOYEE JOB SATISFACTION IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY: A  
COMPREHENSIVE ANALYSIS****Reetu KUMARI**

Eternal University, Baru Sahib Himachal Pradesh, India

**Dr. Geeta KUMARI**

Eternal University, Baru Sahib Himachal Pradesh, India

**Prof. Dr. KrishnaMURARIPANDEY****ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-7885-0353>**SCOPUS AUTHOR ID:** 14065301500

National Institute of Technology Silchar, Assam, India

**ABSTRACT**

Job Satisfaction indicates the workers' insight into their workplace settings, interpersonal relationships, salarymen endorsement opportunities. In a health care services environment with tension and division of labor, the basic challenge is to compose well in this kind of setting. The health care peoples, teachers, bank employees, corporate managers, salespeople, and all the occupational workers are not satisfied with their job. This literature review shows that a big number of factors influence employee performance that as satisfaction from the profession, labor environment, compensation policies and demographic variables, educational qualification, and several more factors are the key influencing factors for health care workers. This research paper inspects the rising literature narrating to workplace satisfaction amid diverse working organizations and concludes that further more investigation is needed to aware that the relative significance of the several recognized factors to workplace satisfaction in diverse working organizations. Findings disclosed as believed by literature review, female professionals facing the problems more than male of job and not satisfied amongst health care organizations. This is also observed during Covid-19 period that really the job of health care workers is very tough as even many nurses and doctors also lost their lives due to Covid-19 situation. It is observed from this review paper that there is a need to carry more research in this area in order to get a better picture of the situation.

**Keywords:** Job satisfaction, health care, demographic variables, compensation, working hours,

## COVID-19 LU HASTANIN EVDE İZOLASYONUN AİLELER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: OLGU SUNUMU

**Dr. Öğr. Üyesi Fatma BİRGİLİ**

**ORCID NO:0000-0003-0942-2122**

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

**Prof. Dr. Nezihe BULUT UĞURLU**

**ORCID NO:0000-0003-2860-1169**

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

### ÖZET

Aralık 2019'un sonunda, SARS-CoV-2 virüsünün neden olduğu COVID-19 adlı hastalığın ilk vakaları Çin'in Wuhan eyaletinde kaydedildi. O zamandan beri, dünyanın dört bir yanındaki sağlık kurumları ve hemşirelik hizmetleri, potansiyel olarak ölümcül bir solunum yolu hastalığına karşı sürekli baskı altındadır, hastalara karantina ve sosyal izolasyon sağlanmıştır.

Hemşirelerin ve diğer profesyonellerin rolü, hastane ortamlarının ötesine geçer, birçoğu hastaları evlerinde izler. Evdeki hastalar genellikle akut, kronik, dengesiz, palyatif bakımda, solunum sendromları, nörolojik, hipertansif, diyabetik bozukluklar ve ayrıca SARS-CoV-2, Covid-19 virüslerine duyarlıdır.

Bakımın evde sağlanması gereken durumlarda, mümkünse hemşire, ev ortamının bakımın devamlılığı için yeterli olup olmadığını kontrol etmelidir. Sağlık uzmanı, evde bakımın izolasyonunun bir parçası olarak (örneğin, el hijyeni, solunum hijyeni, çevrenin temizliği, etrafta veya evde hareket kısıtlamaları) hasta ve ailenin önerilen önlemlere uyup uyamayacağını ve güvenlik sorunları (örneğin, kazara yutma ve alkol bazlı sürtünme kullanımıyla ilişkili yangın riskleri) olup olmadığını değerlendirmelidir.

Evde bakım süresince, yani hastanın semptomları tamamen ortadan kalkıncaya kadar mümkünse ve her zaman hemşire veya sağlık ekibi veya her ikisi ile bir iletişim bağlantısı kurulmalıdır. Ancak evde izolasyon önlemlerinin uzunluğunu belirlemek için COVID-19 ve iletimi hakkında kapsamlı bilgiye ihtiyaç vardır. Hastalar ve aile üyeleri, enfeksiyonun aile temaslarına yayılmasını önlemek için COVID-19 olduğundan şüphelenilen kişiye mümkün olduğunca güvenli bir şekilde bakabilmeleri için kişisel hijyen, temel korunma ve enfeksiyon kontrol önlemleri hakkında bilgilendirilmelidir. Hasta ve aile üyeleri sürekli destek ve eğitim almalı ve evde bakım sırasında izleme devam etmelidir.

Bu olgu sunumunda COVID-19 pozitif hasta olan yoğun bakım hemşiresinin evindeizolasyon sürecinde karşılaştığı sorunlar, aile ilişkileri ile ilgili endişeleri, duygu ve düşünceleri, baş etme stratejileri açıklanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** covid-19, hasta, hemşire, izolasyon, evde bakım

## THE EFFECT OF INSULATION AT HOME IN THE PATIENT WITH COVID-19 ON FAMILIES: CASE REPORT

### ABSTRACT

At the end of December 2019, the first cases of the disease called COVID-19 caused by the SARS-CoV-2 virus were recorded in Wuhan province of China. Since then, healthcare and nursing services around the world have been under constant pressure from a potentially fatal respiratory illness, providing quarantine and social isolation for patients.

The role of nurses and other professionals goes beyond hospital settings, with many watching patients at home. Patients at home are often susceptible to acute, chronic, unstable, palliative care, respiratory syndromes, neurological, hypertensive, diabetic disorders, as well as SARS-CoV-2, Covid-19 viruses.

In cases where care must be provided at home, if possible, the nurse should check whether the home environment is sufficient for continuity of care. As part of the isolation of home care (for example, hand hygiene, respiratory hygiene, cleanliness of the environment, restrictions on movement around or at home), the healthcare professional will determine whether the patient and family can adhere to the recommended measures; and assess whether there are safety issues (eg fire risks associated with accidental ingestion and use of alcohol-based rubbing).

During home care, until the patient's symptoms have completely disappeared, a communication link should be established, if possible, and always with the nurse or the healthcare team or both. However, comprehensive information on COVID-19 and its transmission is needed to determine the length of home isolation measures. Patients and family members should be informed about personal hygiene, basic prevention and infection control measures so that they can care for the person suspected of having COVID-19 as safely as possible to prevent the spread of infection to family contacts. Patients and family members should receive ongoing support and education, and monitoring should continue during home care.

In this case report, the problems faced by an intensive care nurse, who is a COVID-19 positive patient, during the isolation process at home, concerns about family relationships, feelings and thoughts, and coping strategies are explained.

**Keywords:** covid-19, patient, nurse, isolation, home care

### GİRİŞ

Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19) adı verilen yeni bir viral hastalık şu anda tüm dünyada endişe verici bir oranda yayılıyor (Dong ve ark., 2020). Covid-19 salgınının, aile sağlığı uygulayıcıları, eğitimciler ve araştırmacılar, sağlık ve “hastalığın bir aile meselesi” olduğu yönünde yol gösterici çalışmalarını sürdürmektedir (Wright & Bell, 2009). Hastalar, ve aileleri ayrılmaz bir şekilde birbirine

bağlıdır. Ciddi hastalık ve yaşam zorlukları aile üyelerini etkiler ve karşılıklı olarak aile üyelerinin işlevleri (yapıları, gelişimi ve işlevi dahil olmak üzere) her bir aile üyesinin sağlığını ve refahını etkiler. Bu özellikle, dünya çapında endişe verici derecede çok sayıda hasta ve ailelerinde benzersiz zorluklar ve ıstıraplar yaratan mevcut koronavirüs salgını için geçerlidir (Ones, 2020).

Birçok ülkede koronavirüsün yayılmasını kontrol etmek için alınan tedbirler, genel olarak ilişkiler ve özel olarak aile ilişkileri üzerinde yıkıcı bir etkiye sahip olmaktadır. Aileler, karantina / kilitleme önlemlerine yanıt olarak topluluk kaybını ve hareket özgürlüğünün kısıtlandığını bildirmektedir. Ailelerin yaşadığı zorlukların ve ıstırapın zorlayıcı ve yürek burkan hikayeleri olumsuz etkileyicidir. Özellikle en savunmasız bireyler ve aileler risk altındadır (Lacerda & Brevidades, 2015; International Family Nursing Association, 2015; International Family Nursing Association, 2017). Ayrıca, COVID-19 teşhisi haberleriyle tek başlarına bir aile üyesi olmadan başa çıkmak zorunda kalan hastalar ve yoğun bakım ünitesine (YBÜ) kabul edilen ve ailelerine veda etmek zorunda olan hastalar için çok sayıda üzücü hikayeler bulunmaktadır. Bu hastaların, danışanların ve sakinlerin çoğu sevdiklerini özleyen ve endişeli ailelerin üyeleridir (Ones, 2020).

Pek çok ülkede uygulanan kilitleme / karantina önlemleri, ailelerdeki savunmasızlığı ve riski de davet etmiştir. Okullar kapatılıyor ve bu da pek çok ailede uzun süre bu kadar yakından hapsedilmeye alışık olmadıkları için sıkıntıya yol açmaktadır. Dahası, COVID-19 krizinin bir sonucu olarak, hasta bir ebeveyne, eşine veya çocuğa uzun süreli bakım sağlayan ailelere verilen destek zamanla azalır. Okulların kapatılması, çocukların nadiren evden çıkmalarına izin verilen ve bir aile üyesinin bağımlılığı, saldırganlığı ve şiddeti ile karşı karşıya kaldıkları bir aile ortamı yaratmıştır. Koronavirüs salgınının yarattığı stresler sonucunda bu ailelerin tamamı ve ilişkileri genellikle büyük baskı altındadır (Ministério, 2020; Ones, 2020).

Bireyler ve aileler genellikle esnek ve dirençlidir (Walsh, 2016) ve birçoğu muhtemelen bu pandeminin deneyimlerini işleyebilecek ve hayatlarına devam edebileceklerdir. Bununla birlikte, aynı zamanda uzun vadeli zihinsel ve fiziksel sağlık sonuçları ve hatta kalıcı hasarlar olacaktır.

Örneğin, uzun bir yoğun bakım döneminden sonra hastalar ve aileler nasıl iyileşecek? Araştırmalar, birçok hastanın bu kadar uzun bir ventilasyon süresinden sonra, ev ortamına taburcu olduktan sonra bile birçok fiziksel ve psikolojik sorun yaşadığını belgelemiştir (Rawal ve ark., 2017). Ayrıca, bu hastaların aile üyelerinin de yüksek düzeyde depresyon ve anksiyete yaşadığı bilinmektedir (Davidson ve ark., 2012).

Bu pandemi, hastaların, danışanların ve aile bireylerinin yaşamlarında ailenin önemli rolünün daha derin bir şekilde farkına varmamızı sağlamıştır. Bu artan farkındalığın, bu koronavirüs krizi sırasında

ve sonrasında aile bireylerinin bakımının önemini daha da güçlü bir şekilde hissettirmektedir. Haklı olarak, COVID-19 virüsüyle savaşmak için artık büyük miktarda para ve kaynak harcanmaktadır. Ancak kurtarılan hayatlar, sonradan da yaşamaya değer hayatlar olmalıdır.

#### Çalışma Alanı

Bu olgu sunumunda COVID-19 pozitif hasta olan yoğun bakım hemşiresinin evinde izolasyon sürecinde karşılaştığı sorunlar, aile ilişkileri ile ilgili endişeleri, duygu ve düşünceleri, baş etme stratejileri paylaşılmıştır.

#### **MATERYAL VE YÖNTEM**

Yoğun bakım ünitesinde görev yapmakta olan hemşirenin pandemi sürecinde kritik COVID-19 pozitif hastalara bakım verirken hastalardan aldığı virüsle COVID-19 pozitif hastalanması sonucu semptomları hafif olduğu için kendi evinde izolasyona alınmış. Hemşirenin evinde izolasyon ve bakım deneyimleri, aile içi bakım verirken karşılaştığı sorunlar, yaşadığı endişe, duygu ve düşünceleri, edinilen bilgilerin literatüre katkı sağlaması açısından yayınlanabileceği konusunda hemşireye bilgi verilerek kendisinden sözlü ve yazılı onamı alındı.

#### **BULGULAR**

Hemşirenin kendi anlatımı ile kritik COVID-19 pozitif hasta olarak evinde izolasyon ve bakım deneyimleri, karşılaştığı aile içi sorunlar, problem çözme yöntemleri, aile içi iletişim ve ruhsal problemler:

#### **Olgu Sunumu**

Yoğun bakım ünitesinde görev yapmakta olan hemşirenin pandemi sürecinde kritik COVID-19 pozitif hastalara bakım verirken kendisinin COVID-19 pozitif hasta olarak evde bakım deneyimleri, ailesiyle birlikte hastalık sürecinde karşılaştığı sorunlar, yaşadığı duygu ve düşünceleri, edinilen bilgilerin literatüre katkı sağlaması açısından yayınlanabileceği konusunda hemşireye bilgi verilerek kendisinden sözlü ve yazılı onamı alındı. Hemşirenin kendi anlatımı ile kritik COVID-19 pozitif hastalık sürecinde ailesiyle birlikte bakım deneyimleri, karşılaştığı sorunlar, problem çözme becerileri, iletişim ve ruhsal problemler: 30 yaşında, evli, 3 çocuklu, 9 yıldır hemşire olarak çalışmakta, koroner ve yoğun bakım ünitesinde kritik hastalara bakım deneyimi olan bir klinik hemşiresi ve pandemi sürecinde de kritik COVID-19 pozitif hastalara bakım deneyimleri olan bir hemşire.

Hemşirenin ifadeleri: ““Yaklaşık dokuz yıldır aktif olarak çalışan bir hemşireyim. Bir yıldır koroner yoğun bakımda çalışıyorum. Kasım ayında kalp yetmezliği tanısıyla yoğun bakım ünitesine yatan bir hastanın artan solunum şikayetleri ve saturasyon düşüklüğü ve 38 dereceyi gören ateş bulguları nedeniyle covid-19 pcr testi yapıldı. Hastanın pcr sonucu pozitif geldi. Yaklaşık 3 gün öncesinde o

hastaya bakmıştım ve hasta sıkıntılı olduğu için sürekli temas halinde olmak zorunda kaldım. Aradan 3 gün geçtikten sonra pcr test numunesi verdim. Pcr test sonucum pozitif çıkmıştı. 3 küçük çocuğum var eşim 40 yaş üstü, annem ve babamla aynı apartmanda oturuyoruz. Benim nöbette olduğum zamanlarda çocuklarla onlar ilgileniyorlar. Covid-19 pandemisi ortaya çıktığından bu yana azami şekilde önlemlere dikkat ediyoruz. Ama tabii ki çocuklar hem kendi evimizde hem de annemde kaldıkları için onlar için de bir risk faktörü oluşuyor. Test sonucumu pozitif görünce tepeden tırnağa vücudumda bir sıcaklık hissettim. Birkaç kez daha böyle temaslı durumlarım olmuştu hastanede ama hep test sonucum negatif gelmişti. Test sonucumu öğrenir öğrenmez klinik sorumlu hemşiremizi aradım. Sanki o an ne yapacağımı bilemez halde ilk ona durumu danışmak aklıma geldi. Sağılsun büyük bir soğukkanlılıkla beni sakinleştirdi. Bu süreci kolay atlatacağım konusunda beni teselli etti. Sonra maskemi takıp eşimin ve çocuklarımın yanına gittim. Durumu onlara sakince açıkladım. Eşim bana moral verdi, her zaman yanımda oldu. İlk başta bu sancılı süreç çocuklarımı tabii ki korkuttu. 'Anne ölecek misin? bizi sensiz bırakma' gibi ifadeleri oldu. Onlara çok yoğun duygular içerisinde bu süreçte neler yaşayacağımızı anlattım. Evimizin yatak odasında tek başıma kalacağımı ve odama kesinlikle girmemeleri gerektiğini, onlara belli bir süre sarılamayacağımı, onları öpemeyeceğimi, evin içerisinde maskeyle dolaşacağımı, yemeğimi onlarla beraber yiyemeyeceğimi, ertesi gün evimize doktor ve hemşirelerin gelip bize sorular soracaklarını, ben iyi olana kadar anneanne ve dedeyle görüşmeyeceğimizi, bizim de kesinlikle onların evine gitmeyeceğimizi sakın bir şekilde açıklamaya çalıştım. Tabii ki bütün bu durumlara çok üzüldüler. Evin içerisinde çift maske takarak yemeklerimizi yaptım. Hastalık süresince birazcık efor gerektiren işlerde bile çok çabuk yoruluyordum. Tat ve koku kaybı yaşamadım. Baş ağrısı, halsizlik, burun tıkanıklığı, hapşuruk semptomlarını belirgin olarak yaşadım. Ailenle aynı evin içerisinde izole bir şekilde yaşamak çok zor. Onları korumak için en sevdikleriyle arana görünmez bir duvar çekmek zorunda kalmak çok yaralayıcı, bu hastalık kendini pismiş, kirliymiş gibi hissettiriyor. Sürekli 'elimi tekrar mı yıkasam bir yere farkında olmadan dokundum mu acaba? çocuklar dokunursa hasta olurlar' tedirginliği oluyor. Kızlarım tekrar sarılacağımız günleri sayıyorlardı. Bazen dayanamayıp 2 kat maske takıp yüzümüde yana çevirip onlara arkalarından kısa süreli sarılıyordum. Bu bile onları çok mutlu ediyordu. Kahvaltı yaptığım esnada maskemi indirince oğlum 'anneciğim yüzünü kaç gündür maskeden göremiyorum. Ne kadar özlemişim seni görmeyi demişti' Bu sözler hiç aklımdan çıkmıyor. Eşimde bu süreçte çocuklarla tek başına ilgilenmek zorunda kaldı. Halsiz yorgun olduğum için çoğu vaktimi odamda dinlenerek ve uyuyarak geçiriyordum. Çocuklarımızın ihtiyaçları, beklentilerini hep eşim karşıladı. Bu süreç eşim içinde çok yorucu ve yıpratıcı oldu. Annem testimin pozitif çıktığını telefonda öğrendi. Doğal olarak benim için annem babam da çok

üzüldüler,korktular. Çok şükür ki mesafemize dikkat etmemiz işe yaradı onlara farkında olmadan bir zarar vermedim. Bu süreçte en korktuğum şey zaten farkında olmadan onlara hastalık bulaştırarak zarar vermektir. Nöbette hastaya temas ettikten sonraki 3 gün evdeydim, çocuklarım hep benimleydi. Sonrasında da testim pozitif çıkana kadar ki süreçte mecbur olmadıkça görüşmedik. Sağolsun annem, babam dışarıdan ne ihtiyacımız olursa temin ettiler. Maddi manevi destek oldular. İhtiyaç duyduğumuz şeyleri alıp evimizin kapısına asıyorlardı.Bizde kapıdan alıyorduk.Karantina sürem bitmesine rağmen bir süre daha sadece kapıdan görüşmeye devam ettik. Bu süreç sonunda aldığımız önlemler sayesinde hastalığı sadece ben geçirdim, hastalığı ailemden kimseye bulaştırmadım Zaten bizim mesleğimizin en önemli ilkesi zarar vermeme, yarar sağlamadır. Bu kurallara sosyal hayatımda da çok dikkat ediyorum. Keşke herkes bu kadar duyarlı ve dikkatli olsaydı,bu hastalık bu kadar can almazdı Şu an covid yoğun bakım ünitesinde çalışmaya devam ediyorum. Bu tedbirsizliklerden dolayı kaç can yitip gidiyor ve bu canlara da en yakın biz tanıklık oluyoruz. Elimizden geleni yapıyoruz gece gündüz demeden uğraşıyoruz ama bazen yeterli olmuyor.Diliyorum ki bu hastalık en kısa zamanda bitsin ve biz tekrar normal hayatımıza dönelim...”

## TARTIŞMA

DSÖ, şiddetli akut solunum yolu enfeksiyonu olan COVID-19'a sahip olduğundan şüphelenilen tüm kişilerin sağlık sistemiyle ilk temasta taranmasını ve hastalığın ciddiyetine göre acil tedaviye başlanmasını önermektedir. Ayrıca laboratuvarında teyit edilen tüm vakaların izole edilmesi ve bir sağlık tesisinde tedavi edilmesi önerilmektedir (Dünya Sağlık Örgütü, 2018; Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

DSÖ daha sonra SARS-CoV-2 virüsü ile ilişkili Akut Solunum Enfeksiyonu olan hastalar için tedavi kılavuzlarını savunmasız popülasyonlar (örneğin, yaşlılar, hamile kadınlar ve çocuklar) için kılavuzlar dahil olmak üzere güncellemiştir. Bir sağlık kuruluşunda tüm vakalardan izolasyonun mümkün olmadığı durumlarda, DSÖ, ağır ve kritik hastalıkları olan ve hafif hastalığı olan ve kötü sonuç riski olan hastalar (yaş > 60 yaş, eşlik eden hastalıklar, örneğin, kronik kalp-damar hastalığı, kronik solunum yolu hastalığı, diyabet, kanser) için kötü sonuçlara sahip olma olasılığı en yüksek olanlara öncelik vermeyi vurgulamaktadır (Dünya Sağlık Örgütü, 2014; Dünya Sağlık Örgütü, 2018).

Sağlık kurumlarında tüm hafif vakalar izole edilemezse, hafif hastalığı olanlar ve risk faktörleri bulunmayanlar, yeniden kullanılan oteller, stadyumlar veya spor salonları gibi geleneksel olmayan birimlerde izole edilebilir ve burada semptomlar ortadan kalkana ve COVID için laboratuvar testleri olmayabilirler. Alternatif olarak hafif hastalığı olan ve risk faktörleri olmayan hastalar evde tedavi edilebilir (Dünya Sağlık Örgütü, 2014; Dünya Sağlık Örgütü, 2018; Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Hafif hastalığı olanlar için, durumun hızla kötüleşeceğine dair bir endişe olmadıkça, hastaneye yatış gerekli olmayabilir veya aşırı kalabalık sağlık sistemi nedeniyle mümkün olmayabilir (Dünya Sağlık Örgütü, 2014). Bu nedenle, hafif hastalığı olan hastalar varsa, sırasıyla aile üyeleri ve sağlık profesyonelleri tarafından takip ve tedavi edilebildiği sürece evde bakım düşünülebilir (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Evde bakım, hastane bakımı bulunmadığında veya güvensiz olduğunda da düşünülebilir (örneğin, boyut sınırlı ve kaynaklar sağlık hizmetleri talebini karşılayamıyorsa). Bu durumların herhangi birinde, akciğer veya kalp hastalığı, böbrek yetmezliği veya hastayı yüksek komplikasyon geliştirme riskine maruz bırakan bağışıklığı baskılanmış durumlar gibi hafif semptomları olan (Dünya Sağlık Örgütü, 2020) ve kronik koşulları olmayan hastalar evde tedavi edilebilir. Bu karar, çok profesyonel ekip tarafından dikkatli bir klinik muhakeme gerektirir ve bakımın sürekliliği için hastanın ev ortamının güvenliğinin değerlendirilmesini içermelidir (Dünya Sağlık Örgütü, 2018; Wright & Leahey, 2013; Wright&Bell, 2009).

### **COVID-19 vakalarında evde hasta bakımı için öneri**

Bakımın evde sağlanması gereken durumlarda, mümkünse hemşire, ev ortamının bakımın devamlılığı için yeterli olup olmadığını kontrol etmelidir; sağlık uzmanı, evde bakımın izolasyonunun bir parçası olarak (örneğin, el hijyeni, solunum hijyeni, çevrenin temizliği, etrafta veya evde hareket kısıtlamaları) hasta ve ailenin önerilen önlemlere uyup uyamayacağını ve güvenlik sorunları (örneğin, kazara yutma ve alkol bazlı sürtünme kullanımıyla ilişkili yangın riskleri) olup olmadığını değerlendirmelidir (Dünya Sağlık Örgütü, 2018; Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Evde bakım süresince, yani hastanın semptomları tamamen ortadan kalkıncaya kadar mümkünse ve her zaman hemşire veya sağlık ekibi veya her ikisi ile bir iletişim bağlantısı kurulmalıdır (Dünya Sağlık Örgütü, 2020). Ancak evde izolasyon önlemlerinin uzunluğunu belirlemek için COVID-19 ve iletimi hakkında kapsamlı bilgiye ihtiyaç vardır. Hastalar ve aile üyeleri, enfeksiyonun aile temaslarına yayılmasını önlemek için COVID-19 olduğundan şüphelenilen kişiye mümkün olduğunca güvenli bir şekilde bakabilmeleri için kişisel hijyen, temel korunma ve enfeksiyon kontrol önlemleri hakkında bilgilendirilmelidir (Dünya Sağlık Örgütü, 2018; Dünya Sağlık Örgütü, 2020). Hasta ve aile üyeleri sürekli destek ve eğitim almalı ve evde bakım sırasında izlenmelidir. Hemşireler, sırasıyla tablo 1,2,3'de açıklanan önerileri takip etmeleri için hastalara ve aile üyelerine rehberlik etmelidir.



**Tablo 1.** Hastalara Yönelik Öneriler**Hastalara öneriler\***

İyi havalandırılan bir odada (yani, açık pencereler ve açık bir kapı ile) yalnız kalın.

Gerekirse, bunu evin diğer sakinlerinden ayrı zamanlarda yapın.

Tamamen iyileşene ve COVID-19 belirtileri veya semptomları ortadan kalkana kadar ziyaretçi kabul etmeyin.

Ellerinizi sık sık ve ayrıca yemekten önce, banyoyu kullandıktan sonra ve elleriniz kirli görüldüğünde sabun ve su kullanarak yıkayın. Ellerinizi gözle görülür derecede kirli değilse,% 70 alkollü el dezenfektanı ile ovabilirsiniz.

Ellerinizi sabun ve suyla yıkadıktan sonra kurulamak için tek kullanımlık kağıt havlu kullanın. Mevcut değilse, temiz bez havlu kullanın ve sık sık değiştirin.

Solunum salgılarını tutmak için cerrahi maske kullanın (Dünya Sağlık Örgütü, 2020 [https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected](https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected)) ve ıslakken, ellemekten kaçınarak değiştirmelisiniz.

Cerrahi bir maskeye tolerans göstermediğinizde, yani öksürürken veya hapsirirken ağızınızı ve burnunuzu tek kullanımlık bir mendille örtün, sonra atıp ellerinizi yıkayın. Bez mendil kullanıyorsanız sabun ve suyla yıkayın.

Başucu masaları, yatak çerçeveleri ve diğer yatak odası ve banyo mobilyaları gibi sık dokunulan yüzeyleri özel kullanımda günlük olarak temizleyin ve sterilize edin. İlk olarak, normal sabun veya deterjan kullanın ve durulamadan sonra,% 0.1 sodyum hipoklorit (örneğin 1000 ppm'ye eşdeğer) içeren yaygın bir dezenfektan uygulayın (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Üstünde plastik bir torba olan odada üstü kapalı bir çöp tenekesi bulundurun.

Kirlenmiş giysileri bir çamaşır torbasına (Dünya Sağlık Örgütü, 2020) koyun.

Savunmasız insanlardan, yaşlılardan ve bağışıklık sistemi baskılanmış insanlardan uzak durun.

Semptomlara dikkat edin ve kötüleşen bir bulgu hissederseniz yeniden değerlendirme yapın.

\* Hasta yukarıda belirtilen görevleri yerine getiremiyorsa, bir aile bakıcısının yardımı gereklidir.

**Tablo 2** Aile bakıcıları için öneriler**Aile bakıcıları için öneriler**

Paylaşım alanlarını en aza indirin. Aile üyeleri farklı bir odada kalmalı veya bu mümkün değilse hasta kişiden en az 1,5 metre uzakta durmalıdır (örneğin ayrı bir yatakta uyumak) (Dünya Sağlık Örgütü, 2014).

Paylaşılan alanları (örneğin, mutfak, banyo) iyi havalandırın (pencereler açık).

Bakıcı sayısını azaltın. Tercihen sağlığı iyi olan ve kronik rahatsızlıkları olmayan veya bağışıklığı zayıflamış bir kişiyi belirtin (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Hastalar veya yakın çevresi ile her türlü temastan sonra ellerinizi yıkayın (Dünya Sağlık Örgütü, 2020 [https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected](https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected)). Ayrıca yemek hazırlamadan önce ve sonra, yemekten önce, banyoyu kullandıktan sonra ve elleriniz kirli görüldüğünde sabun ve su kullanarak ellerinizi yıkayın. Eller gözle görülür şekilde kirli değilse,% 70 alkol bazlı ovma kullanılabilir.

Ellerinizi sabun ve suyla yıkadıktan sonra kurulamak için tek kullanımlık kağıt havlu kullanın. Mevcut değilse, temiz bez havlu kullanın ve sık sık değiştirin.

Banyo yüzeylerini günde en az bir kez temizleyin ve dezenfekte edin. İlk olarak, normal sabun veya deterjan kullanın ve durulamadan sonra,% 0.1 sodyum hipoklorit (örneğin 1000 ppm'ye eşdeğer) içeren genel bir dezenfektan uygulayın (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Hastanın kullandığı kaplar, kullandıktan sonra su ve normal deterjan ile yıkanmalıdır ve atılmak yerine (tercihen hasta tarafından) tekrar kullanılabilir (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Kirli kıyafetleri sallamayın ve kontamine olmuş malzemelerin kullandığınız deri ve giysilerle temasını engelleyin (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Yüzeyleri temizlerken veya vücut sıvılarıyla kirlenmiş giysiler veya çarşaflarla çalışırken koruyucu eldivenler ve giysiler (örneğin, plastik önlükler) kullanılmalıdır (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Evde, kauçuk (yeniden kullanılabilir) veya tek kullanımlık eldivenler kullanılabilir. Lastik eldivenler kullanımdan sonra sabun ve su ile temizlenmeli ve % 0.1 sodyum hipoklorit solüsyonu ile dekontamine edilmelidir. Tek kullanımlık eldivenler her kullanımdan sonra atılmalıdır.

Eldivenleri takmadan önce ve çıkardıktan sonra ellerinizi yıkayın (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Hastanın yakın çevresinde kontamine olmuş maddelere başka türlü maruz kalmaktan kaçının (örneğin, diş fırçalarını, sigaraları, mutfak gereçlerini, tabakları, içecekleri, havluları, giysileri veya yatak takımlarını paylaşmayın).

Evde bakım sırasında ortaya çıkan eldivenler, maskeler ve diğer atıklar bulaşıcı atık olarak atılmadan önce hasta odasında kapaklı bir çöp tenekesine konulmalıdır (Dünya Sağlık Örgütü, 2009)

Bulaşıcı atığın imhası yerel sağlık yetkilileri (uzman personel) (Dünya Sağlık Örgütü, 2020) tarafından sağlanmalıdır.

Uzman ekibin olmadığı yerlerde seçici toplama ekibinin yönetimi için kontamine materyalin tanımlanması yapılmalıdır.

Hemşire, evde bakım için hazırlanırken, gerekli malzemeleri seçmeli, uygun kişisel koruyucu ekipmanı seçmek için bir risk değerlendirmesi yapmalıdır ve bu durumda, temas önlemleri ve damlacıklar için tavsiyeleri uygulamalıdır.

**Tablo 3** Evde Bakımda Hemşirelere Yönelik Öneriler**Evde bakımda hemşireler için öneriler**

Hastayla aynı odadayken ağızınızı ve burnunuzu kapatan cerrahi bir maske takın. Kullanım sırasında maskelere dokunulmamalı veya kullanılmamalıdır (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Islanır veya kirlenirse maskeyi hemen değiştirin (Dünya Sağlık Örgütü, 2020).

Maskeyi uygun tekniği kullanarak çıkarın - yani, öne dokunmayın, çözün.

Kullanımdan hemen sonra maskeyi atın ve ellerinizi yıkayın.

Ağız veya solunum bakımı sağlarken ve dışkı, idrar ve diğer atıkları tutarken eldiven ve tek kullanımlık bir N95 maskesi takın.

Eldivenleri ve maskeleri çıkarmadan önce ve sonra ellerinizi yıkayın.

Maskeleri veya eldivenleri tekrar kullanmayın.

Malzemelerin imhası yerel sağlık yetkilileri (uzman personel) (Dünya Sağlık Örgütü, 2009) tarafından sağlanmalı ve sağlanmalıdır.

Uzman ekibin olmadığı yerlerde seçici toplama ekibinin yönetimi için kontamine materyalin tanımlanması yapılmalıdır.

Gerektiğinde ve mümkün olduğunda, hastaları ev izolasyonundan çıkarmadan önce tanısal testlerin toplanmasını gerçekleştirin.

Gözlem süresi boyunca hasta ve aile bakıcısı ile iletişim kurun.

Aynı evde yaşayan başkalarını düzenli olarak arayarak, ancak en iyisi ve mümkünse günlük ev ziyaretleri yoluyla sağlıklarını denetleyin, böylece gerektiğinde spesifik tanısal testler yapılabilir (Dünya Sağlık Örgütü, 2020 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330857>).

Hastanın ve aynı evde yaşayan diğerlerinin ev izolasyonuna uymasına dikkat edin ve bu önlemin önemi hakkında onları açıklığa kavuşturun.

Hastaya ve aile üyelerine psikolojik destek verin ve gerektiğinde psikoloji uzmanlarını arayın.

Aynı evde yaşayan kişilere ne zaman ve nerede bakım arayacakları, hastalanırlarsa en uygun ulaşım aracı, belirlenen sağlık kuruluşuna ne zaman ve nereye gidecekleri ve hangi önlemlerin alınması gerektiği konusunda önceden bilgi verilmesi (Dünya Sağlık Örgütü, 2020 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330857>)

Hastayı ve ailesini klinik durumdaki olası kötüleşme belirtileri ve izlenecek davranış hakkında bilgilendirin.

Tüm bilgileri hastanın tıbbi kaydına kaydedin, kağıt kayıtlardan kaçınılması ve kayıt amacıyla elektronik cihazların kullanılması ve kullanımdan sonra dezenfekte edilmesi gerektiğini unutmayın.

**SONUÇ**

Bu olgu sunumundan elde edilen bulgulara dayanarak ve ilgili literatür tarafından desteklenen, COVID-19 hastasının evde izolasyonda bakımı ve semptomların kötüleşme endişesi, aile bireyleri ile ilişkilerde zorlanıldığı, COVID-19 hastalığının aile bireylerine bulaştırma endişesi, psikolojik ve fiziksel sıkıntı yaşadıkları sonucuna varılmıştır. COVID-19 pandemi sürecinde hemşirelerin hem çalışma ortamlarından hem de kişisel yaşamlarından sıkıntı yaşamaktadırlar. Bu nedenle, sağlık hizmeti sağlayıcılarının refahını korumak için kapsamlı destek sağlanmalı ve krizleri yönetmek için hazırlıklı olmalıdır.

**Etik Komite Onayı:** Çalışmamız olgu sunumu olduğu için etik kurul onayı gerekmemektedir.

Hemşireden sözlü ve yazılı onam alınmıştır.

### **Katkı**

**Fikir/Kavram:** Fatma Birgili, Nezihe Bulut Uğurlu; **Tasarım:** Fatma Birgili, Nezihe Bulut Uğurlu;

**Analiz ve/veya Yorum:** Fatma Birgili, Nezihe Bulut Uğurlu; **Kaynak Taraması:** Fatma Birgili,

Nezihe Bulut Uğurlu; **Makalenin Yazımı:** Fatma Birgili, Nezihe Bulut Uğurlu

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Teşekkür:** COVID-19 pandemi sürecindeki kritik hasta bakımı sırasındahastalardan aldığı virüsle COVID-19 hastası olan hemşirenin izolasyon sürecinde evde bakımda aile içi yaşadığı sıkıntılar, aile içi ilişkilerinde yaşadığı sorunları çözme yöntemleri ve deneyimi ile ilgili değerli duygu ve düşüncelerini paylaşan hemşiremize katkılarından dolayı çok teşekkür ederiz.

### **Kaynakça**

1. Davidson, J. E., Jones, C., Bienvenu, O. J. (2012). Family response to critical illness: Postintensive care syndrome-family. *Critical Care Medicine*, 40(2), 618-624. doi:10.1097/CCM.0b013e318236ebf9
2. Dong, E., Du, H., & Gardner, L. (2020). An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *The Lancet infectious diseases*, 20(5), 533-534. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30120-1
3. World Health Organization. Home care for patients with COVID-19 presenting with mild symptoms and management of their contacts: Interim guidance, 15 February 2021. Geneva: World Health Organization; 2020 [https://www.who.int/publications-detail/home-care-for-patients-with-suspected-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-presenting-with-mild-symptoms-and-management-of-contacts](https://www.who.int/publications-detail/home-care-for-patients-with-suspected-novel-coronavirus-(ncov)-infection-presenting-with-mild-symptoms-and-management-of-contacts)
4. World Health Organization. Home care for patients with Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) infection presenting with mild symptoms and management of contacts: interim guidance. Geneva: World Health Organization; 2018 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272948>
5. World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory diseases in health care. Geneva: World Health Organization; 2014 [https://www.who.int/csr/bioriskreduction/infection\\_control/publication/en/](https://www.who.int/csr/bioriskreduction/infection_control/publication/en/)
6. World Health Organization. Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected: Interim guidance, 17 February 2021. Geneva: World Health Organization; 2020. [https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected](https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected)
7. World Health Organization. WHO guidelines on hand hygiene in health care: first global patient safety challenge. Geneva: World Health Organization; 2009. [https://www.who.int/gpsc/5may/tools/who\\_guidelines-handhygiene\\_summary.pdf](https://www.who.int/gpsc/5may/tools/who_guidelines-handhygiene_summary.pdf)
8. World Health Organization. Global surveillance for human infection with novel coronavirus (2019-nCoV): interim guidance, 31 March 2021. Geneva: World Health Organization; 2020. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330857>
9. International Family Nursing Association. (2015). *IFNA Position Statement on Generalist Competencies for Family Nursing Practice*. <https://internationalfamilynursing.org/2015/07/31/ifna-position-statement-on-generalist-competencies-for-family-nursing-practice/>
10. International Family Nursing Association. (2017). *IFNA Position Statement on Advanced Practice Competencies for Family Nursing*. <https://internationalfamilynursing.org/2017/05/19/advanced-practice-competencies/>

11. Lacerda, M. R. (2015). Brevidades sobre o cuidado domiciliar. *Rev Enferm UFSM*, 5(2):1-2. <https://periodicos.ufsm.br/reufsm/article/view/18657/pdf>
12. Ones, L. (2020). The COVID-19 pandemic: A family affair. *Journal of Family Nursing*, 26(2), 87-89.
13. Organização Pan-Americana da Saúde (BR). Folha informativa - COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus). Brasília (DF): OPAS; 2020  
[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875)
14. Rawal, G., Sankalp, Y., Kumar, Y. (2017). Post-intensive care syndrome: An overview. *Journal of Translational Internal Medicine*, 5(2), 90–92. doi:10.1515/jtim-2016-0016
15. Walsh, F. (2016). Applying a Family Resilience Framework in training, practice, and research: Mastering the art of the possible. *Family Process*, 55(4), 616–632. doi:10.1111/famp.12260
16. Wright, L. M., Bell, J. M. (2009). *Beliefs and illness: A model for healing*. 4th Floor Press.
17. Wright, L. M., Leahey, M. (2013). *Nurses and families: A guide to family assessment and intervention* (6th ed.). F.A. Davis.

**KALIN BAĞIRSAK DİLATASYONUNDA AKUPUNKTUR TEDAVİSİ: OLGU SUNUMU****Dr. Öğr. Üyesi Fatma BİRGİLİ****ORCID NO:0000-0003-0942-2122**

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

**Prof. Dr. Nezihe BULUT UĞURLU****ORCID NO:0000-0003-2860-1169**

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

**ÖZET**

Dışkı kontrolünde başlıca üç faktör rol oynar. Bunlardan sfinkterik kaslar ve duyu reseptörleri eskiden beri bilinirken kalın bağırsak motilitesi son yıllarda gündeme gelmiştir. Bir kişinin kalın bağırsağı günde belirli aralıklarla bünyesindeki içeriği komple boşaltabiliyorsa o kişi diğer zamanlarda dışkı kaçırmaz ve çamaşırı temiz kalır. Anorektal bölgesi normal olan bireylerin dışkı kaçırmaması ya da tam tersine perine travması geçirenlerin normal bir dışkılama fonksiyonu göstermesi kalın bağırsak motilitesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu nedenle kalın bağırsak motilitesinin değerlendirilmesi ve tedavisi için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Kalın barsak motilitesi hakkında bilgi sahibi olmak için manometri çalışmaları giderek daha çok önem kazanmaktadır. Ancak, ülkemizde şimdiye kadar bu konuyla ilgili bir çalışma bildirilmemiştir. Ayrıca kalın barsak motilite tedavisi de oldukça karmaşıktır. Akupunktur, metal iğnelerin derinin farklı noktalarına farklı derinlikte batırılması ile uygulanan Geleneksel Çin Tıbbı tedavi yöntemidir. İlk kez MÖ 1. yüzyılda İç Kanun kitabında tanımlanmıştır. İlk başta 365 olan akupunktur noktası zamanla artmıştır. Akupunkturun felsefesi Taocu felsefedeki Qi'nin dolaşımına dayanmaktadır. Bu felsefeye göre akupunktur noktaları beden üzerinde gözle görünemeyen 14 meridyen üzerinde yer almaktadır. Tüm hastalıklar Qi'nin meridyenler üzerinden serbestçe akamamasından oluşmaktadır. Ağrı, şişlik gibi belirtiler Qi'nin akımında sorun olduğunu göstermektedir. Akupunktur sayesinde akımdaki dengesizlik ve tıkanıklıklar ortadan kaldırılmaktadır. Barsak motilitesi olan hastayı tanılamada hemşirelik yaklaşımları; veri toplama, hemşirelik tanısını belirleme, planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarından oluşan ve bilimsel sorun çözümü yöntemi olan hemşirelik süreci doğrultusunda hastaya bakımın verilmesi, hasta gereksinimlerinin karşılanması ve oluşabilecek komplikasyonların önlenmesi ile mümkün olan en kısa sürede yeni yaşamına dönmesine katkı sağlayacaktır. Bu olgu sunumunda, tıbbi tedavinin yanı sıra akupunktur tedavisi ile tedavi olan bir hastanın deneyimlerini ve tedavi sürecinde hemşirelik yaklaşımlarını paylaşmayı amaçladık.

**Anahtar kelimeler:** Kalın barsak, motilite, akupunktur tedavisi, hasta, hemşire

**ACUPUNCTURE TREATMENT IN THICK INTESTAL DILATATION: A CASE REPORT****ABSTRACT**

Three main factors play a role in stool control. While sphincteric muscles and sensory receptors have been known for a long time, colon motility has come to the fore in recent years. If a person's large intestine is able to completely empty its contents at certain intervals a day, that person will not miss feces at other times and the underwear remains clean. The fact that individuals with normal anorectal region have defecation or, on the contrary, those who have had perineal trauma show a normal defecation function reveals the importance of large intestine motility. Therefore, different methods are used for the evaluation and treatment of colon motility. Manometry studies are becoming more and more important to have information about colon motility. However, no study on this subject has been reported in our country so far. In addition, colon motility therapy is quite complex. Acupuncture is a Traditional Chinese Medicine treatment method applied by inserting metal needles into different points of the skin at different depths. It was first described in the book of Internal Law in the 1st century BC. The acupoint, which was 365 at first, has increased over time. The philosophy of acupuncture is based on the circulation of Qi in Taoist philosophy. According to this philosophy, acupuncture points are located on 14 invisible meridians on the body. All diseases consist of the inability of Qi to flow freely over the meridians. Symptoms such as pain and swelling indicate that there is a problem in the flow of Qi. Thanks to acupuncture, imbalance and blockages in the flow are eliminated. Nursing approaches to diagnose patients with intestinal motility; Providing care to the patient in line with the nursing process, which is a scientific problem-solving method consisting of data collection, determining the nursing diagnosis, planning, implementation and evaluation, will contribute to the return of the patient to his new life as soon as possible by meeting the patient's needs and preventing possible complications. In this case report, we aimed to share the experiences of a patient treated with acupuncture treatment as well as medical treatment and nursing approaches during the treatment process.

**Keywords:** Colon, motility, acupuncture therapy, patient, nurse

**GİRİŞ**

Dışkı kontrolünde başlıca üç faktör rol oynar. Bunlardan sfinkterik kaslar ve duyu reseptörleri eskiden beri bilinirken kalın bağırsak motilitesi son yıllarda gündeme gelmiştir (Pena, 1995). Bir kişinin kalın bağırsağı günde belirli aralıklarla bünyesindeki içeriği komple boşaltabiliyorsa o kişi diğer zamanlarda dışkı kaçırmaz ve çamaşırı temiz kalır. Anorektal bölgesi normal olan bireylerin dışkı kaçırmaması ya da tam tersine perine travması geçirenlerin normal bir dışkılama fonksiyonu göstermesi kalın bağırsak

motilitesinin önemini ortaya koymaktadır (Bolat, 2006; Scratcherd, 1984; Tack ve Wood, 1992). Bu nedenle kalın bağırsak motilitesinin değerlendirilmesi için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Henüz ideal bir yöntem bulunamamasına rağmen tüm dünyada en sık baryumlu tanecikler veya radyonüklid madde ile kalın bağırsak boşalma zamanı (KBBZ) ölçümleri yapılmaktadır (Devroede, 2002; Prather, 2002). Ancak ciddi kalın bağırsak motilite bozukluklarının değerlendirilmesinde bu yöntemler yetersiz kalmaktadır. Manometri çalışmaları sindirim kanalının fonksiyonunu değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Sindirim kanalında fonksiyonları hakkında en az bilgiye sahip olunan bölge ise kalın bağırsaktır (Bassotti, Crowell, 1993; Demiroğulları ve ark., 2009). Kalın bağırsak fonksiyonunun direk olarak değerlendirilmesinde manometri çalışmaları daha avantajlıdır. Günümüzde kalın bağırsak manometrisi (KMN) fonksiyonel değerlendirmenin yanında hastalara uygulanacak tedavi yöntemlerini de belirlemek amacıyla giderek daha çok kullanılmaktadır (Bassotti, Crowell, 2002). Kalın bağırsağın normal kasılma özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir (Bassotti, Crowell, 2002).

**Tablo 1.** İnsan kalınbağırsağının kasılma özellikleri (Bassotti, Crowell, 2002).

Segmental aktivite
Tekli kasılmalar
Grup halinde kasılmalar
Ritmik
Aritmik
İlerleyici aktivite
Düşük genlikli ilerleyici kasılmalar
Yüksek genlikli ilerleyici kasılmalar

Bu kasılmalar gündüz, gece, sabah, akşam, uyanma ve beslenme gibi durumlara göre değişir. Kalınbağırsak fonksiyonlarının manometri ile değerlendirilmesi pankolonik veya segmenter olarak yapılabilir. Pankolonik manometri kalınbağırsak motor aktivitesi hakkında daha çok bilgi vermesi açısından daha değerlidir, ancak kateterin yerleştirilebilmesi için kolonoskopi yapılmasını gerektirir. Beslenme alışkanlıkları, stres, hareket ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan birçok ilaç GİS motilitesini etkiler (Tablo 2).



**Tablo 2.** İlaçlar ve GİS motilitesine etkileri. ( ↑, motilite artar; ↓, motilite azalır.)

İlaç	Mide	İnce barsak	Kolon	Etki mekanizması
Ach	↑	↑	↑	Muskarinik reseptör agonisti
Neostigmin	↑	↑	↑	Ach esteraz inhibitörü
Metoklopramid	↑	↑	↑	Dopamin antagonisti
Domperidon	↑	↑	YOK	Dopamin antagonisti
Makrolidler	↑	↑	?	Motilin reseptör agonisti
Löprolidasetat	?	↑	?	Progesteronu azaltır
Atropin	↓	↓	↓	Muskarinik antagonist
Sekoverin	?	↓	↓	Muskarinik antagonist
Papaverin	?	?	↓	Bilinmiyor
Kalsiyum ant.	↓	↓	↓	Kalsiyum kanal blokağı
Nitratlar	?	↓	↓	İntraselüler cGMP artışı
Nane şekeri	?	↓	↓	Bilinmiyor
Kolesistokinin ant.	?	?	?	Kolesistokinin reseptör blokağı

Barsak motilitesinin az olması konstipasyona neden olmaktadır. Konstipasyon tanısı olan hastaya özgü hemşirelik bakımını planlamak ve uygulamak, hemşirenin bağımsız rolleri arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra hemşire; hekim, diyetisyen, psikolog vb. diğer ekip üyeleri ile işbirliği içinde çalışarak bireyin normal bağırsak fonksiyonlarını sürdürmeyi ve sorun olduğunda bu fonksiyonları geri kazandırmayı amaçlamaktadır (Bolat, 2006; Turan, Aştı, & Kaya, 2017). Tedavisinde tıbbi tedavi olarak kullanılan ilaçlar bazen barsak motilitesinin düzenlenmesinde yeterli olmamaktadır. Barsak motilitesinin düzenlenmesinde Geleneksel Çin Tıbbı (GÇT) olan Akupunktur da kullanılmaktadır. Akupunkturun felsefesi Taocu felsefedeki Qi'nin dolaşımına dayanmaktadır. Bu felsefeye göre akupunktur noktaları beden üzerinde gözle görünemeyen 14 meridyen üzerinde yer almaktadır. Tüm hastalıklar Qi'nin meridyenler üzerinden serbestçe akamamasından oluşmaktadır. Ağrı, şişlik gibi belirtiler Qi'nin akımında sorun olduğunu göstermektedir. Akupunktur, metal iğnelerin derinin farklı noktalarına farklı derinlikte batırılması ile uygulanan GÇT tedavi yöntemidir. Akupunktur noktaları ya da aku noktaları, vücut yüzeyindeki çizgisel meridyenler ve kanallar üzerinde yerleşmişlerdir. Bu noktalar iğne, palpasyon, ultrason, ışık veya elektrik akımı ile uyarılmaktadırlar. Akupunktur tedavisi, bu noktaların etkilenmesine dayanmaktadır. Ancak akupunkturda hala standart bir tanımlama ve klinik yaklaşım yoktur. İğne teknikleri ve uyarı şekilleri, hastalara ve uygulayıcılarına göre oldukça değişkendir. Son 50 yılda Dünya'da pek çok ülkede, akupunktur teknikleri allerjik hastalıklar, barsak motilitesinin düzenlenmesi gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Akupunktur sayesinde akımdaki dengesizlik ve tıkanıklıklar ortadan kaldırılmaktadır (Tracey, 2002; Wang ve ark., 2003; Mori, Nishijo, Kawamura, Abo, 2002). Geçmişini oldukça eskilere uzanan akupunkturun günümüz modern tıbbında kullanımı ve saygınlığı giderek artmaktadır. Bu olgu sunumunda, hastanın barsak motilitesinin düzenlenmesinde akupunktur tedavisinden, hemşirelik yaklaşımlarından sağladığı yararları ve deneyimleri sunulmuştur.

### **MATERYAL VE METOT**

Barsak motilitesi giderek azalıp barsak kasılma hareketlerinin azalması nedeni ile barsak içeriğinin boşaltılamaması ya da çok uzun saatler zamanının büyük bir çoğunluğunu tuvalette ıkınarak geçiren birey tıbbi tedaviden yeterince yarar sağlayamadığı için akupunktur tedavisine başvurmuştur. Bu süreçte hemşirenin hastaya yaklaşımından ve akupunktur tedavisinden yarar gördüğünü ve barsak motilitesinin nasıl düzenlendiğini, deneyimlerini, yaşadığı sorunları, yaşadığı duygu ve düşünceleri, edinilen bilgilerin literatüre katkı sağlaması açısından yayınlanabileceği konusunda hastaya bilgi verilerek kendisinden sözlü ve yazılı onamı alınmıştır.

### **OLGU SUNUMU**

Hastanın kendi anlatımı ile barsak motilitesinin azlığı, kabızlık ve bakım gereksinimi deneyimleri, karşılaştığı sorunlar, problem çözme becerileri, iletişim ve ruhsal problemler: 20 yaşında, bekar, yaklaşık 5 yıldır barsak hareketleri gittikçe azalmış, tıbbi tedavi için ilaç kullanmış, ancak süreç gittikçe kötüye gitmiş, literatür araştırması ile akupunktur tedavisine başvurmuş. Akupunktur tedavisi ve hemşirelik yaklaşımlarından yarar gördüğünü belirten hasta.

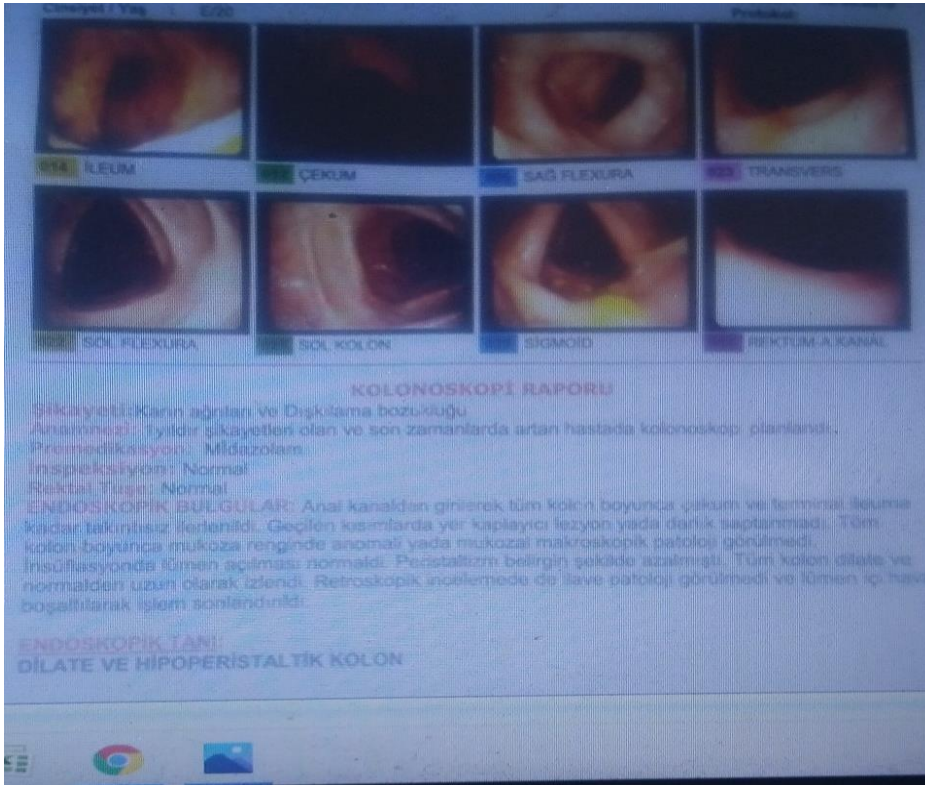
Hastanın ifadeleri: “Ben lisede okurken kabızlık sorunlarım başladı. Çünkü derslerim ağırdı, ders çalışmak için uzun saatler oturmak zorunda kalıyordum. Bu süreçte annem beslenmeme (lifli gıdalarla beslenme ve sıvı almama) dikkat ediyordu, ancak dışkılama hissi geldiğinde tuvalette uzun süre ıkınma ve boşaltım olamama sorunları devam etti. Ayrıca, karında dolgunluk hissi beni çok rahatsız ediyor, günlük yaşamımı olumsuz etkiliyordu, yaşam kalitem bozulmuştu. Annemle tıbbi tedavi almaya karara verdik. Hastaneye gittik, doktorlar bana spazmolitik, kabızlık giderici (müshil vs.) ilaçlar verdiler. Ayrıca, kefir gibi bağırsakları destekleyici içecekler ve besinler tüketmeye başladım. Başlangıçta ishal oldum, karnımdaki gerginlik ve doygunluk hissi azaldı ama kısa süre sonra etkisi azaldı. Aldığım tedaviler ve beslenme takviyeleri etkilemez olmaya başladı. Defalarca tıbbi tedavi için farklı doktorlara gittik, ama yararı olmadı. En son ameliyatla ilgili teknikler (bağırsakların çalışmayan bölümlerini çıkartmak gibi) okudum. Bana kolonoskopi çekildi (Şekil 1), doktorlar “ameliyatın beni rahatlatmayıp aksine yeni sorunlar yaratabileceğini, bu sorunla yaşamayı öğrenmeme gerektiğini” söylediler. Annemle literatür taramalarına başladık. Çalışmalar barsak motilitesi, ishal ve kabızlık sorunları olan bireylerin akupunktur tedavisinden yarar gördüklerini yazıyordu. Biz de akupunktur tedavisi için

başvurduk. Doktor bana “barsaklarda enerji akışı tıkanıklığı olduğunu” söyledi ve tedavi programı planladı. Başlangıçta 10 gün, günde 20 dakika her gün akupunktur iğneleriyle tedavi uygulandı. Bu tedavi beni inanılmaz rahatlattı, artık uzun saatler ıkınmama gerek kalmadığı gibi kolayca barsak boşaltımım gerçekleşmeye başladı. Bu süreçte beslenmeme de çok dikkat ettim, yaşam biçimim haline geldi. Asla hazır gıda ya da kabızlığa neden olabilecek kuru gıdalar tüketmiyorum, ev dışında yemek yemiyorum, bol sıvı tüketiyorum. Ancak tedaviyi bıraktınca barsak motilitesi yine azalmaya başlayınca haftada bir kez akupunktur tedavisine devam ettim, yaklaşık üç ay sonra tedaviyi sonlandırdık. Şu anda çok rahatım, beslenmeme, sıvı alımına ve günlük yaşamda hareketli olmaya dikkat ediyorum.”

**Tablo 2.** Olgu hakkında genel bilgiler

Olgu	Yaş	Cins	KMN Nedeni	KMN Şekli
1	20	E	Slow-transit kabızlık, Anorektal retansiyon,	Segmental

**Şekil 1.** Kolonoskopi



**Şekil 2.** Akupunktur tedavisi

## TARTIŞMA

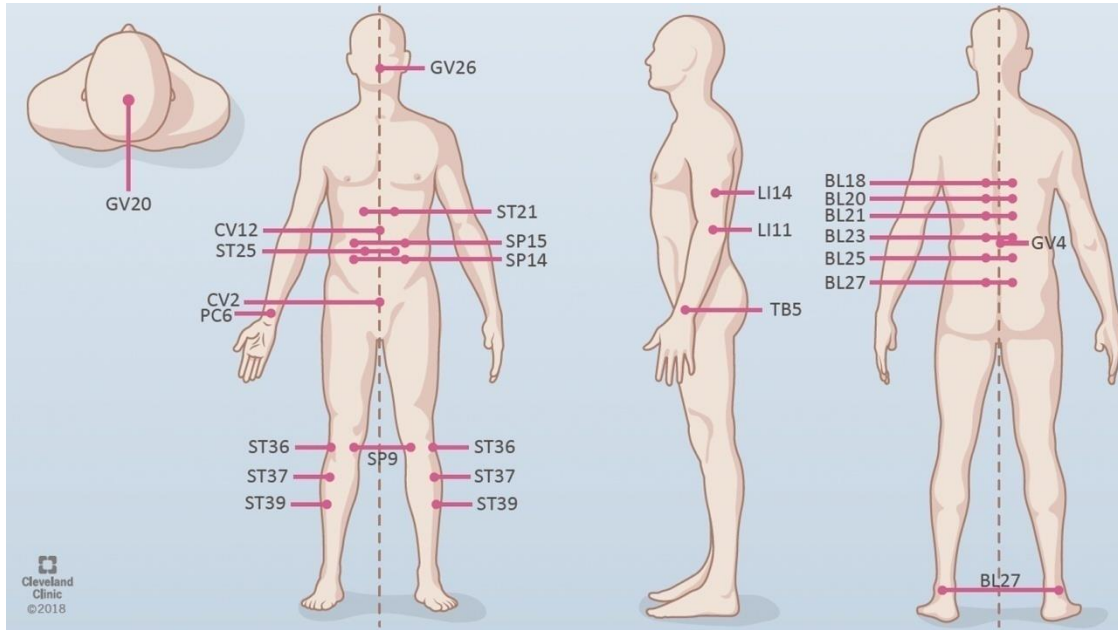
Dünya nüfusunun yüzde 11’inde irritabl barsak sendromu görülmektedir. Bu durum İBS’yi en sık görülen gastroenterolojik hastalıklar arasına sokmaktadır. İBS semptomları arasında abdominal ağrıyla birlikte önceden tahmin edilemez barsak alışkanları ve dışkıının sıklığı veya formunda meydana gelen değişiklikler bulunmaktadır (Spiller, 2016). İBS’li tüm hastalar tekrarlayan abdominal ağrılardan şikayetçiyken barsak alışkanlıkları da çeşitlidir: Hastaların üçte biri ağırlıklı olarak diyare geçirirken beşte biri ise ağırlıklı olarak kabızlıktan şikayetçidir. Hastaların yarısı ise düzensiz bir şekilde hem diyare hem de kabızlıktan şikayetçidir. Bu durumun kuşkusuz birçok sebebi vardır ve farklı tedavi yaklaşımlarını gerektirir. Bu olgudaki slow-transit kabızlık daha çok erişkin kadınlarda rastlanmasına karşın, son yıllarda çocukluk çağında da görüldüğü bildirilmiştir (Benninga, 1996). Bu durumun kalın bağırsağın yalnızca motilite değil emilim bozukluğundan da kaynaklandığı, hatta intestinal nöronal displaziye de kapsayan değişik alt grupları olduğu yönünde güçlü kanıtlar vardır (Southwell, King, Hutson, 2005). Zaten 2002 yılında ilk kez yapılan “Dünya Pediatrik Gastroenteroloji Kongresi” nde sindirim kanalı motilite bozuklukları yine gözden geçirilmiş ve yeniden sınıflandırılmıştır. Ayrıca bu motilite bozukluklarının daha iyi değerlendirilmesi ve ayırımının yapılabilmesi için manometri çalışmalarının önemi vurgulanmıştır (Milla ve ark., 2002). Bu olgu, yıllarca yalnızca kabızlık olarak nitelenen tedaviye dirençli fonksiyonel kalınbağırsak motilite bozukluklarının aslında hastanın yaşam kalitesini ne kadar bozduğunun çarpıcı bir örneğidir. Çocukluk çağındaki KMN çalışmaları oldukça azdır. Olgumuzda, kolonoskopi sırasında aşırı spazmla karşılaşılması, sonrasında ise çok sık aralıklarla

karın ağrısıyla birlikte bağırsak motilitesi olması dikkat çekmiştir. Ayrıca, genişlemiş rektosigmoid bölgenin çıkarılmasının ve yukarıdaki aşırı aktif kalın bağırsağın aşağıya indirilmesinin hastanın dışkı kontrolünü bozacağı, dışkı yakınmalarının daha da artacağı ortaya konulmuştur. Bu hastada tıbbi tedavi olarak verilen ilaçları kullanmış, ancak kabızlık şikayetleri ve tuvalette ıkınma süresi gittikçe artmış, bağırsak hareketleri gittikçe azalmıştır. Hastaya kolonoskopi yapılmış ve bağırsak genişlemesinin doğuştan olduğu ve bununla yaşaması gerektiği, beslenme, su tüketimi ve aktivitelerini artırması gerektiği söylenmiştir. İrritabl bağırsak sendromunun nedenleri ve etkili tedavi (leri) belirsiz kalmıştır. Bunun üzerine akupunktur tedavisine başlanmıştır.

Akupunktur; meridyen olarak tarif edilen çeşitli kanallar ile beden üzerinde karmaşık bir “network” sistemi oluşturan yaşam enerjisi yani “Qi” bozukluklarının tedavisi temeline dayanır. Enfeksiyonlar, travma, yetersiz beslenme, emosyonel stres ve herediter faktörler, Qi bozukluklarına yol açmaktadır. Akupunktur uygulamalarındaki kullanılan iğneler, altın, gümüş, bakır ve paslanmaz çelikten yapılır. Hastalığın ve kişinin özelliğine göre iğnenin türü seçilir. İğne ile akupunktur tedavisinde etkili olan en önemli unsur, iğnenin kendisi değil yeri ve özelliği belli olan, 3 boyutlu (eni, boyu ve derinliği olan), vücut yüzeyindeki giriş yerleri olan akupunktur noktalarıdır. Akupunktur noktaları (akupunktur noktaları), belirli organlara bağlanan, ilgili vücut işlevini düzenleyen ve vücutta akan hayati bir güç olan “qi” taşıyan kanallar olan meridyenler üzerindeki özel düğümlerdir (veya çıkışlar) (Ouyang, Chen, 2004). Meridyenlerdeki / kanallardaki “qi” akışı sabit olmadığında veya dengesiz olduğunda, organ disfonksiyonunun meydana geldiğine ve buna bağlı hastalığın ortaya çıktığına inanılmaktadır (Sirois, 2014). Kanal teorisine göre, akupunktur ilgili kanal boyunca “qi” akışını uyarır ve “qi” dengesizliğini normalleştirir, böylece ilgili organ işlevini geri yükler (Ouyang, Chen, 2004; Song, Fiocchi, & Achkar, 2019).

GI bozuklukları için akupunktur noktaları kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve akupunkturun birincil etki mekanizması olarak nöral modülasyon için anatomik kanıt sağlayan ana sinir demetlerini örttüğü gösterilmiştir (Şekil 3). Örneğin, mide akupunktur noktaları 36 ve 37, derin median sinirin üzerini örter. GI işlevi ile ilgili ana meridyenlerin ve akupunktur noktalarının bir özeti Tablo 3’de listelenmiştir (Lu, Needham, 1980; White, Ernst, 2004; Huang, 1996). Bu spesifik noktaların uyarılmasının, karın ağrısı, iltihaplanma, ishal, kabızlık, gaz, şişkinlik ve mide bulantısı dahil birçok GI semptomunu iyileştirdiği bildirilmiştir.

Şekil 3. Akupunktur Noktaları



**Tablo 3.** listelenen akupunktur noktalarının yerleri (Lu, Needham, 1980; White, Ernst, 2004; Huang, 1996)

Akupunktur noktası	Yer	Tedavi Edildiği Bildirilen GI Belirtileri
LI4 (Hegu)	İşaret parmağı ile başparmak arasında dokuma	İshal, kabızlık ve karın ağrısı
LI11 (Quchi)	LU5 ile humerusun lateral epikondilinin ortasındaki enine kübital kıvrımın lateral ucu	İshal, kabızlık ve karın ağrısı
ST36 (Zusanli)	1 parmak tibianın laterali, alt patellanın 3 cm altında	Enterit, karın ağrısı, mide bulantısı, gaz ve şişkinlik
ST37 (Shangjuxu)	Alt tahta patellanın 6 cm altında, tibianın ön sınırından 1 parmak genişliğinde lateral	İshal, dizanteri, borborygmus, karın ağrısı, şişkinlik, şişkinlik, kabızlık
ST39 (Xiajuxu)	Shangjuxu ST-37'den 3 cm aşağı, tibianın anterior krestinin 1 parmak genişliğinde lateral	Alt karın ağrısı, ishal
ST21 (liangmen)	Göbek deliğinin 4 cm yukarısı, orta çizginin 2 cm laterali	Midede ishal, ağrı ve yanma
ST25 (Tianshu)	Göbek deliğinin 2 cm lateralinde	Gaz, şişkinlik ve karın ağrısı, kabızlık
BL20 (Pishu)	GV6'ya göre 1,5 cm yanal, T11 ile aynı hizada	İştahsızlık, yorgunluk
BL21 (Weishu)	GV çizgisine 1,5 cm yandan, T12 ile aynı hizada	Reflü, rutubet, balgam, mide ekşimesi, mide ağrısı, dolgunluk
BL25 (Dachangshu)	GV3'e göre 1,5 cm yanal, L4 ile aynı hizada	Borborygmus, gaz, ishal, dışkıda kan, kabızlık
BL27 (Xiaochangshu)	GV çizgisine 1,5 cm yandan, 1. PSF ile aynı seviyede	İshal, dışkıda kan, kabızlık, gaz
BL18 (Ganshu)	1,5 cm yanal GV8, T9 ile seviye	Karın şişkinliği ve ağrı
BL23 (Shenshu)	1,5 cm yanal GV4, L2 ile seviye	İshal
BL60 (Kunlun)	Dış malleolün ucu ile Aşil tendonu arasındaki çöküntüde	Karın ağrısı, kabızlık
PC6 (Neiguan)	Palmaris longus tendonları ile fleksör karpi radialis arasındaki bilek kıvrımının 2 cm yukarısında	Mide ağrısı, reflü, bulantı, hıçkırık, kusma, anksiyete
CV12 (Zhongwan)	Göbek deliğinden 4 cm yukarıda, vücudun orta hattında	Mide bulantısı, mide ekşimesi, karın ağrısı

CV4 (Guanyuan)	Kasık sempatizinin 2 cm üzerinde	Dolgunluk, ishal
GV4 (Mingmen)	L2'nin altında	Hemoroid, dışkıda kan
GV20 (Baihui)	Orta hat ve kulakların üst kısmının buluşma noktası	Hemoroid
GV26 (Renzhong)	Burun ile üst dudak arasındaki mesafenin ilk üçte birinde	Koku kaybı
SP6 (Sanyingjiao)	Tibianın arka sınırında medial malleolün ucunun 3 cm üzerinde	Kolit, karın şişkinliği ve şişkinlik
SP4 (Gongsun)	Kırmızı ve beyaz cildin birleşim yerindeki 1. metatarsal kemiğin tabanından uzak ve aşağı bir depresyonda	Dolgunluk, epigastrik şişkinlik, karın veya göğüs ağrısı
SP9 (Yinlingquan)	Tibianın medial kondilinin arkasında ve arkasında depresyonda tibianın medial kondilinin alt sınırı	Karında şişkinlik ve ağrı, iştahsızlık
SP14 (Fuji)	Orta hattın 4 cm lateralinde, göbeğin 1,3 cm altında	Karın ağrısı
SP15 (Daheng)	Göbeğin 4 cm laterali	Kronik ishal, dışkıda mukus, kabızlık
LV3 (Tai chong)	1. ve 2. metatarsal kemiklerin birleşim yerinin distalindeki çöküntüde ayağın dorsumu	Mide bulantısı, kusma ve karın ağrısı
TB5 (Waiguan)	Elin dış tarafında bilek kıvrımının üzerinde 3 cm genişlik	Mide bulantısı ve kusma
Kısaltmalar: BL, mesane meridyeni; CV, gebe kalma kabı; GV, vali gemisi; LI, kalın bağırsak meridyeni; LV, karaciğer meridyeni; PC, perikardiyal meridyen; SP, dalak meridyeni; ST, mide meridyeni; TB, 3 brülörlü meridyen.		

Akupunkturdaki amaç, önce noktayı uyarmaktır. Bahsedilen uyarı iğne ile, lazer ile (lazer akupunktur), parmaklar (akupressür ve masaj) ile ve elektrik (elektro akupunktur) ile yapılabilir. Bu yöntemlerin hepsi, akupunkturistlerce tedavi edici olarak kabul edilmektedirler (Cheng, 1987). Akupunkturistler, deri üzerine batırdıkları iğneler ile bu bozulmuş olan enerji akım düzensizliği veya yetersizliğini iyileştirmeyi yani “Yin, Yang” dengesini sağlamayı amaçlarlar. Bu kuvvetlerden Yang sıcaklık ve motorik enerji türüne, Yin ise aktiviteyi durduran enerji türüne eşdeğerdir. Bir başka deyişle; Yang semptomimetik ve Yin ise parasempatometik sisteme karşılık gelir (Tracey, 2002). Akupunktur noktalarından kalkan uyarılar, sinir lifleri aracılığıyla beyne ulaşır ve orada değerlendirildikten sonra gerek refleks yoldan, gerek nörokimyasal yoldan, çeşitli mekanizmaları harekete geçirirler. Beyin, yaptığı değerlendirmeye göre gerekli yerlere emirler göndermekte ve istenen etki ortaya çıkar (Tracey, 2002; Kartal, Çalışkaner, & Şener, 2011).

Kalın Barsak 21 noktalı bir Yang meridyenidir. Enerji seviyesi yüksektir ve Yangming enerjisine sahiptir. Elin ikinci parmak ucundan, tırnak yatağından başlar göğüste sonlanır. Eldeki birinci noktası Metaldir (kuyu noktası), ikinci nokta (LI 2) Su, üçüncü nokta (LI 3) ise Ağaçtır. Yang meridyenlerinde dördüncü nokta Yuan noktasıdır. Dördüncü nokta akupunktorda en fazla tanınan üç noktadan birisidir. LI 4, ST 36 ve SP 6 en meşhur üç noktadır. LI 4 (Hegu) yüzeydeki ısıyı uzaklaştırır, dekonjestan etkilidir ve beş duyu organını da etkiler (burun dahil). Yüz ve baş bölgesi rahatsızlıklarının çoğunda, boğaz ve boyundaki akut inflamasyonlarda etkindir (Çevik, 2015).

Hastaya, başlangıçta 10 gün, günde 20 dakika her gün akupunktur iğneleriyle tedavi uygulandı. Bu tedavi hastayı inanılmaz rahatlattı, artık uzun saatler ıkmaya gerek kalmadan kolaylıkla barsak boşaltımı gerçekleşmeye başladı. Bu süreçte beslenmeye de çok dikkat edildi, yaşam biçimi haline geldi. Ancak tedaviyi bıraktınca barsak motilitesi yine azalmaya başlayınca haftada bir kez akupunktur tedavisine devam edildi, yaklaşık üç ay sonra tedavi sonlandırıldı. Şu anda normal barsak boşaltım alışkanlıkları devam etmekte ve hastanın yaşam kalitesi düzeldi. Akupunkturun yukarıda bahsedildiği üzere, bağırsak hareketleri üzerinde etkili olarak kalın bağırsak düzenleyici rolü olduğu öne sürülebilir.

### **Barsak genişlemesi ve Konstipasyon Sorunu Olan Bireyin Hemşirelik Bakımı**

1. Hemşirelik tanılması; hastayı tanılama; veri toplama, verileri yorumlama ve düzenleme, verileri organize etme ve değerlendirme aktivitelerini içermektedir (Terzi, Kaya, 2011; Kaya, 2013). Konstipasyon tanılması; hastanın özgeçmiş ve hemşirelik öyküsünün alınmasını, abdominal bölgenin fizik muayenesi ve dışkı özelliklerinin incelenmesini, tanıya yardımcı radyolojik ve laboratuvar testlerinin değerlendirilmesini kapsamaktadır (Kaya, 2012; Turan ve ark.i 2011; Turan, Aştı, 2016; Korkmaz, Yüksel, Ünlüalacak, Ünlüoğlu, 2011). Hemşire, konstipasyon ile ilişkili sorunları gidermeye çalışırken, konstipasyonu etkileyen faktörleri ve nedenlerini araştırmalıdır. Bu kapsamda hemşire; hastanın önceki bağırsak boşaltım alışkanlıklarını tanılamalı, bağırsak seslerini dinlemeli, distansiyon yönünden abdomeni palpe etmeli ve bazı tanılama araçlarını kullanarak tanılama yapmalıdır (Ling, 1999). Ayrıca hemşire hastayı sürekli izlemeli ve dışkı içeriğini, yoğunluğunu kayıt etmelidir. Hastanın aldığı çıkardığı sıvı takibi düzenli yapılarak yetersiz sıvı alımının dışkıyı sertleştirerek konstipasyona neden olabileceği unutulmamalıdır (Ralph, Taylor, 2011).

2. Hemşirelik tanısı Hemşirelik sürecinin tüm aşamaları aynı öneme sahip olmasına karşın hemşirelik tanıları, ilk sınıflandırılan aşama ve hemşirelik sürecinde temel bir öge olması özelliği ile dikkate alınması gerekli konulardan biri olmalıdır (Kaya, 2013). Hastaya özgü veriler toplanarak gruplandırılır, yorumlanır ve “konstipasyon, bağırsak boşaltımında zorlanma” hemşirelik tanısı konur.

Tanımlayıcı Özellikler: • Sert/ katı ve şekilli gaita • Defekasyonun haftada üç kezden daha az olması, • Uzun sürede ve güç defekasyon, • Bağırsak seslerinde azalma, • Hastanın rektal dolgunluk hissini ifade etmesi, • Defekasyon sırasında ağrı ve zorlanma, • Fekal tıkaç (fekal impaction) palpasyonu, • Yetersiz dışkılama hissi (Erdemir, 2012; Kaya, 2011).

İlişkili Faktörler: • uzun süreli oturarak çalışma ile ilişkili gastrointestinal hareketlerde azalma, hareketsizlik ve yaşam tarzında değişim, • dolgunluk hissi nedeni ile düşük kalori alımı, • Kullanılan ilaçlar (antispazmatikler, kalsiyum kanal blokerleri, sempatomimetikler ), • Beslenme alışkanlığı ve



şeklinde değişim, • Sıvı ve lif eksikliği, • Dışkı içeriği ve yoğunluğu (Mostafa, Bhandari, Ritchie, Gratton, Wenstone, 2003).

3. Sonuç belirleme/hedef Veri toplama ve hemşirelik tanılarının formüle edilmesi hemşirelik sürecinin sonuç belirleme/hedef aşamasını başlatmaktadır. Bu aşamada hasta merkezli amaçlar oluşturulur ve hemşirenin karar verme ve sorun çözme yeteneğini kullanması oldukça önemlidir. Sonuç belirleme bakımın bireye özgü olmasını, sağlık bakımına gereksinimi olan bireyin bakıma katılımını ve bakımın gerçekçi ve ölçülebilir olarak planlanmasını sağlamaktadır. Sonuç belirleme/hedef aşamasında “önceliklerin belirlenmesi”, “kısa/uzun vadeli beklenen sonuçların belirlenmesi” etkinlikleri gerçekleştirilir (Kaya, 2013). Uzun süre kabızlığa, defekasyon tutma ve az aktiviteye bağlı bağırsak genişlemesi olan hastanın, yaşam aktiviteleri ile ilişkili olarak belirlenen hemşirelik sorunlarını gidermede aşağıdaki hedefler doğrultusunda planlama yapılmalıdır. Ayrıca tanılama verilerine dayanarak oluşturulan hemşirelik tanılarında ve girişimlerinde bireye özgü değişimler göz önüne alınmalıdır (Kaya, 2004; Kaya, 2003).

Bu hedefler; • Hastanın bu dönemde, bağırsak boşaltımını gerçekleştirmesini sağlamak, • Hastanın normal sıklıkta ve kıvamda defekasyon yapabilmesini sağlamak, • Hastanın yeterli sıvı alımını ve lifli gıdalardan zengin beslenmesini sağlamak, • Hastanın konstipasyon ve semptomlarını gidermek, • Hastanın laksatif/ lavman ya da supozituvaya gereksinimini azaltmak, • Hastanın abdominal kaslarını güçlendirecek egzersizleri düzenli yapabilmesini sağlamak, • Hastanın hareket aktivitelerini artırmaktır.

4. Planlama Planlama aşamasında konstipasyon ve barsak hareketlerinin düzelmesini sağlama hemşirelik tanısına yönelik girişimlere karar verilmektedir. Hastaya uygun hemşirelik girişimlerinin seçiminde, sorunun etiyojisi ve beklenen sonuç dikkate alınmalıdır. Sağlık bakımına gereksinimi olan hastanın bakım aktivitelerini yönetmek, bakımın sürekliliğini sağlamak, gereksinimlerini düzenlemek ve odaklanmak, özel aktivitelerin gerçekleştirilmesini sağlamak hemşirelik girişimlerinin planlanması aşamasının amaçlarıdır (Kaya, 2013). Hemşirelik Girişimleri: • Konstipasyona ve bağırsak genişlemesine neden olan risk faktörleri değerlendirilir. • Hastanın normal bağırsak boşaltımı alışkanlığı değerlendirilir. • Bağırsak sesleri dinlenir. • Kilo ve boyuna göre sıvı alımı artırılır. • Diyetisyenle işbirliği içinde beslenme programı hazırlanır. • Lifli gıdalar alması sağlanır. • Sıvı alımı konusunda hasta cesaretlendirilir. • Kullanılan ilaçların gastrointestinal sisteme yan etkileri değerlendirilir. • Hastanın bağırsak boşaltımı için düzenli bir zaman (her gün aynı saat) ayırması konusunda bilgi verilir. • Abdominal bölgeye masaj yapılır. • Lavman ve hacim genişletici olmayan laksatifleri sık kullanmanın tehlikeleri açıklanır. • Hastanın düzenli egzersiz yapması sağlanır (Erdemir, 2012; Bulechek, Butcher, 2008; Carpenito, 2009). • Hastaya konstipasyon gelişiminin kendisi için ilave

sağlık sorunlarına neden olabileceği açıklanır ve bunu önlemeye yönelik yapılacak uygulamalarda hemşire ile işbirliği yapması gerektiği belirtilir (Kaya, 2013).

5. Uygulama Uygulama aşaması, bakım planında belirlenen amaçlara ulaşabilmek için bakım planının uygulamaya konmasıdır. Uygulamaya geçmeden önce hastanın yeniden değerlendirilmesi, hastanın durumunda veya hemşirelik tanısında değişiklikler olduysa hemşirelik girişimlerinde değişiklikler yapılması gerekmektedir. Öncelikler belirlendikten sonra planlanan hemşirelik girişimleri uygulanmaktadır (Kaya, 2013; Kaya, 2004). Uygulama aşamasında hasta, uygulanacak girişimler ile ilgili bilgilendirilerek gerekli izin alınmalı, hedefler ve planlanan girişimler gözden geçirilmeli, hastanın gizliliğine özen gösterilmeli, uygulama yöntemleri gözden geçirilmeli, öncelikler belirlenmeli, farmakolojik (laksatifler, lavmanlar, suppozituarlar ve cerrahi girişim) ve nonfarmakolojik (egzersiz, sıvı alımını arttırma, lifli beslenme/lif alımını arttırma, abdominal masaj, biofeedback, akupunktur, refleksology) yöntemlerden planlanan girişimler uygulanmalı ve hastanın uygulamaya verdiği yanıtlar değerlendirilmeli ve kayıt edilmelidir (Turan, Aştı, 2016; Kaya, 2013; Turan, Aştı, 2017).

6. Değerlendirme: Değerlendirme hem bir son hem de bir başlangıçtır (Kaya, 2013). Değerlendirme, hastanın durumundaki değişikliklerin, gelişmelerin ve komplikasyonların belirlenebilmesine yardımcı olmaktadır. Değerlendirme, beklenen sonuç/hedeflere göre gerçekleştirilmektedir. Değerlendirmede hem belirlenen sorunlar hem de gelişebilecek riskler dikkate alınmalıdır. Planlanan girişimlerin uygulanması sonucunda belirlenen hedeflere ulaşıp ulaşılmadığı değerlendirilmektedir (Kaya, 2013).

Hasta bu süreçte kendisine uygulanan terapilerden ve hemşirelik yaklaşımlarından yarar gördüğü ve yaşam kalitesine katkısı olduğu söylenebilir.

## SONUÇ

Henüz akupunkturun etki mekanizması tam olarak açıklanamasa da, akupunktur alanında yapılan araştırma sayısı da her geçen gün hızla artmaktadır. Yukarıda sunduğumuz olgu verilerinden yola çıkarak, bağırsak motilitesi az olan hastalarda akupunktur uygulamasının, tek başına değil de konvansiyonel tedaviye eklenmesinin daha uygun olacağını öne sürebiliriz. Bir başka deyişle; akupunkturun, bağırsak motilitesi bozukluklarının tedavisinde, “alternatif” değil, “tamamlayıcı” bir tedavi yöntemi olduğu söylenebilir. Hastanın bağırsak alışkanlıkları düzelmiş, yaşam kalitesi iyileşmiştir. Ayrıca, bu süreçte hemşirelik bakımının önemli olduğu açıktır.

**Etik Komite Onayı:** Çalışmamız olgu sunumu olduğu için etik kurul onayı gerekmemektedir.

Hastadan sözlü ve yazılı onam alınmıştır.

**Katki****Fikir/Kavram:** Fatma Birgili, Nezihe Bulut Uğurlu; **Tasarım:** Fatma Birgili, Nezihe Bulut Uğurlu;**Analiz ve/veya Yorum:** Fatma Birgili, Nezihe Bulut Uğurlu; **Kaynak Taraması:** Fatma Birgili,Nezihe Bulut Uğurlu; **Makalenin Yazımı:** Fatma Birgili, Nezihe Bulut Uğurlu**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.**Teşekkür:**Bağırsak dilatasyonu olan hastanın tedavisi ve bakımı sürecinde yaşadığı sıkıntılar, tıbbi ve akupunktur tedavisi, hemşirelik bakımı, yaşadığı sorunları çözme yöntemleri ve deneyimi ile ilgili değerli duygu ve düşüncelerini paylaşan hastamıza katkılarından dolayı çok teşekkür ederiz.**KAYNAKLAR**

1. Bassotti, G., Crowell, M. D., & Whitehead, W. E. (1993). Contractile activity of the human colon: lessons from 24 hour studies. *Gut*, 34(1), 129-133. doi:10.1136/gut.34.1.129
2. Bassotti, G., Crowell, M. D: Manometry, in Schuster, M. M., Crowll, M. D., Koch, K. L(eds): *Gastrointestinal Motility*, Canada, BC Decker Inc 2002, p:241
3. Benninga, M. A., Büller, H. A., Tytgat, G. N. J., Akkermans, L. M. A., Bossuyt, P. M., & Taminiu, J. A. J. M. (1996). Colonic transit time in constipated children: does pediatric slow-transit constipation exist?. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 23(3), 241-251.
4. Bolat, E. (2006). Konstipasyonlu hastaya yaklaşım. *Güncel Gastroenteroloji*, 10(1):116-9.
5. Carpenito, L. J. (2009). *Handbook of nursing diagnosis*. 13th. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; p.104-111.
6. Demiroğulları, B., Sarı, S., Eğritaş, Ö., Karakuş, S. C., Özen, İ. O., Dalgıç, B., ... & Başaklar, A. (2009). Kalın bağırsak manometrisi: Türkiye'den ilk deneyim ve sonuçlar. *Çocuk Cerrahisi Dergisi*, 23(1), 24-29.
7. Devroede, G. (2002). Radiopaque markers and transit, in Schuster, M. M., Crowll, M. D., Koch, K. L. (eds): *Gastrointestinal Motility*, Canada, BC Decker Inc, p: 265.
8. Çevik, C. (2015). Akupunkturla tedavide yeni yaklaşımlar. *Ankara Akupunktur ve Tamamlayıcı Tıp Dergisi*. 3(1): 31-38.
9. Erdemir, F. (2012). Hemşirelik tanıları el kitabı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; p.221-227.
10. Ekmekçi, P. E. (2018). 3000 Yıl Öncesinden Günümüze Geleneksel Çin Tıbbı; Tarihi, Bugünü ve Geleceği. *Tradit Complem Med*, 2018;1(3):132-40. doi: 10.5336/jtracom.2018-63049
11. Huang, K. C. (1996). *Acupuncture: the past and the present*. New York: Vantage Press.
12. Kartal, Ö., Çalışkaner, Z., & Şener, O. (2011). Astım ve allerjik hastalıklarda akupunktur tedavisi. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 10(1), 107-14.
13. Kaya, N. (2003). Yoğun bakım ünitesinde hastanın taburcu edilmesinin planlanması ve uygulanması. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, 7(2):109-115.
14. Kaya, H. (2004). Yoğun bakım ünitesinde yatan spinal kord yaralanmalı hastaların hemşirelik bakımı. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, 8(1):32-37.
15. Kaya, H. (2012). Bağırsak boşaltımı. In: Aştı TA, Karadağ A. editör. *Hemşirelik Esasları Hemşirelik Bilimi ve Sanatı*. İstanbul: Akademi Basım ve Yayıncılık; p.941-969.
16. Kaya, H. (2011). Bağırsak boşaltımı ve gastrik entübasyon. In: Aştı TA, Karadağ A. editör. *Klinik Uygulama Becerileri ve Yöntemleri*. Adana: Nobel Kitabevi; p.1116-1145.
17. Kaya, N. (2013). Hemşirelik süreci. In: Durna Z. editör. *İç Hastalıkları Hemşireliği*. İstanbul: Akademi Basım ve Yayıncılık; p.45-78.
18. Korkmaz, M. (2011). Kabızlık yakınması olan hastanın birinci basamakta yönetimi. *Konuralp Tıp Dergisi*, 3(3), 35-41.
19. Ling, J. (1999). Constipation, patients and lifestyles. *European Journal of Pain*, 3, 17-22. doi:1016/S1090- 3801(99)90171-4

20. Milla, P., Cucchiara, S., DiLorenzo, C., Rivera, N. M., Rudolph, C., & Tomomasa, T. (2002). Motility disorders in childhood: working group report of the First World Congress of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 35, S187-S195.
21. Mori, H., Nishijo, K., Kawamura, H., & Abo, T. (2002). Unique immunomodulation by electroacupuncture in humans possibly via stimulation of the autonomic nervous system. *Neuroscience Letters*, 320(1-2), 21-24.
22. Mostafa, S. M., Bhandari, S., Ritchie, G., Gratton, N., & Wenstone, R. (2003). Constipation and its implications in the critically ill patient. *British journal of anaesthesia*, 91(6), 815-819.
23. Ouyang, H., & Chen, J. D. Z. (2004). Therapeutic roles of acupuncture in functional gastrointestinal disorders. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 20(8), 831-841.
24. Pena, A. (1995). Anorectal malformations. *Journal of the Japanese Society of Pediatric Surgeons*, 31(5), 718-731.
25. Ralph, S. S., Taylor, C.M. (2011). Nursing diagnosis pocket guide. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; p.72-73.
26. Scratcherd, T., & Grundy, D. (1984). The physiology of intestinal motility and secretion. *British journal of anaesthesia*, 56(1), 3-18.
27. Sirois, F. M. (2014). Health-related self-perceptions over time and provider-based Complementary and Alternative Medicine (CAM) use in people with inflammatory bowel disease or arthritis. *Complementary therapies in medicine*, 22(4), 701-709.
28. Song, G., Fiocchi, C., & Achkar, J. P. (2019). Acupuncture in inflammatory bowel disease. *Inflammatory Bowel Diseases*, 25(7), 1129-1139.
29. Southwell, B. R., King, S. K., & Hutson, J. M. (2005). Chronic constipation in children: organic disorders are a major cause. *Journal of paediatrics and child health*, 41(1-2), 1-15.
30. Spiller, R. (2016). İrritabl Barsak Sendromu'nda (İBS) yapılan hatalar ve bunları önleme yolları. *İçerik*, 16-31.
31. Tack, J. F., & Wood, J. D. (1992). Actions of noradrenaline on myenteric neurons in the guinea pig gastric antrum. *Journal of the autonomic nervous system*, 41(1-2), 67-77.
32. Terzi, B., Kaya, N. (2011). Yoğun bakım hastasında hemşirelik bakımı. *Yoğun Bakım Dergisi*, 1:21-25. doi:10.5152/ dcbabd.2011.05.
33. Tracey, K. J. (2002). The inflammatory reflex. *Nature*, 420(6917), 853-859.
34. Turan, N., & Atabek Aştı, T. (2016). The effect of abdominal massage on constipation and quality of life. *Gastroenterology Nursing*, 39(1), 48-59.
35. Turan, N., Aştı, T. A., & Kaya, N. (2017). Nöroşirürji yoğun bakım ünitesinde yatan hastalarda konstipasyon ve hemşirelik bakımı. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 14(1), 73-8.
36. Wang, H., Yu, M., Ochani, M., Amella, C. A., Tanovic, M., Susarla, S., ... & Tracey, K. J. (2003). Nicotinic acetylcholine receptor  $\alpha 7$  subunit is an essential regulator of inflammation. *Nature*, 421(6921), 384-388.; 421: 384-388.

## HEATING TEMPERATURE AT SHORT-TERM EXPOSURE AFFECTED WATER REPELLNCY AND STABILITY OF AGGREGATES IN EUCALYPTUS FOREST SOILS

**HTM PERERA**

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Sri Lanka

**DAL LEELAMANIE**

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Sri Lanka

### ABSTRACT

Plant species such as Eucalyptus are particularly vulnerable to wildfires owing to the waxynature of their plant debris. The soils under these plants are generally water repellent. While itis widely accepted that the heat generated by wildfires changes soil properties, its impacts onstability of aggregates are yet to be explored in detail. Therefore, this study aimed todetermine the effects of heating temperature at short-term exposure, that represent shortduration burning conditions, on water repellncy and stability of aggregates in eucalyptusforest soils through the soil profile. Water repellent aggregates (diameter: 3-5mm) collectedfrom four different depths (0-5, 5-10, 10-15, 15-20 cm) were heated up to three differentheating temperatures (150, 200, 250 °C) under slow rate burning (200 °C/ h) with a 30 minexposure time. The % water stability of aggregates (%WSA) and the water repellency (WR)of aggregates were measured using wet sieving apparatus and Molarity of an ethanol droplettest (Contact angle), respectively, and compared with that of non-heated aggregates. Afterheating, % WSA at all four depths increased by 1.3–7.3% compared that of non-heated. Theincrement percentage decreased with increasing depth and increasing temperature. Aggregatesat 15-20 cm layer under 250°C showed the lowest %WSA (89.59%). Only the aggregatesfrom 0-5 and 5-10 cm layers showed WR initially and after heating. WR decreased with theincreasing temperature and increasing depth with a strong linear relationship ( $R^2 = 0.856-0.895$ ). At 250 °C, WR disappeared completely in all four depths. Under slow rate and shortduration burning, %WSA of water-repellant aggregates increased but that incrementdecreased with the depth and with the increasing temperature. Further evaluations arenecessary to find the effects of different heating durations and overall applications onerodibility.

**Keywords:** Slow rate burning, Heating temperature, Water repellency, Water stability of aggregates

**COVID 19 HASTALIĞI İLE İLİŞKİLİ GENETİK VARYANTLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Öğr.Gör.Dr. Gözde ÖZTAN  
ORCID NO:0000-0002-2970-1834

Istanbul University, Istanbul Faculty of Medicine, Department of Medical Biology

**ÖZET**

Yeni koronavirüs (SARS-CoV-2), anjiyotensin dönüştürücü enzim 2 (ACE2) reseptörü ile bağlanarak hücrelere girer. Bu bağlanma, bir insan enzimi olan tip 2 transmembran serin proteaz (TMPRSS2) aktivitesi ile kolaylaştırılır. ACE2 genindeki proteinlerin yapısını ve ACE2 reseptör ekspresyon oranını değiştiren SNP'lerin, COVID-19'a duyarlılık ve şiddeti üzerinde bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir. IFITM3 proteininin fonksiyonunu ve ekspresyon seviyesini etkileyen polimorfizmler ise, IFITM3 proteininin antiviral kapasitesinde önemli bir rol oynar. Çalışmada, COVID-19 DisGeNET data collection üzerinden COVID-19 ile ilişkili genler ve genetik varyantların belirlenmesi amaçlanmıştır. DisGeNET, insan hastalıklarıyla ilişkili en büyük halka açık gen koleksiyonlarını ve varyantlarını içeren bir buluş platformudur. Bunun için DisGeNET veritabanı üzerinden elde edilen verilerden patojenik ve benign olan tek nükleotid varyantlar (SNV) ile COVID-19 ile ilişkili risk faktörü ve ilaç yanıtına yönelik SNV'ler ortaya konulmuştur.

NPC1 geninde rs377515417 c.1552C>T(p.Arg518Trp) ve rs483352886 c.1553G>A(p.Arg518Gln) ile HBB geninde rs334 c.[20A>T;364G>A] patojenik missense SNV'ler, IFITM3 genindeki rs12252 c.42T>C (p.Ser14=) sinonim SNV ise bir risk faktörüdür. COMT geninde rs4680c.472G>A(p.Val158Met) missense SNV ile ACE genindeki rs1799752 c.2306-105\_2306-104insTTTTTTTTTTGAGACGGAGTCTCGCTCTGTCGCCCATACAGTCACTTTT intron varyant, ilaç cevabıyla ilişkili bulunmuştur. GC geninde rs7041 c.1296T>G(p.Asp432Glu) ve rs4588 c.1307C>A (p.Thr436Lys), ABO geninde rs8176747 c.803G>C(p.Gly268Ala), DPP4 geninde rs1129599 c.1310G>C (p.Ser437Thr), IFIH1 geninde rs1990760 c.2836G>A(p.Ala946Thr) ve ACE geninde rs4646116 c.77A>G (p.Lys26Arg) benign missense SNV'ler belirlenmiştir. Sonuç olarak; belirli genlerdeki tek nükleotid polimorfizmleri (SNP'ler) gibi genetik faktörlerin hastalık insidansı ve ciddiyetindeki varyasyon üzerindeki etkisinin belirlenmesi COVID-19 patogenezinin aydınlatılmasında yol gösterici olacaktır. NPC1, HBB, IFITM3, COMT, ACE, GC, ABO ve IFIH1 genlerindeki SNP'ler, COVID-19 insidansı ve ciddiyeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Bu varyantları tespit etmek için COVID-19 hastalarında genetik analiz yapılması, COVID19'un evrenlenmesi, prognozu ve terapötik izlenmesine yönelik risk sınıflandırmasına yardımcı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** COVID-19, genetik varyantlar, SARS-CoV-2, polimorfizm

**EVALUATION OF GENETIC VARIANTS RELATED TO COVID 19 DISEASE****ABSTRACT**

Novel coronavirus (SARS-CoV2) enters the cells by binding with angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) receptor. This binding is facilitated by the activity of a human enzyme, type2 transmembrane serine protease (TMPRSS2). It is thought that SNPs that alter the structure of proteins in the ACE2 gene and the rate of ACE2 receptor expression may have an impact on the sensitivity and severity of COVID-19. Polymorphisms that affect the function and expression level of the IFITM3 protein play an important role in the antiviral capacity of the IFITM3 protein.

In the study, it was aimed to determine the genes and genetic variants associated with COVID-19 through the COVID-19 DisGeNET data collection. For this, pathogenic and benign single nucleotide variants (SNVs) and SNVs for risk factor and drug responses associated with COVID-19 were revealed from the data obtained through the DisGeNET database.

rs377515417 c.1552C>T(p.Arg518Trp) and rs483352886 c.1553G>A(p.Arg518Gln) in NPC1 gene and rs334 c.[20A>T;364G>A]pathogenic missense SNVs in HBB gene and rs12252 c.42T>C (p.Ser14=)synonymousSNVs inIFITM3 gene are a risk factor.Thers4680

c.472G>A(p.Val158Met)missense SNV in COMT gene and the rs1799752 c.2306-105\_2306-104insTTTTTTTTTTGAGACGGAGTCTCGCTCTGTGCGCCCATACAGTCACTTTTintrons variant in ACE gene were found to be associated with drug response.

Benign missense SNVs were determined rs7041 c.1296T>G(p.Asp432Glu) and rs4588 c.1307C>A(p.Thr436Lys) in GC gene, rs8176747 c.803G>C (p.Gly268Ala) in ABO gene,rs1129599 c.1310G>C(p.Ser437Thr) in DPP4 gene,rs1990760 c.2836G>A(p.Ala946Thr) in IFIH1 gene, and rs4646116 c.77A>G(p.Lys26Arg) in ACE gene.

As a result; Determining the effect of genetic factors such as SNPs in specific genes on variation in disease incidence and severity will be a guide in elucidating the pathogenesis of COVID-19. SNPs in theNPC1,HBB,IFITM3,COMT,ACE,GC,ABO and IFIH1 genes can have a significant impact on the incidence and severity of COVID-19. Genetic analysis in COVID-19 patients to detect these variants can help with risk stratification for staging, prognosis and therapeutic monitoring of COVID-19.

**Keywords:** COVID-19, genetic variants, SARS-CoV-2, polymorphism

**MARGARİN VE TEREYAĞLARDA MALONDİALDEHİT (MDA)  
BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN *İN VİTRO* SİNDİRİM MODELİ KULLANILARAK  
ARAŞTIRILMASI**

**Şeyma İremnur ÖZDEMİR**

**ORCID NO:0000-0002-6151-9098**

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Doç. Dr. Jale ÇATAK**

**ORCID NO:0000-0002-2718-0967**

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Doç. Dr. Mustafa YAMAN**

**ORCID NO:0000-0001-9692-0204**

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Öğr.Gör.Halime UĞUR**

**ORCID NO:0000-0002-2932-4215**

Kütahya Health Sciences University, Faculty of Health Sciences

**Arş. Gör.Ömer Faruk MIZRAK**

**ORCID NO:0000-0002-0389-5626**

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

**Arş. Gör.Esra YILDIRIM SERVİ**

**ORCID NO:0000-0001-5094-5828**

İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Health Sciences

## ÖZET

Malondialdehit (MDA) çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna yol açan ve bu nedenle oksidatif strese sebep olan ana zincir reaksiyonlarının parçalanma ürünüdür. Lipit yıkımının son ürünü olan MDA oldukça zararlı bir bileşik olup hücre membranı iyon geçişlerinin zarar görmesine sebep olabilir. Bu çalışmanın amacı, çeşitli margarınlerde ve tereyağlarındaki MDA miktarlarının tespit edilmesi ve *in vitro* biyoerişilebilirliğinin incelenmesidir. Çalışmada 4 farklı margarın ve 4 farklı tereyağı örneği İstanbul' daki marketlerden temin edilmiştir. Örneklerdeki MDA miktarları HPLC yöntemi ile belirlenmiştir. Başlangıçta, margarın örneklerindeki MDA miktarları 20 – 568 µg/100 g aralığında bulunurken, tereyağı örneklerindeki MDA miktarları 13 – 40 µg/100 g aralığında tespit edilmiştir. Sindirim öncesi en yüksek MDA miktarı 2 numaralı margarın örneğinde (568 µg/100 g) iken en düşük MDA mikarı 7 numaralı örneğimiz olan tereyağında görülmüştür (13 µg/100 g). Sindirim sonrası MDA miktarları incelediğinde ise, margarınlerde 80 – 518 µg/100 g aralığında, tereyağlarında ise 36 – 64 µg/100 g aralığındadır. Sindirim sonucunda en yüksek MDA miktarı yine 2 numaralı margarın örneğimizde (518 µg/100 g), en düşük MDA miktarı ise 8 numaralı örneğimiz olan tereyağında tespit edilmiştir (36 µg/100 g). Biyoerişilebilirlik sonuçlarına bakıldığında, en yüksek biyoerişilebilirlik oranı %377 ile 5 numaralı tereyağı örneğimizde, en düşük biyoerişilebilirlik oranı ise %19 ile 4 numaralı margarın örneğinde bulunmuştur. Tereyağlarında MDA biyoerişilebilirlikleri, margarınlerden çok daha yüksek bulunmuştur. Ancak, margarınlerin sindirim sonrası MDA içerikleri tereyağlarından ortalama 6 kat daha fazladır.



Sonuç olarak, margarinlerdeki ve tereyağlarındaki MDA içerikleri kıyaslandığında, margarinlerin MDA içerikleri önemli derecede yüksek bulunduğundan, margarin tüketiminin kısıtlanması ve margarin yerine tereyağı kullanımı tercih edilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:**Margarin, Tereyağı, Malondialdehit, Biyoerişilebilirlik

### INVESTIGATION OF MALONDIALDEHYDE (MDA) BIOACCESSIBILITY IN MARGARINE AND BUTTER USING *IN VITRO* DIGESTION MODEL

#### ABSTRACT

Malondialdehyde (MDA) is the breakdown product of the main chain reactions that cause the oxidation of polyunsaturated fatty acids and therefore cause oxidative stress. MDA, the end product of lipid destruction, is a highly harmful compound and can cause damage to cell membrane ion transitions. The aim of this study is to determine the amount of MDA in various margarine and butter and to examine their *in vitro* bioaccessibility. In the study, 4 different margarine and 4 different butter samples were obtained from markets in Istanbul. The amounts of MDA in the samples were determined by the HPLC method. Initially, MDA amounts in margarine samples were in the range of 20 – 568 µg/100 g, while MDA amounts in butter samples were found in the range of 13 – 40 µg/100 g. Before digestion, the highest amount of MDA was observed in margarine sample 2 (568 µg/100 g), while the lowest MDA amount was observed in butter, sample 7 (13 µg/100 g). When the amount of MDA after digestion is examined, it is in the range of 80 – 518 µg/100 g in margarine and 36 – 64 µg/100 g in butter. As a result of digestion, the highest amount of MDA was found in margarine sample 2 (518 µg/100 g) and the lowest amount of MDA in sample 8 (36 µg/100 g). According to the bioaccessibility results, the highest bioaccessibility rate was found in butter (sample 5) with 377%, and the lowest bioaccessibility rate was found in margarine (sample 4) with 19%. MDA bioaccessibility was found to be much higher in butter than margarine. However, the post-digestion MDA content of margarine is on average 6 times higher than butter. In conclusion, when the MDA contents of margarine and butter are compared, it is recommended to limit the consumption of margarine and use butter instead of margarine since the MDA contents of margarine are significantly higher.

**Keywords:** Margarine, Butter, Malondialdehyde, Bioaccessibility

**EFFECT OF PARTICLE SIZE ON TECHNO-FUNCTIONAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF CORN SILK POWDER****Presenting Author Singh JYOTI**Department of Food Technology and Nutrition, School of Agriculture, Lovely Professional University,  
Phagwara, Punjab, India, 144411**Kaur SAWINDER**Department of Food Technology and Nutrition, School of Agriculture, Lovely Professional University,  
Phagwara, Punjab, India, 144411**Rasane PRASAD**Department of Food Technology and Nutrition, School of Agriculture, Lovely Professional University,  
Phagwara, Punjab, India, 144411**Nanda VIKAS**Department of Food Engineering and Technology, Sant Longowal Institute of Engineering and Technology,  
Sangrur, Punjab, 148106**Supervisor: Dr. Sawinder KAUR****ABSTRACT**

Corn silk is a non-commercial waste that is obtained from the corn field and is traditionally discarded worldwide. There are only few evidences that suggest its limited use in medicinal and pharmaceutical products. Mostly it has been disregarded as a potential functional food ingredient. The main reason for it is lack of studies on its functional properties. A cross study on its functional ingredients such as antioxidant activities and techno-functional properties like powder characteristics would be beneficial in foreseeing corn silk as a potential functional food. Therefore, the current study was designed to analyse the correlation between the particle size distribution in the corn silk powder and its antioxidant activities. The samples were tray dried to obtain powdered corn silk and by using sieve shaker, different particle size viz. 750  $\mu\text{m}$ , 425  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$ , 212  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$  and 75  $\mu\text{m}$  were achieved. Techno-functional properties including bulk density, tapped density, compact density, water absorption, water solubility and angle of repose and functional properties including free radical scavenging activity (FRSA), ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) and ABTS activity were studied. The values observed for bulk density and tapped density from particle size 750  $\mu\text{m}$  to 75  $\mu\text{m}$  were  $10.54 \pm 0.52$  to  $9.54 \pm 0.43$  and  $13.14 \pm 0.29$  to  $10.05 \pm 0.23$ , respectively. The significant increase ( $p > 0.05$ ) was observed for the FRSA, FRAP and ABTS in the values from  $31.82 \pm 0.62$  to  $49.58 \pm 0.33$ ,  $19.61 \pm 0.82$  to  $42.35 \pm 0.25$  and  $21.25 \pm 0.95$  to  $48.88 \pm 1.21$  as the particle size decreases. The result showed that finer the particle more is the antioxidant activity. The corn silk powder of particle size 75  $\mu\text{m}$  can serve a better potential biological reserve for food additives and fortification.

**Keywords-** Corn silk, particle size, antioxidant activity, functional, techno-functional

**RADIONUCLIDES SOIL TO PLANT TRANSFER FACTOR****Maroua BENGROUN (Corresponding author)**

Physics Department, Faculty of Sciences, Ferhat ABBAS, Setif-1, University, Algeria

**L. BOUNEMIA**

Nuclear Research Center of Algiers, 02 Bd Frantz Fanon, Bp 399, Algiers

**A. AZBOUCHE**

Nuclear Research Center of Algiers, 02 Bd Frantz Fanon, Bp 399, Algiers, Algeria

**N. AMRANI**

Physics Department, Faculty of Sciences, Ferhat ABBAS, Setif-1, University, Algeria

**M. ZAIDA**

Nuclear Research Center of Algiers, 02 Bd Frantz Fanon, Bp 399, Algiers

**A. ARABI**

Nuclear Research Center of Algiers, 02 Bd Frantz Fanon, Bp 399, Algiers, Algeria

**K. BOUKEFFOUSSA**

Nuclear Research Center of Algiers, 02 Bd Frantz Fanon, Bp 399, Algiers, Algeria

**ABSTRACT**

Transfer factors are the most important parameters used for environmental impact assessment of radioactive contamination in the environment and considered as part of environmental health surveillance programs. The aim of this work is the determination of the soil to plant transfer factor of some radionuclides such as Cs-137, Be-7 and Pb-210. Several plant and corresponding soil samples were collected from different sites, prepared and measured with gamma spectrometry technique. Each sample was measured by HP (Ge) detector with its resolution is 1.8 keV at 1332.5 keV ray of Co-60, during 24 hours for obtaining good statistics. The activity concentrations of radionuclides were determined by introducing the detector's efficiency modeled by Monte Carlo simulation taking into account the self attenuation of gamma rays and coincidence summing factors. The soil-plant transfer factor found were varied, indicating a greater potassium absorption capacity (K). The results can be considered as base values for transfer factor of natural radionuclides in the region and showed that the activity concentrations of these radionuclides in plants and their plant transfer factors seem to depend on the activity concentrations of the same radionuclides in soil.

**Keywords:** gamma spectrometry, Radionuclide, Soil-plant transfer factor.

## HPLC-DAD-ESI/MS<sup>n</sup> IDENTIFICATION OF PHYTOCHEMICALS AND IN VITRO ANTIOXIDANT ACTIVITY BY POTENTIOMETRIC ASSAY OF THE PLANT EPHEDRA ALTISSIMA

Waffa BOUAFIA

ORCID NO: 0000-0002-3265-7280

Biotechnology Laboratory of Bioactive Molecules and Cellular Physiopathology, Faculty of natural sciences and life, University of Batna 2, 05000 Batna, Algeria

### ABSTRACT

The genus *Ephedra* L. of the family Ephedraceae contains around 68 species distributed in the temperate and subtropical regions of Asia, Europe, North and Central America. *Ephedra altissima* Desf. is a high-climbing joint fir species used in folk medicine for the treatment of various diseases such as vascular hypertension and respiratory diseases. This study aimed to investigate the phytochemical composition and the evaluation of antioxidant activity of the crude extracts prepared from the species *Ephedra altissima*. The characterization of the phenolic compounds in crude extracts was performed by HPLC-DAD-ESI/MS<sup>n</sup>. The identification of the individual phenolic compounds was performed by comparison of the UV-Vis absorption spectra and mass spectrum with the results of the literature data as well as by comparison with commercial standards. The evaluation of the in vitro antioxidant activity of the aqueous extract was performed by potentiometric assay. The chemical profile of the ethyl acetate and n-butanol extracts revealed the presence of several classes of polyphenolic compounds including phenolic acids, C-flavonoids, and O-flavonoids known for their promising biological activities such as antioxidant. The n-butanol extract revealed the highest content of total phenolic compounds. The aqueous extract from the species *E. altissima* showed a good ability to reduce iron III to iron II with a value of  $0.68 \pm 0.3$  mol eq L<sup>-1</sup> in potentiometric assay. Therefore, these results suggest that *Ephedra altissima* could be used as an important source of natural bioactive compounds with antioxidant properties.

**Keywords:** *Ephedra altissima*, HPLC-DAD-ESI/MS<sup>n</sup>, phytochemicals, potentiometric, antioxidant.

---

**STUDY OF A SAMPLE COLUMN USING THE NUCLEAR TECHNIQUE GAMMA SCANNING****A. SEMAN (Corresponding Author)**

Saad Dahleb University, Faculty of Sciences, Blida, Algeria

**L. BOUNEMIA**

Nuclear Research Center of Algiers, 02 Bd Frantz Fanon, Bp 399, Algiers, Algeria

**ABSTRACT**

Gamma scanning is one of the most common nuclear techniques on troubleshooting industrialequipment like distillation columns, reactors and petrochemical refinery plants. It is an onlinediagnostic tool which allows inspection of process column internals without interruptingoperation.

With a very simple concept, in which a collimated beam of gamma rays passes through thecolumn wall, the exiting radiation will be measured creating a density profile of the materialsinside the column. By comparing the obtained profile to a mechanical scheme of the column,some conclusion can be deduced concerning the possible mechanical damages of the trays aswell as some working conditions of the column, like blockages, misplacement of the trays orother process's abnormalities.

In order to elaborate a profound understanding of the technique, we tried multiple applicationson a reference column by adding defects to it using different scanning approaches and comparingbetween them. We started by studying a conventional gamma scan profile of the referencecolumn and the column having defects. The second approach carried out scanning using tworadioactive sources Co-60 and Cs-137, the raw data is then processed to obtain a ratio profile ofthe sample column. The ratio profile is found to be more sensitive in detecting columnproblems, and its interpretation proved to be easier than the conventional gamma scan profile.

**Keywords:** Gamma scanning, Column, Source, Detector NaI(Tl)

**KROMİT CEVHERİ KONSANTRASYON TESİSİ ARTIKLARINDAN  
METAL TUZLARININ ELDESİ****Alaaddin GÜNDEŞ****ORCID NO:** 0000-0001-9030-0776

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Science, Department of Materials Science and Engineering, Avşar Campus, Kahramanmaraş Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Research and Development Centre for University-Industry-Public Relations (USKIM), Avşar Campus, Kahramanmaraş

**Ömer HORUZ****ORCID NO:** 0000-0002-9741-1054

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Science, Department of Materials Science and Engineering, Avşar Campus, Kahramanmaraş

**Ferudun KOÇER****ORCID NO:** 0000-0002-8749-7106

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Research and Development Centre for University-Industry-Public Relations (USKIM), Avşar Campus, Kahramanmaraş

**ÖZET**

Bu çalışmada, kromit cevheri tesislerinde artık olarak ortaya çıkan atık ürünün içeriğinde bulunan majör metal tuzlarının elde edilmesi ve karakterizasyonunun yapılması amaçlanmıştır. Kromit cevherinde bulunan metal tuzlarını eldesi ile geri kazanımı ve kullanımı ekonomik bir kaybın önüne geçilmiş olacaktır. Bu amaç ile öğütülmüş kromit cevheri farklı sıcaklıklarda (400-600-800-1000 o C) işleme tabi tutulmuştur. Ayrıca farklı boyutlarda (<25, >25, >32, >53, >75, >90, >106, >212 mesh) elek sisteminden geçirilmiştir. Farklı boyutlarda elde edilen örneklerden manyetik separasyon uygulanarak, hidroklorik (HCl) ve sülfirik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) liçi ile metal tuzları elde edilmiştir. Elde edilen tuzların karakterizasyonu için Trinoküler Stereo Mikroskopu ile görüntüleme, XRD, XRF ve ICP-OES ile içerik analizleri yapılmıştır.

Çalışmada ham numunenin XRF sonuçlarına göre; Krom (Cr) %28.89, Demir (Fe) % 25.66, Magnezyum (Mg) %21.14 ve Silisyum (Si) %21.00 oranında majör olarak bulunduğu belirlenmiştir. HCl ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> liçi ile elde edilen metal tuzlarının yüzde içerikleri bulunmuştur. Ülkemiz ekonomisine değer katacak ve geri kazanım sağlanarak bu tuzların ticarileştirilmesi amacı ile laboratuvar koşullarında verimli sonuçlar elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kromit cevheri, Geri kazanım, manyetik seperasyon, metal tuzları, karakterizasyon

## CHROMITE ORE PRODUCTION PLANT NOW FROM METAL SALTS OF CONCENTRATION

### ABSTRACT

In this study, it is aimed to obtain and characterize the major metal salts contained in the waste product, which is produced as waste in chromite ore plants. With the recovery and use of metal salts in chromite ore, an economic loss will be prevented. For this purpose, the ground chromite ore was processed at different temperatures (400-600-800-1000 °C).

In addition, different sizes (<25, >25, >32, >53, >75, >90, >106, >212 mesh) were passed through a sieve system. Metal salts were obtained by leaching hydrochloric (HCl) and sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) from samples obtained in different sizes by applying magnetic separation. For the characterization of the powders obtained, content analysis was performed by using Trinocular Stereo Microscope, XRD, XRF and ICP-OES.

According to the XRF results of the raw sample in the study; Chromium (Cr) 28.89%, Iron (Fe) 25.66%, Magnesium (Mg) 21.14% and Silicon (Si) 21.00% were found to be major. Percentage contents of metal salts obtained by HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> leaching were found. Efficient results have been obtained under laboratory conditions in order to commercialize these salts by providing recycling and adding value to our country's economy.

**Keywords:** Chromite ore, Recovery, magnetic separation, metal salts, characterization

## KROMİT CEVHERİ KONSANTRASYON TESİSİ ARTIKLARININ FARKLI SICAKLIK VE ELEKLEME İLE SINIFLANDIRILMASI

**Alaaddin GÜNDEŞ**

**ORCID NO:** 0000-0001-9030-0776

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Science, Department of Materials Science and Engineering, Avşar Campus, Kahramanmaraş Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Research and Development Centre for University-Industry-Public Relations (USKIM), Avşar Campus, Kahramanmaraş

**Ömer HORUZ**

**ORCID NO:** 0000-0002-9741-1054

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Science, Department of Materials Science and Engineering, Avşar Campus, Kahramanmaraş

**Ferudun KOÇER**

**ORCID NO:** 0000-0002-8749-7106

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Research and Development Centre for University-Industry-Public Relations (USKIM), Avşar Campus, Kahramanmaraş

### ÖZET

Bu çalışmada, kromit cevheri tesislerinde artık olarak ortaya çıkan atık ürünün içeriğinde bulunan majör metallerin geri kazanımı için en uygun sıcaklık ve boyutun belirlenmesi amaçlanmıştır. Kromit cevherinde bulunan metallerin boyutlandırılması ile geri kazanımı ve kullanımı ekonomik bir kaybın önüne geçilmiş olacaktır. Bu amaç ile öğütülmüş kromit cevheri farklı sıcaklıklarda (400-600-800-1000 °C) kavrulmuş ve farklı boyutlarda (<25, >25, >32, >53, >75, >90, >106, >212 mesh) elek sisteminden geçirilmiştir. Elde edilen tozların karakterizasyonu için Trinoküler Stero Mikroskobu ile görüntüleme, XRD ve XRF ile içerik analizleri yapılmıştır.

Çalışmada ham numunenin XRF sonuçlarına göre; Krom (Cr) 28,89 %, Demir (Fe) 25,66 %, Magnezyum (Mg) 21,14 % ve Silisyum (Si) 21,00 % oranında majör olarak bulunduğu belirlenmiştir. Farklı sıcaklıklarda kavurma ve elekten geçirme ile majör metallerin bulunma yüzdelerindeki değişim belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kromit cevheri, Geri kazanım, Sıcaklık ve Elekleme, Karakterizasyon



## CLASSIFICATION OF CHROMITE ORE CONCENTRATION PLANT RESIDUES WITH DIFFERENT TEMPERATURES AND SIEVING

### ABSTRACT

In this study, it is aimed to determine the optimum temperature and size for the recovery of major metals in the waste product that is produced as residue in chromite ore plants. With the sizing of the metals in the chromite ore, their recovery and use will prevent an economic loss. For this purpose, the ground chromite ore is roasted at different temperatures (400-600-800-1000 °C) and in different sizes (<25,> 25,> 32,> 53,> 75,> 90,> 106,> 212 mesh) from a sieve system. has been passed. For the characterization of the obtained powders, imaging with Trinocular Stereo Microscope, content analysis with XRD and XRF were performed.

According to the XRF results of the raw sample in the study; Chromium (Cr) 28.89%, Iron (Fe) 25.66%, Magnesium (Mg) 21.14% and Silicon (Si) 21.00% were found to be major. The change in the percentage of major metals was determined by roasting and sieving at different temperatures.

**Keywords:** Chromite ore, Recovery, Temperature and Sieving, Characterization

## HIGH PERFORMANCE COLOMETRIC DETECTION OF FE(III) IN AQUEOUS SOLUTIONS BY PLANT-MEDIATED SILVER NANOPARTICLES FROM ZANTHOXYLUM NITIDUM EXTRACT

**Van Dat DOAN**

Faculty of Chemical Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh City, 12 Nguyen Van Bao, Ho Chi Minh, 700000, Vietnam

**Ngoc Thu Hoai NGUYEN**

Faculty of Chemical Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh City, 12 Nguyen Van Bao, Ho Chi Minh, 700000, Vietnam

**Van Thuan LE (Correspondence)**

Center for Advanced Chemistry, Institute of Research and Development, Duy Tan University, 03 Quang Trung, Da Nang, 550000, Vietnam

The Faculty of Environmental and Chemical Engineering, Duy Tan University, 03 Quang Trung, Da Nang, 550000, Vietnam

### ABSTRACT

The green-synthesis of nanomaterials using plants extract has been a new direction, which is more preminent than previous methods. In this study, silver nanoparticles (AgNPs) were synthesized by using Zanthoxylum nitidum extract (ZN) as a reductant and stabilizer. Influence of synthesis parameters including silver ion concentration, time and reaction temperature were optimized by photometric method based on the plasmon resonance bands at 398–400 nm. The biosynthesised Zn-AgNPs were characterised by X-ray diffraction, scanning electron microscope, high-resolution transmission electron microscopy, dynamic light scattering, and Fourier transform infrared spectroscopy. The obtained results indicated that ZN-AgNPs particles were mainly spherical with an average size of about 15 nm. The fabricated material was also found to be highly sensitive and selective to Fe<sup>3+</sup> with the detection limit of 0.066 µM in a linear range 40–600 µM. A possible mechanism for the colorimetric detection of Fe<sup>3+</sup> by ZN-AgNPs was proposed. The practicality of the material was validated through the analyses of Fe<sup>3+</sup> in mimic pond water samples.

**Keywords:** Green-synthesis, Silver nanoparticles, Zanthoxylum nitidum, Colorimetric detection, Fe(III) ions.

**Acknowledgement:** This research is funded by Vietnam National Foundation for Science and Technology Development (NAFOSTED) under grant number 104.05-2019.03.

## MALATYA İLİ HEKİMHAN VE YEŞİLYURT İLÇELERİNDE BAL ARILARI İÇİN POLEN KAYNAĞI OLAN BİTKİLER

**Dr. Öğr. Üyesi Gülşah YIL**  
**ORCID NO:0000-0001-5124-7239**

Malatya Turgut Ozal University, Battalgazi Vocational School, Plants and Animal Production Department,  
Medicinal and Aromatic Plants Program, Battalgazi, MALATYA

### ÖZET

Arı poleni arıların, içerisindeki karbohidrat, vitamin, yağ ve aminoasit gibi besleyici maddeler sebebiyle larva beslemede kullandıkları baldan sonraki en önemli besin kaynaklarıdır. Arılar çeşitli bitkilerden topladıkları polen tanelerini granül haline getirirken bir miktar nektar ve enzimle muamele ederler. Arı polenin besin ve tıbbi amaçla binlerce yıldır kullanıldığı bilinmektedir. Günümüzde de bazı ülkelerde resmi ilaç olarak kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik özellikleriyle ilgili yapılan çalışmalarda içerdiği primer ve sekonder metabolitler ile antioksidan, antibakteriyel, antifungal, antiinflamatuvar, antikaryojenik olduğuna dair veriler elde edilmiştir. İçeriğindeki kimyasal bileşenler bitkisel kaynaklıdır ve polenlerin temin edildiği bitkisel kaynaklara göre arı polenin kalitesi de değişmektedir. Arı polenin hangi bitkisel kaynaklardan sağlandığı melissopalinojik yöntemlerle belirlenmektedir. Bu çalışmada 2017 yılında Malatya ilinin Hekimhan ve Yeşilyurt ilçelerinden alınan granüle arı poleni örnekleri Barth ve ark. (2010)'a göre hazırlanarak ışık mikroskobu altında karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Araştırma kapsamında arı poleni örneklerinde toplam 20 takson tayin edilmiş, en sık görülen taksonlar Verbascum, Echium, Astragalus, Artemisia ve Cistaceae olarak belirlenmiştir. Sık görülen taksonların tıbbi ve aromatik önemleri tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Arı poleni, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, Melissopalinoji, Malatya

**POLLEN SOURCES PLANTS FOR HONEY BEES IN HEKIMHAN & YESILYURT DISTRICTS OF MALATYA****ABSTRACT**

Bee pollen is the most important food source after honey used by bees for feed larvae due to the nutritious substances such as carbohydrates, vitamins, lipids and amino acids. Bees convert the pollen grains, collected from various plants, into pollen loads by treating some nectar and enzymes. As known, bee pollen has been used for food and medical purposes for thousands of years. Today, it is used as a certificated medicine in some countries. In recent studies about medicinal and aromatic characters of bee pollen, with its primary and secondary metabolites, data has been obtained indicated that pollen loads has antioxidant, antibacterial, antifungicidal, anti-inflammatory, anticarcinogenic properties. The chemical components in its content are originated from plants and the quality of bee pollen varies according to the plant sources that the pollen grains are obtained. The pollen provided plant sources could be determined by melissopalynological methods. In this study the pollen load samples, that obtained from Hekimhan and Yesilyurt districts of Malatya in 2017, were prepared according to Barth et al. (2010) methodology and examined comparatively by light microscopy. Within the comprehension of study totally 20 taxa were identified and the most frequent taxa were determined as Verbascum, Echium, Astragalus, Artemisia and Cistaceae on pollen load samples. Medicinal and aromatic importance of frequent taxa was discussed.

**Keywords:** Bee pollen, Medicinal and Aromatic Plants, Melissopalynology, Malatya

**PYRIDINE NITROGEN A KEY FACTOR FOR IMINE HYDROLYSIS OF  
(E)-1-(BROMOTHIOPHEN-2-YL)-N-(METHYLPYRIDIN-2-YL)METHANIMINE IN  
PALLADIUM-CATALYZED SUZUKI CROSS COUPLING REACTION**

**Gulraiz AHMAD**

Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad 38000, Pakistan

**Nasir RASOOL**

Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad 38000, Pakistan

**ABSTRACT**

In current research, 4-methylpyridin-2-amine (**1a**) was reacted with 3-bromothiophene-2-carbaldehyde (**2a**) and the Schiff base (E)-1-(3-bromothiophen-2-yl)-N-(4-methylpyridin-2-yl) methanimine (**3a**) was obtained in a 79% yield. Coupling of the Schiff base with aryl/het-aryl boronic acids under Suzuki coupling reaction conditions, using Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub> as catalyst, yielded products(**5a-5k**) in good to moderate yields with the hydrolysis of the imine linkages. The reactions did not stop at the first step stage and we were unable to get the expected products (**4a-4k**). To achieve any decision of imine bond hydrolysis, these reaction series were repeated again by changing the positions of halogen group on thiophene moiety and methyl group on pyridine moiety, separately. But, every time we got products with the hydrolysis of the imine linkage. By changing the reaction conditions, it was resulted that the interaction between pyridine nitrogen and Pd atom of the catalyst may cause to lower the electronic charge density on azomethine group and ultimately the hydrolysis. To gain mechanistic insight into the transition metal-catalyzed hydrolysis of the compounds, density functional theory (DFT) calculations were performed. The theoretical calculations strongly supported the experiment and provided an insight into the transition metal-catalyzed hydrolysis of imines. DFT calculations proved that the presence of the pyridine moiety was crucial for the hydrolysis of imine.

**Keywords:** Pyridine, thiophene, imine, palladium, hydrolysis, cleavage.

**NUTRITIONAL AND MEDICINAL VALUE OF *Persea Americana* MILL. (AVOCADO).**

(Review/Derleme)

**Arş. Gör. Dr.Ercan ÇATAK(Corresponding Author)****ORCID NO: 0000-0003-2680-590X**

Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Science and Letters, Department of Biology, Meselik Campus

**Öğr. Gör. Ali ATALAY****ORCID NO: 0000-0003-3251-9926**

Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Science and Letters, Department of Statistics, Meselik Campus

**ÖZET**

*Persea americana* Mill. (avokado), Lauraceae (Defnegiller) familyasına ait, genellikle olgun formu 8-10 metre boyunda olmasına karşın, 20-25 metreye kadar uzayabilen subtropikal birağaçtır. Meyvesinin sahip olduğu yüksek besin değerine ilaveten, meyve ve tohumunun antioksidan ve antikanser etkinlikleri; ona tüm dünyada giderek artan bir popülerite kazandırmıştır. Harika bir enerji kaynağı olmasının yanında, içerdiği yağların dörtte üçünün (özellikle oleik asit) kandaki kolesterol değerini düşürücü etkileri nedeniyle, diyetisyenlerin ve beslenme uzmanlarının özellikle tavsiye ettiği bir “foksiyonel gıda” olarak kabul görmektedir.

Avakodo meyvesinin kendine has aroma ve tadını aldığı yağları, kalp hastalıklarına neden olan LDH kolesterol seviyesini azaltma etkisine sahiptir. Lipid ihtiva etmesinin yanında, diğer meyvelerin iki katı kadar protein içermesi, antioksidan etkiye sahip A, B, C ve E vitaminleri ve glutathion, lutein, kriptoksantin, karoten gibi doğal antioksidanlar bakımından zengin olması dikkat çekicidir. Fosfor, demir, çinko, magnezyum ve potasyum gibi inorganik elementleri içermesi ve düşük şeker içeriği ile günlük beslenme diyetinin çok önemli bir parçası olmaya adaydır. D’Ambrosio vd, 2011’e göre avakado içeriği, bazı kanser hücre hatlarında kanser gelişimini geciktirebilmektedir. Başka bir çalışmada, avakadonun özellikle tohumunun lipid özütünün, dikkate değer ölçüde antioksidan, antiinflamatuar ve antikanser etkileri sergilediği vurgulanmıştır. Avakado ayrıca, gaz giderici ve öksürük kesici olarak; karaciğer tıkanıklığını tedavi etmede, adet düzenlemede ve gut hastalığına neden olabilen yüksek ürik asit seviyesini düşürmede; tohumunun öğütülerek kullanımıyla uyuz, cilt rahatsızlıkları ve kepek gibi cilt rahatsızlıklarının tedavilerinde de kullanıldığına dair pek çok bilimsel çalışma ve bulgu mevcuttur.

**Anahtar Kelimeler:** *Persea americana*, avakado, antioksidan, antikanser.

**NUTRITIONAL AND MEDICINAL VALUE OF *Persea Americana* MILL. (AVOCADO)****ABSTRACT**

*Persea americana* Mill. (avocado) is a subtropical tree belonging to the Lauraceae (Laurel) family, although its generally mature form is 8-10 meters tall, but can grow up to 20-25 meters. In addition to the high nutritional value of the fruit, the antioxidant and anticancer activities of the fruit and its seed; it has gained increasing popularity all over the world. In addition to being a great source of energy, it is accepted as a "functional food" especially recommended by dieticians and nutritionists, due to the effects of lowering the cholesterol value of three-fourths of the fats (especially oleic acid) it contains. Avocado fruit's unique aroma and taste have the oil, which has the effect of reducing the LDL cholesterol level that causes heart diseases. It is noteworthy that besides containing lipid, it contains twice as much protein as other fruits, is rich in vitamins A, B, C and E with antioxidant effects and natural antioxidants such as glutathione, lutein, cryptoxanthin, carotene. It contains inorganic elements such as phosphorus, iron, zinc, magnesium and potassium and with its low sugar content, it is a candidate to be a very important part of the daily nutrition diet. According to D'Ambrosio et al. 2011, avocado content may delay the development of cancer in some cancer cell lines. In another study, it was emphasized that the lipid extract of avocado, especially the seed, exhibited remarkable antioxidant, anti-inflammatory and anticancer effects. Avocados can also be used as a carminative and cough suppressant; treating liver congestion, regulating menstruation and lowering high uric acid levels that can cause gout. There are many scientific studies and findings showing that its seed is used in the treatment of skin diseases such as scabies, purulent wounds and dandruff.

**Keywords:** *Persea americana*, avocado, antioxidant, anticancer.

## PROTECTION OF VARIOUS SUBSTITUTED PHENOLS AND ANILINES BY PROPARGYL BROMIDE, SCOPE AND LIMITATION

Nasir RASOOL

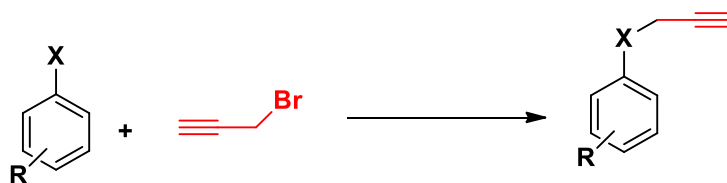
Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad 38000, Pakistan

Muhammad BILAL

Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad 38000, Pakistan

### ABSTRACT

In the presence of  $K_2CO_3$  base and acetone as a solvent, various substituted phenol and aniline derivatives were allowed to react with propargyl bromide. The protected compounds were synthesized in good yields (**53-85%**). Low cost, high yields and easy availability of compounds helped in the protection. Electron withdrawing groups favour the formation of a stable phenoxide ion, which favours the formation of the product, while electron-donating groups do not. In comparison to aniline, phenol derivatives produced better yields. Acetone offered the best solvation for the reactions because aprotic polar solvents prefer  $SN_2$  style reactions. Anti-bacterial, Anti-urease and Nitric oxide scavenging activity of synthesized compounds were also examined. The 4-bromo-2-chloro-1-(prop-2-ynoxy)benzene was discovered to be the most active against the urease enzyme, with a high percentage inhibition. The 2-bromo-4-methyl-1-(prop-2-ynoxy)benzene was discovered to be a potent anti-bacterial against *Bacillus subtilis*, with excellent inhibitory action. The 2,4-dibromo-1-(prop-2-ynoxy)benzene and 4,4'-(propane-2,2-diyl)bis((prop-2-ynoxy)benzene) exhibited high nitric oxide scavenging activity. It was observed that electron donating groups enhanced the yields and the compounds bearing electron donating groups exhibited good anti-bacterial, anti-urease and nitric oxide scavenging activity.



X= -NH<sub>2</sub>, -OH

**Keywords:** Propargyl bromide; Protection; Phenols; Anilines; Anti-bacterial; Anti-urease



**STUDY OF THE DISTRIBUTION OF NATURAL RADIOACTIVITY ON THE SOIL SURFACE OF THE BAÏNEM FOREST IN THE WEST OF ALGIERS****A. AZEDINNE (Corresponding author)**

Algiers Nuclear Research Centre, 02, Bd. Frantz Fanon, P.O Box 399, Alger-RP, 16000, Algiers, Algeria

**A. AZBOUCHE**

Algiers Nuclear Research Centre, 02, Bd. Frantz Fanon, P.O Box 399, Alger-RP, 16000, Algiers, Algeria

**L. BOUNEMIA**

Algiers Nuclear Research Centre, 02, Bd. Frantz Fanon, P.O Box 399, Alger-RP, 16000, Algiers, Algeria

**Z. MELZI**

Algiers Nuclear Research Centre, 02, Bd. Frantz Fanon, P.O Box 399, Alger-RP, 16000, Algiers, Algeria

**A. DILMI**

National Forest Research Institute, Baïnem, Algiers, Algeria

**A. HAMOUDI**

National Forest Research Institute, Baïnem, Algiers, Algeria

**ABSTRACT**

The measurement of Natural radionuclides like Ra-226, Th-232, Cs-137, K-40 and U-235 in soil has an importance for determination of radiological impact and for the study of the radiotracer movement in environment. The objective of this work is to study of the distribution natural radionuclides in forest land of the Baïnem in western Algiers. Five samples were collected at the depth of 0-5cm; the distance between two adjacent points was 20 m. The samples were stored in plastic bags, labeled and transported in the laboratory.

The preparation of soil samples required drying, crushing and sieving. After that, the samples were sealed during 35 days for secular equilibrium before the measurements. The soil sample analysis was undertaken by gamma spectrometry technique, using a high resolution HPGe semi-conductor detector with (1.8 keV for  $^{60}\text{Co}$  1332.5 keV line).

The gamma spectra were analyzed using the Genie 2000 software dedicated to the processing of gamma spectra. The specific activities of Ra-226 measured ranged from 17.36 to 25.4345 Bq kg<sup>-1</sup>; for Th-232, the activity concentration found between 35.90 kg<sup>-1</sup> and 38.30 Bq kg<sup>-1</sup>, for the Cs-137 is ranged from 8.706 Bq kg<sup>-1</sup> to 29.385 Bq kg<sup>-1</sup>, and from 291.57 Bq kg<sup>-1</sup> to 660.716 Bq kg<sup>-1</sup> and from 2.49 Bq kg<sup>-1</sup> to 3.827 Bq kg<sup>-1</sup> for K-40 and U-235 respectively.

**Keywords:** Natural Radioactivity measurements, Gamma spectrometry, Soil, radioelements Distribution

## NEOTCHIHATCHEWIA ISATIDEA BİTKİSİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ VE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU

Pelin TAŞTAN

ORCID ID: 0000-0003-0913-5369

Ege Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Departmanı, Bornova, İzmir

### ÖZET

Türkiye'den Brassicaceae familyasına ait *Neotchihatchewia* cinsi, monotipik spesifik bir cinistir. *Neotchihatchewia isatidea*'nın ilk örneği Tchichatscheff tarafından Erzincan'dan toplanan ve Boissier tarafından *Tchihatchewia isatidea* adı olarak tanımlanan ilk örnektir. Bu endemik bitki Sivas'ın Divriği ilçesinde boyama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu bitkinin farklı yerlerde başka kullanımları bulunmamaktadır. Yapılmış olan çalışmalarda, *N. isatidea*'nın çiçeklerinden ve yapraklarından riboflavin, nikotinik asit, piridoksin klorür, indirgenmiş glutatyon (GSH), oksitlenmiş glutatyon (GSSG), A vitamini, E vitamini,  $\beta$ -karoten, C vitamini ve folik asit (B9 vitamini) izole edilmiştir. Bu çalışmada ise, *N. isatidea*'nın petrol eteri, etil asetat, kloroform, etanol ve su ekstraları antioksidan aktivitesi açısından değerlendirilmiştir. Bitkinin beş farklı ekstresi için DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) radikal süpürme aktivitesi belirlenmiştir. Etil asetat ekstresi  $98,24 \pm 1,26 \mu\text{g} / \text{ml}$  ile en aktif olarak bulunmuştur. Ekstrelerin toplam fenolik içeriklerinin yanı sıra, Folin-Ciocalteu yöntemi ile ekstraların toplam flavonoid içerikleri de alüminyum klorür kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Bu deneylerin bir sonucu olarak, etil asetat ekstresinin en yüksek içeriğe sahip olduğu bulunmuş, ardından etanol ekstresi gelmiştir. Bu sonuçlar aynı zamanda antioksidan aktivite sonuçlarını da desteklemiştir. Bunun yanı sıra, *N. isatidea*'nın yağ asidi bileşimi de tespit edilmiştir. Buna göre doymuş yağlar, tekli doymamış yağlar ve çoklu doymamış yağlar sırasıyla % 16.53, % 23.66 ve % 51.47 olarak tespit edilmiştir. Bu bitkinin ekstraları (özellikle etil asetat ve etanol ekstraları) gıda endüstrisinde, nutrasötiklerde, kozmetik endüstrisinde ve ilaçlarda kullanılan kimyasal koruyucular yerine doğal antioksidan olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Neotchihatchewia*, DPPH, total fenolik, total flavonoit, yağ asitleri.

### ANTIOXIDANT ACTIVITY AND FATTY ACID COMPOSITION OF *NEOTCHIHATCHEWIA ISATIDEA*

#### ABSTRACT

*Neotchihatchewia* genus belonging to the family Brassicaceae from Turkey is a monotypic specific genus. The first example of *Neotchihatchewia isatidea* collected from Erzincan by Tchichatscheff and identified as the name of *Tchihatchewia isatidea* by Boissier. This endemic plant is used as dyeing material in Divriği, Sivas. There are no other uses of this plant in different places. Riboflavin, nicotinic acid, pyridoxine chloride, reduced glutathione (GSH), oxidized glutathione (GSSG), vitamin A,

vitamin E,  $\beta$ -carotene, vitamin C and folic acid (vitamin B9) were isolated from the flowers and leaves of *N. isatidea*. In this study, petroleum ether, ethyl acetate, chloroform, ethanol and water extracts of *N. isatidea* from Turkey were evaluated for its antioxidant activity. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity was determined for five different extracts of the plant. Ethyl acetate extract was found as the most active with  $98.24 \pm 1.26 \mu\text{g/ml}$ . Besides total phenolic contents of the extracts were determined by using Folin-Ciocalteu method and also total flavonoid contents of the extracts were determined by the aluminium chloride colorimetric method. As a result of these experiments, the ethyl acetate extract was found to have the highest content, followed by ethanol extract. These results also supported the antioxidant activity results. Besides the fatty acid composition of *N. isatidea* was detected. Accordingly, saturated fats, monounsaturated oils and polyunsaturated fats were 16.53%, 23.66% and 51.47%, respectively. This plant extracts (especially ethyl acetate and ethanol extracts) may be used as natural antioxidant instead of chemical preservatives used in food industry, nutraceuticals, cosmetic industry and pharmaceuticals.

**Keywords:** *Neotchihatchewia*, DPPH, total phenolic, total flavonoid, fatty acids.

## 1. GİRİŞ

Serbest radikaller, vücudun belli bir ölçüde direncini sağlar ve antioksidan sistemimizi düşük hızda çalıştırır. Vücudumuzun bunlara ihtiyacı vardır, ancak serbest radikal oluşumu ile antioksidan savunma mekanizması arasında ciddi bir dengesizlik olduğunda, oksidatif stres oluşmaya başlar.

Reaktif oksijen türleri hava kirliliği, enfeksiyonlar, sigara, radyasyon, inflamasyon gibi faktörler aracılığıyla oluşabilir. Ve reaktif oksijen türleri ayrıca DNA hasarına, lipid peroksidasyonuna ve protein peroksidasyonuna neden olur. Bunların sonucunda oluşan oksidatif stres ile beraber nörodejeneratif, kardiyovasküler ve immün sistem hastalıkları ortaya çıkabilir.

Hem insan vücudundan hem de gıdalardan üretilen antioksidanlar, hastalıklara neden olduğu düşünülen serbest radikallerin ve Reaktif Oksijen türlerinin (ROS) oksidatif hasarına karşı hayati bir rol oynar. Ancak insan vücudunda üretilen antioksidanların koruyucu etkileri sınırlıdır ve ROS oluşumu biyolojik sistemlerin antioksidan kapasitesini aştığında oksidatif stres meydana gelebilir. Bu nedenle besinlerle birlikte antioksidan alımı kanser, kalp damar hastalıkları gibi çeşitli hastalıkların önlenmesinde ve yaşlanma sürelerinin geciktirilmesinde önemli rol oynar. Ancak insan vücudunda üretilen antioksidanların koruyucu etkileri sınırlıdır ve ROS oluşumu biyolojik sistemlerin antioksidan kapasitesini aştığında, oksidatif stres meydana gelebilir. Bu nedenle besinlerle birlikte antioksidan alımı kanser, kalp damar hastalıkları gibi çeşitli hastalıkların önlenmesinde ve yaşlanma sürelerinin geciktirilmesinde önemli rol oynar. Son zamanlarda, doğal fitokimyasallar ile yapılan çalışmalara ilgi oldukça artmıştır. Bu yüzden, bu çalışma için de bitkisel bir kaynak seçilmiştir.

Çalışmada kullanılan *Neotchihatchewia isatidea* bitkisi için; cinsin ilk örneği Tchichatscheff tarafından Erzincan'dan toplanmış ve Boissier (1866) tarafından *Tchihatchewia isatidea* Boissier adıyla tanımlanmıştır. Bununla birlikte, *Tchihatchewia* adı bir vasküler fosil bitki için zaten kullanılmıştı (Rauschert, 1982), bu nedenle ICBN'nin öncelik kuralı, Madde 7.9, vasküler bitkiler için (fosil vasküler bitkileri de içerir, Greuter, 1999), Rauschert, (1982) adını *Neotchihatchewia* olarak değiştirdi. Taksonun doğru adı Brassicaceae familyasına ait Türkiye'nin endemik bir cinsi olan *Neotchihatchewia isatidea* (Boiss.) Rauschert'tir (Ekim ve ark., 2000).

Bu nedenle, cinsin Türkiye'de yayınlandığı şekliyle adı Rauschert tarafından *Neotchihatchewia* olarak değiştirilmiştir. Botanik kurallara göre “*N. isatidea* (Boiss.) Rauschert ”Brassicaceae familyasına ait, Türkiye'ye özgü endemik bir bitkidir. Flora of Turkey'de bu cinsi tanımlamak için *Tchihatchewia* adı kullanıldığından, herbaryum örneklerine *Tchihatchewia* adı verildi. Ancak bu değişiklik Flora of Turkey'in 10 ve 11 ek cildinde editörlerin yayın kriterleri nedeniyle açıklanmamıştır (Davis, 1988; Cullen, 1965; Guner ve ark., 2000).

Söz konusu bitki, VU (vulnerable) kategorisinde bulunan bir endemik türdür (Red Data Book of Turkish Plants, IUCN, 2001). Bu da, bitkinin önemini arttırmaktadır. Brassicaceae (Cruciferae) familyası içerisinde yer alan bitkinin yara iyi edici ve antitussif etkileri bulunmaktadır. Cinsin dağılım alanı Giresun'dan Gümüşhane, Sivas, Tunceli, Elazığ, Erzurum ve Kars'a kadar değişmektedir. Ancak en iyi Sivas ve Erzincan bölgelerindeki verimsiz topraklarda gelişir (Tuzlacı ve Doğan, 2010). Divriği ve Sivas yörelerinde bu bitkinin çiçekleri boya olarak kullanılmaktadır. Bitkinin yöre halkı tarafından diğer kullanımları bilinmemektedir. Bu nedenle Türkiye'de bu bitki boya çiçeği olarak bilinir (Cakilcioglu ve ark., 2010; Türkoğlu, 2009; Mutlu ve Donmez, 2003).

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Deneysel Çalışmalar

Deneysel çalışmalarda kullanılan bitki örnekleri, 2019 Temmuz ayında Elazığ bölgesinden toplanmıştır. Daha sonra Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakognosi Anabilim Dalı Herbaryumu'nda saklanmıştır. Kloroform, etanol, etil asetat, petrol eteri ve su ekstraktları, hava ile kurutulmuş ve toz haline getirilmiş bitki materyallerinin 20 g'lık partilerinden, 24 saat karıştırılarak oda sıcaklığında 200 ml çözücü ile özütlenerek ayrı ayrı hazırlanmıştır. Daha sonra çözücüler kuruyana kadar vakumla (60°C) buharlaştırılmıştır. *Neotchihatchewia isatidea*'nin kloroform, etanol, etil asetat, petrol eteri ve su ekstraktlarının verimleri sırasıyla; % 0.72,% 1.97,% 0.58,% 0.57 ve % 11.23 olarak hesaplanmıştır. Tüm ekstraktlar, kullanılabildiği kadar -20°C'de optimum koşullarda saklanmıştır.

Ekstreler üzerinde ayrı ayrı antioksidan aktivite testi yapılmıştır. Bunun için kullanılan yöntem DPPH (2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil) radikal süpürücü aktivite testi için uygulanan prosedür; 150 µl'lik konsantrasyonla mikrodilüsyon serileri hazırlanmış, her bir hücreye 50 µl DPPH reaktifi eklenerek toplam hacim 200 µl'ye ulaştırılmıştır. 30 dk kadar oda sıcaklığında bekledikten sonra, 550 nm'de absorbans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümler 3 defa yapılmış ve Graphpad Prism 6.05 programı ile gerekli hesaplamalar gerçekleştirilmiştir (Fukumoto, 2000).

Ekstrelerin total fenolik içerik miktarını hesaplamak için Folin-Ciocalteu 0.1 ml çözeltinin absorbansı, bir UV / Vis spektrofotometre (Uniqcam 8625) üzerinde 750 nm'de ölçülmüştür. Standart bir çözelti olarak gallik asit çözeltisi kullanılmıştır. Daha sonra sonuçlar mg gallik asit eşdeğerleri olarak gösterilmiştir (Ragazzi ve Veronese, 1973). Yine ekstrelerin total flavonoid içeriğinin hesaplanması için de, alüminyum klorür tekniği kullanılmıştır. Absorbans, UV/Vis spektrofotometre cihazında 415 nm'de bir kez daha ölçülmüştür. Standart solüsyon olarak farklı konsantrasyonlardaki kersetin kullanılmıştır (Chia-Chi ve ark., 2002).

Bitkinin yağ aside kompozisyonunun tayini için; Soxhlet ekstraktörlerinde 6 saat petrol eteri kullanılarak ekstraksiyon ile elde edilen yağlar yağ asidi bileşimini belirlemek için esterleştirilmiştir. Toplam lipiddeki yağ asitleri, 10 dakika süreyle 100 ° C'de sodyum hidroksit içeren metanol ile sabunlaştırma yoluyla metil esterlere esterlenmiş ve metanol içinde 100 ° C'de 5 dakika süreyle bor triflorür ile transesterifiye edilmiştir.

Yağ asidi metil esterleri (FAME'ler) bir Hewlett Packard Agilent 6890 N gaz kromatografisi (GC) üzerinde analiz edilmiştir. GC koşulları için, bir alev iyonizasyon detektörü (FID) ile donatılmış ve silika kapiler kolona takılan GC kullanılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 250 ve 260°C'ye ayarlanmıştır. Fırın 140°C'lik bir başlangıç sıcaklığında ve 5 dakikalık bir başlangıç süresinde programlanmıştır. Daha sonra sıcaklık 3 ° C / dak-1 oranında 240 ° C'ye çıkarılmıştır. Toplam çalışma süresi 41.33 dakika olarak ve helium taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır.

Yağ asitlerinin tanımlanması, numune FAME pik nispi tutma süreleri standartlarla karşılaştırılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, göreceli yüzdelerde FID yanıt alanı olarak ifade edilmiş, tüm ölçümler üç kez yapılmıştır.

## 2.2. Deneysel Sonuçlar

Bitkinin 5 ayrı ekstresi üzerinde yapılmış olan antioksidan aktivite testi ile total fenol ve total flavonoid içeriklerinin tayinlerinin sonuçları, Tablo 1'de görülmektedir.

**Tablo 1.** Neotchihatchewia isatidea ekstrelinin antioksidan aktivite sonuçları

Extracts	Yield %	DPPH µg/ml	TPC <sup>a</sup> mg/g	TFC <sup>b</sup> mg/g
Chloroform	4.08	24.08±0.82 <sup>c</sup>	82.44±1.01	35.42±2.08
Ethyl acetate	8.64	98.24±1.26	320.24±0.02	168.02±1.24
Ethanol	12.83	54.53±1.07	182.45±2.06	86.08±2.42
Petroleum ether	2.06	11.28±2.08	28.42±0.02	18.24±1.08
Water	16.02	18.24±1.02	16.45±1.02	21.56±4.02

a: Total fenolik içerik, b: Total flavonoit içerik, c: Sonuçlar, 3 tekrarlı analizinin ortalama ±SD sonuçlarıdır.

Tablo 1’de verilen sonuçlara göre, en yüksek antioksidan aktiviteyi etil asetat ekstresinin gösterdiği görülmektedir. Hemen arkasından etanol ekstresi gelmekte olup, sonrasında kloroform, petrol eteri ve su ekstresi olarak sıralama devam etmektedir. Ayrıca total fenol ve total flavonoit içerik sonuçlarının da, bu bilgileri destekledikleri aşıkardır. Antioksidan aktiviteye sahip tipik fenoller, flavonoidler ve fenolik asitler olarak kabul edilmiştir (Javanmardi ve ark., 2003; Hwang ve Ti, 2014). Bu bulgu, bu çalışmadan elde edilen verilerle de uyumludur. Bitkinin yağ asidi kompozisyon tayininin sonuçları da, Tablo 2’de verilmektedir.

**Tablo 2.** Neotchihatchewia isatidea yağ asidi içeriği tayini sonuçları

Yağ asitleri	Neotchihatchewia isatidea %
C 10:0	2.06
C 11:0	1.23
C 15:0	1.89
C 16:0	5.86
C 17:0	1.02
C 18:0	2.45
C 20:0	2.02
ΣSFA <sup>b</sup>	<b>16.53</b>
C 14:1ω5	2.43
C 16:1ω7	4.08
C 17:1	2.05
C18:1 ω9	12.24
C 20:1	2.86
ΣMUFA <sup>b</sup>	<b>23.66</b>
C18:2n6t	6.24
C 18:2ω6	11.58
C 22:2	2.84
C 18:3ω6	23.08
C 20:4ω6	4.84
C 20:5 ω5	2.89
ΣPUFA <sup>b</sup>	<b>51.47</b>
<b>Total</b>	<b>91.66</b>

<sup>a</sup>Ölçümlerin ifadesi ±S.D. şeklindedir, <sup>b</sup>SFA: Doymuş yağ asitleri, MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri, PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri

Tablo 2’de verilmiş yağ asidi kompozisyonu sonuçlarına göre, toplamda 7 tane doymuş yağ asidi, 1 tane doymamış yağ asidi tayini yapılmıştır. Doymuş yağ asitlerinden en yüksek miktarda bulunmuş olan yağ asidi, palmitik asit olmuştur. Majör olarak bulunmuş tekli doymamış yağ asidi oleik asit ve çoklu doymamış yağ asidi ise  $\alpha$ -linolenik asit olarak bulunmuştur.

Palmitik asit veya heksadekanoik asit, insülin gibi adipositlere glikoz katılmasını uyarır. Palmitik asit, plazma membranındaki Ca pompalarının inhibisyonu yoluyla hücre içi kalsiyumu artırabilir. Çoklu doymamış yağ asitleri, LDL seviyelerini düşürmek ve beyin gelişimine yardımcı olmak için faydalıdır. Bu nedenle çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriği, bir yağın besin değerinin önemli bir göstergesidir. Bunlar arasında linoleik ve  $\alpha$ -linolenik asit, insan vücudunda sentezlenmedikleri için esansiyel yağ asitleri olarak adlandırılır. Oleik asit, birçok bitki yağında bulunan ana tekli doymamış yağ asididir (MUFA) ve LDL seviyelerini düşürmede faydalı olduğu için tüketim için de iyi bir yağ asididir. Linoleik asidin yeterli miktarda bulunması esastır çünkü esansiyel bir yağ asididir. Linoleik asit gibi diyetle alınan esansiyel yağ asitlerinin eksikliği, kardiyovasküler hastalıklar ve bunun ilerlemesi dahil hastalıkların etiolojisinde rol oynamaktadır. Linoleik asit insan vücudu tarafından sentezlenemez ve yağların besin değeri açısından oldukça önemlidir. Genel olarak doymamış yağ asitlerinin kardiyovasküler ve otoimmün bozukluklar gibi çeşitli insan hastalıkları üzerindeki yararlı etkileri iyi bir şekilde belgelenmiştir (Rueda ve ark., 2001; Simopoulos, 2008).

Daha önce yapılmış olan literatür çalışmaları incelendiğinde bu bitki ile yapılmış herhangi bir aktivite çalışmasına rastlanmamıştır. Sadece bir yağ asidi içeriği tayini çalışması bulunmuş, bunda elde edilen verilerle aynı olmadığı tespit edilmiştir (Rahimi ve ark., 2018). Halihazırda kullanılan FAME standartları bu çalışmadan farklıdır. Ayrıca söz konusu çalışma aynı bitkide olsa bile toplandığı, toplandığı zaman ve kullanılan parçalarla eşleştirilmesi zordur.

### 3. SONUÇ

- Bitkinin etil asetat ekstresi, hazırlanmış diğer ekstrelerine göre gerek antioksidan aktivite açısından, gerekse fenol ve flavonoit madde içeriği bakımından daha aktif bulunmuştur. Ayrıca total fenolik ve flavonoit madde içeriği ile antioksidan aktivite sonuçlarının her bir ekstre için paralel sonuçlar vermiş olması da, önemli bir bulgudur. Bu da, antioksidan aktivite sahip olan tipik bileşiklerin fenol ve flavonoit bileşikleri olduğu bilgisini kanıtlamıştır.
- Bitki, yüksek doymamış yağ asidi içeriği bakımından umut verici yeni, geleneksel olmayan doymamış yağ asitleri kaynağı olarak düşünülebilir.
- Daha önce yapılmış olan literatür çalışmaları incelendiğinde, bu çalışmanın bir ilk olması da çalışmanın önemini arttırmaktadır.
- Bu sonuçlar ayrıca bazı şifalı bitkilerin potansiyel antioksidanların umut verici kaynakları olduğu görüşünü desteklemektedir.

**KAYNAKÇA**

- Boissier E.P.A. Tchichatscheff (Ed.), *Asie Mineure Bot*, vol. 1 (1866), p. 292.
- Cakilcioglu, U., Khatun, S., Turkoglu, I., Hayta, S. (2010). Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Maden (Elazig-Turkey) *Journal of Ethnopharmacology*, 137, pp. 469-486.
- Chia-Chi., ve ark. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 178–182.
- Chromatography A*, 77(2), 369–375.
- Cullen, J. (1965). *Tchihatchewia* Boiss. In: Davis, P.H. (ed). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, v: 1. 352. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P. H., Tan, K., Mill, R. R. (eds) (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. v: 10. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adigüzel, N. (2000). Red data book of Turkish plants (Pteridophyta and Spermatophyta) *Türkiye Tabiatini Koruma Dernegi/100 Yil University*, Ankara/Van.
- Fukumoto, L.R. ve Mazza, G., (2000). Assessing antioxidant and proantioxidant activities of phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8), 3597–3604.
- Greuter, W., Barrie, FR., Burdet, Hm., Demoulin, V., Filgueiras, TS., Hawksworth, DL., ve ark. International code of botanical nomenclature (Saint Louis Code). Elect. Version (1999).
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., & Bafler, K.H.C. (eds) (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. v: 11. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Hwang, ES., Thi, ND. (2014). Effects of Extraction and Processing Methods on Antioxidant Compound Contents and Radical Scavenging Activities of Laver (*Porphyra tenera*). *Preventive nutrition and food science* . 19(1), 40-48.
- IUCN (2001). IUCN Red List Categories: Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., ve ark. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry*. 83(4), 547-550.
- Mutlu, AA., Dönmez, A. (2003). *Neotchihatchewia isatidea* (Boiss.) Rauschert (Brassicaceae – Cruciferae) *Karaca Arboretum Magazine*, 7, pp. 75-77.
- Ragazzi, E. and Veronese, G., (1973). Quantitative analysis of phenolic compounds after thin-layer chromatographic separation. *Journal of*
- Rahimi, A., Arslan, N., Kiralan, M., Ramadan, MF. (2018). Omega fatty acids in Turkish *Neotchihatchewia isatidea* (Boiss.) Rauschert seed oil. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*. 95(2), 89-93.
- Rauschert, S. (1982). *Nomina Nova Generica et Combinationes Novae Spermatophytorum et Pteridophytorum*. *Taxon* 31: 554-563.
- Rueda, F., Hernández, M., Egea, M., Aguado, F., García, B., & Martínez, F. (2001). Differences in tissue fatty acid composition between reared and wild sharpnosed sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). *British Journal of Nutrition*, 86(5), 617-622.
- Simopoulos AP. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp Biol Med*. 233(6): 674-688.
- Tuzlaci, E., Dogan, A. (2010). Turkish folk medicinal plants, IX: Ovacik (Tunceli) *Marmara Pharmaceutical Journal*, 14, pp. 136-143.
- Türkoglu, I., Civelek, S., Kursat, M. (2009). Flora of Kamislik Mount (Elazig) *Firat University Journal of Science*, 21, p. 123.



---

**GENERALIZED SCHRÖDINGER EQUATION AND IT'S STABILITÉ****Noureddine BOUTERAA**

Laboratory of Fundamental and Applied Mathematics of Oran (LMFAO), University of Oran1, Ahmed Benbella. Algeria.

**ABSTRACT**

In this paper, we study the boundedness and stability of a solutions for a class of nonlinear time-fractional differential equations with initial data by the help of fractional Duhamel principle. Wellknown advantage of caputo derivatives with respect to the classical derivatives is its capability oftaking into account the previous historical effects of model at each time step. This feature of fractional-order operators makes them more accurate and appropriate in modeling of the systems. An illustrationhow these are achieved and physical basis of fractional operators with different memory is presented inseveral research work recently.

**Keywords:** : Existence, Fractional order, differential equation, Duhamel principle.

**NÖTROSOFİK ESNEK OYUNLARA YENİ BİR YAKLAŞIM****Dr. Hüseyin KAMACI****ORCID NO: 0000-0002-0429-6713**

Yozgat Bozok University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, 66100

**ÖZET**

Bulanık kümelerin ve sezgisel bulanık kümelerin bir genellemesi olarak, doğruluk, belirsizlik ve yanlışlık gibi üç üyelikli bilgiyi temsil etmek için nütrosofik kümeler geliştirilmiştir. Esnekküme, belirsiz kümelerin parametreleştirme yetersizliğinden bağımsız olan matematiksel bir çerçevedir. Esnek kümelerin esnekliği, değerlendirmelerin çoklu perspektiften doğrudan ifade edilmesine izin verir. Bu esneklik, teorik ve pratikte birçok avantaj sağlar. Nütrosofik esnekküme, Boole mantığı (veya ikili mantık, iki değerli mantık) yerine nütrosofik mantığa dayanan genişletilmiş bir esnek küme tipidir, ve dolayısıyla bu küme, esnek küme ve nütrosofik kümenin bir hibrit yapısıdır.

Oyun teorisi, rekabet ve işbirliğinin matematiksel modellemesidir. Son yıllarda, oyun teorisinin birçok ilginç uygulaması, bulanık küme, nütrosofik küme ve esnek küme fikirleri dahil edilerek genişletilmiştir. Böylece, bulanık oyunların, esnek oyunların ve nütrosofik esnek oyunların çeşitli matematiksel modelleri oluşturulmuştur. Nütrosofik esnek kümelerin uzayı bulanık esnek kümeler ve sezgisel bulanık esnek kümelerin uzayından daha geniş olduğundan, nütrosofik esnek oyunların matematiksel modelleri hem bulanık esnek oyunlar hem de sezgisel bulanık esnek oyunlar için uygulanabilir.

Bu bildiri de, yeni bir genişletilmiş nütrosofik esnek küme tipinin temelleri sunulur. Dahası, iki nütrosofik esnek yapı arasındaki mesafeyi ölçmek için bir yaklaşım önerilir ve daha sonra bu mesafe ölçüsüne dayanarak, yeni bir nütrosofik esnek oyun teorisi modeli oluşturulur.

Önerilen modelin etkinliğini göstermek için gerçek hayattan bir nütrosofik esnek oyun problemi ele alınır.

**Anahtar Kelimeler:** Bulanık Küme, Nütrosofik Küme, Nütrosofik Esnek Küme, Oyun Teorisi

## A NEW APPROACH TO NEUTROSOPHIC SOFT GAMES

### ABSTRACT

As a generalization of fuzzy sets and intuitionistic fuzzy sets, neutrosophic sets have been developed to represent information based on the tripartite: truth, indeterminacy and falsity. Soft set is a mathematical framework which has the ability of independency of parameterizations in adequacy of uncertain sets. The flexibility of soft set permits to Express the assessments from multiple perspectives directly. This flexibility provides many advantages in theory and practice. Neutrosophic soft set is an extended type of soft set based on neutrosophic logic rather than Boolean logic (or binary logic, two-valued logic), and so it is a hybrid structure of the soft set and neutrosophic set.

Game theory is originally the mathematical modeling of competition and cooperation. In recent years, many interesting applications of game theory have been expanded by embedding the ideas of fuzzy set, neutrosophic set and soft set. Thus, various mathematical models of fuzzy games, soft games and neutrosophic soft games have been created. Since the space of neutrosophic soft sets is larger than fuzzy soft sets and intuitionistic fuzzy soft sets, the mathematical models of neutrosophic soft games can be applied for both fuzzy soft games and intuitionistic fuzzy soft games.

In this paper, the rudiments of a new extended type of neutrosophic soft set are presented. Moreover, an approach is proposed to measure the distance between two neutrosophic soft structures, and then based on this distance measure, a new model of neutrosophic soft game theory is created. To demonstrate the efficiency of the proposed model, a real-life neutrosophic soft game problem is discussed.

**Keywords:** Fuzzy Set, Neutrosophic Set, Neutrosophic Soft Set, Game Theory

## TRİ SODYUM SİDRAT KOMPLEKSLEŞTİRİCİ TUZUNUN KİMYASAL DEPOLAMA YÖNTEMİ KULLANILARAK ELDE EDİLEN MnS İNCE FİMLERİNİN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

**Doç. Dr. Cemal ULUTAŞ**

**ORCID NO:** 0000-0002-5735-1464

Hakkari University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Zeynel Bey Campus

**Zeynel BUDAK**

**ORCID NO:** 0000-0002-1210-9236

Hakkari University, Graduate Education Institute, Department of Physics, Zeynel Bey Campus

### ÖZET

$\gamma$ -MnS ince filmleri, 40 °C'de 0,5 M, 1 M, 1,5 M tri-sodyum sitrat kullanılarak Kimyasal Depolama Yöntemi ile cam alttabanlar üzerine elde edilmiştir. Tri-Sodyum Sitrat konsantrasyonuna bağlı olarak elde edilen filmlerin yapısal, optiksel ve elektriksel özellikleri incelenmiştir.  $\gamma$ -MnS ince filmlerin oda sıcaklığındaki optik geçirgenlik değerleri, UV-visible spektrofotometresi kullanılarak 300-1100 nm aralığında ölçülmüştür. Buna göre görünür bölgede (400-700 nm) 0,5 M tri-sodyum sitrat kullanılarak elde edilen filmin oda sıcaklığındaki ortalama geçirgenlik değeri % 71, 1 M kullanımında % 64 ve 1.5 M kullanımında % 61 olarak ölçülmüştür. Ayrıca optiksel sabitler olan yansıma değeri ( $R$ ), soğurma katsayısı ( $\alpha$ ), sönüm katsayısı ( $k$ ), kırılma indisi ( $n$ ), dielektrik sabitinin gerçekte ( $\epsilon_1$ ) ve imajiner ( $\epsilon_2$ ) kısmı ile filmlerin yasak enerji aralığı ( $E_g$ ) hesaplanmıştır. Filmlerin yapısal karakterizasyonu X-ışını Kırınımı (XRD), Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM), Enerji Dağılım X- Işını (EDAX) kullanılarak yapılmıştır. Filmlerin elektriksel karakterizasyonu Hall Ölçümü Sistemi kullanılarak yapılmıştır. 0.5 M Tri-Sodyum Sitrat kullanılarak elde edilen filmin amorf yapıda olduğu, konsantrasyonu artışına bağlı olarak c ekseninde (002) düzleminde hegzagonal yapıda kristalleşen filmlerin kristallik özelliğinin arttığı gözlenmiştir. Filmler n-tipi özellikler göstermiş olup elektriksel özdirençleri tri sodyum sitrat konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak  $10.03 \times 10^5$ ,  $9.6 \times 10^5$  ve  $4.1 \times 10^5$  ( $\Omega\text{cm}$ ) olarak ölçülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kimyasal Depolama Yöntemi,  $\gamma$ -MnS, İnce Film, Tri-Sodyum Sitrat, Optiksel Özellikler, Yapısal Özellikler

## EFFECT OF TRI SODIUM CITRATE COMPLEXING SALT ON THE PROPERTIES OF CHEMICAL BATH DEPOSITED MnS THIN FILMS

### ABSTRACT

$\gamma$ -MnS thin films were obtained on glass substrates by Chemical Bath Deposition (CBD) method using 0.5 M, 1 M, 1.5 M tri-sodium citrate at 40 °C. The structural, optical and electrical properties of the films obtained depending on the tri-sodium citrate concentration were examined. Optical transmittance values of  $\gamma$ -MnS thin films at room temperature were measured in the range of 300-1100 nm using UV-visible spectrophotometer. Accordingly, the average transmission were measured as 71%, 64% and 61% depending on the concentration of 0.5, 1, 1.5 M tri-sodium citrate in the visible region (400-700 nm). In addition, optical constants such as reflection value (R), absorption coefficient ( $\alpha$ ), extinction coefficient (k), refractive index (n), real ( $\epsilon_1$ ) and imaginary ( $\epsilon_2$ ) part of the dielectric constant and the energy band gap ( $E_g$ ) of the films were calculated. Structural characterization of films were performed using X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope (FE-SEM), Energy Dispersive X-ray (EDAX). Electrical characterization of films were measured using Hall Measurement System. It was observed that the film obtained by using 0.5 M tri-sodium citrate was formed in amorphous structure, and the crystallinity of the films that crystallized in hexagonal structure along the c axis in the (002) plane increased due to the increase in tri-sodium citrate concentration. The films showed n-type properties and their electrical resistivity we measured as  $10.03 \times 10^5$ ,  $9.6 \times 10^5$  and  $4.1 \times 10^5$  ( $\Omega\text{cm}$ ) depending on the increase in tri-sodium citrate concentration.

**KeyWords:**Chemical Bath Deposition Method,  $\gamma$ -MnS, Thin Film, Tri-Sodium Citrate,Optical Properties, Structural Properties

**SWIMMING MOTION OF MICROORGANISMS THROUGH NON-NEWTONIAN MUCUS****Dr. Zeeshan ASGHAR**

National University of Technology Pakistan

**ABSTRACT**

Soft nano-robots are transportable in hydrodynamic environment (governed by Stokes equations) just like propelling spermatozoa in female genital tract. In biomedicine these artificial crawlers which are useful for drug delivery, diagnostic, or therapeutic purposes are controlled via electric and magnetic sensors. In addition to the fluid rheology these external forces tend to reduce/enhance the speed of sperm cells to control the fertility.

To investigate such effects on active swimmer we calculate the speed of an undulating sheet propelling through non-Newtonian fluid. The swimmers are assumed to be bounded in a multi sinusoidal channel with magnetic effects. The dynamical interaction of the micelles aligned along the wall of the channel is also considered. After utilizing Galilean transformation, dimensionless variables, stream function, low Reynolds and long wavelength approximation on momentum equation one arrives at the fourth order ordinary differential equation with four boundary conditions involving two unknowns i.e. flow rate and organism speed. This BVP is solved numerically via MATLAB 2019b. Unknowns satisfying the dynamic equilibrium conditions are simulated via modified Newton-Raphson method. Consequently, work done by the microorganism is also computed.

---

**SOME RESULTS ON ZWEIER I-CONVERGENT SEQUENCE SPACES**

**Assoc. Prof. Dr. Vakeel A. KHAN**

Department of Mathematics, A.M.U., Aligarh -202002(INDIA)

**ABSTRACT**

In this article we introduce the Zweier I-convergent sequence spaces . We prove the decomposition theorem and study topological, algebraic properties.

## MONITORING OF MULTIPLE LOOSENED BOLTS THROUGH FASTER RCNN TRAINED ON SYNTHETIC DATA AND HOUGH TRANSFORM

**Thanh-Canh HUYNH**

Faculty of Civil Engineering, Duy Tan University, 03 Quang Trung, Hai Chau, Danang 550000, Vietnam;  
Center for Construction, Mechanics and Materials, Institute of Research and Development, Duy Tan University,  
03 Quang Trung, Hai Chau, Danang 550000, Vietnam

### ABSTRACT

A deep learning-based structural health monitoring technique, when trained on limited data, could be lack of the robustness and the generality over a wide range of realistic situations. The usage of synthetic data has shown promising values to overcome the issues on the limited number of training datasets and to advance the perception of a deep learning model. In this study, multi-bolt connection looseness is monitored using a deep learning model trained on synthetic data and image processing. The main idea is to detect bolts in the connection image using a Faster RCNN (regional convolutional neural network)-based object detector and to estimate bolt looseness using a Hough transform-based approach. Firstly, a realistic graphical model of a representative bolted joint is created in a virtual environment, from which synthetic training data is generated. Secondly, a Faster RCNN-based bolt detector is constructed and trained by the generated synthetic data. Thirdly, an image processing process based on Hough transform is used to track the motion of bolts for loosened bolt detection. The feasibility of the proposed method is validated on a lab-scale bolted joint under looseness of multiple bolts. The obtained results show that the YOLO bolt detection model trained on synthetic data accurately detected bolts and multi loosened bolts in the connection were well-identified by the proposed method.

**Keywords:** structural health monitoring, bolt looseness, deep learning, image processing, Hough transform, Faster RCNN

**Acknowledgement:** This research is funded by Vietnam National Foundation for Science and Technology Development (NAFOSTED) under grant number 107.01-2019.332



**PROPER BIHARMONIC VECTOR FIELD**

**Dr. Nour El HOUDA DJAA**  
Relizane University, Algeria

**ABSTRACT**

In this paper, we introduce the Mus-Sasaki metric on the tangent bundle  $TM$  by a deformation of Sasaki metric over an  $n$ -dimensional Riemannian manifold  $(M, g)$ . First we investigate the geometry of the Mus-Sasaki metrics when  $(M, g)$  is flat manifold and we characterize the harmonic to construct some examples of proper biharmonic vector field (biharmonic not harmonic).

**Key Words:** Horizontal lift, Vertical lift, Mus-Sasaki metric, biharmonic vector field.

**AERIAL PASSENGER CABLE CARS AS PART OF THE SMART CITY CONCEPT****Prof. Dr. Alexander LAGEREV****ORCID NO:** 0000-0003-0380-5456

Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, Institute of Fundamental and Applied Research, Research Laboratory of Transport and Logistics Robotic Technologies and Complexes of a Safe Urbanized Environment

**Academician Igor LAGEREV****ORCID NO:** 0000-0002-0921-6831

I.G. Petrovskii Bryansk State University, Physics and Mathematics Faculty, Department of Informatics and Applied Mathematics

**ABSTRACT**

The present time is characterized by a rapid increase in the level of urbanization in many countries of Europe, Asia and America, the formation of large megalopolises with their subsequent merger and the formation of urban agglomerations and conurbations. The only effective alternative to ensuring sustainable livelihoods of the socio-economic, production and transport infrastructure of such highly urbanized territories is the practical implementation of the Smart City concept, which has been intensively developed in recent years. One of the six key indicators that characterize the Smart City concept is the indicator "Smart mobility". According to opinion polls, this indicator is noted as a priority by more than 4/5 researchers in the field of urban studies of the future. A key problem for the development of public transport in highly urbanized areas is a significant shortage of land for the construction of new multi-lane highways. Under such conditions, aerial cable cars, the technological equipment of which is based on the use of mechatronic motion modules, have objective prospects for use, since they belong to the off-street type of intelligent transport systems and implement a partial transfer of traffic flows into the overhead space. The main technical and social advantages of cable cars in comparison with traditional types of ground public transport are: high average speed of passenger movement and clear predictability of travel time; no loss of time for forced downtime and waiting in traffic jams; lack of road accidents; preservation of the existing road and street network and engineering infrastructure in the city; use of electric traction that does not have a negative impact on the environment, low noise and vibration levels, no harmful emissions; minimal land allocation, no need to buy out or alienate expensive land plots, demolish existing buildings and structures for laying a ground route.

**Keywords:** Smart City Concept, Smart Mobility, Intelligent Transport Systems, Cable Cars

**LİNEER OLMAYAN DENKLEMLERİN SAYISAL ÇÖZÜMÜ İÇİN YİNELEMELİ DÖRDÜNCÜ MERTEBEDEN YAKINSAK OPTİMAL YÖNTEMLER****Bahar KAYA**

Çankırı Karatekin University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Uluyazı Campus

**Prof. Dr. Ahmet Yaşar ÖZBAN****ORCID NO: 0000-0002-3296-7342**Çankırı Karatekin University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Uluyazı Campus  
Republic of Turkey, Assessment, Selection and Placement Center (ÖSYM), Bilkent 06800 ANKARA**ÖZET**

Bu çalışmada,  $f: R \rightarrow R$  bir  $x$  reel değişkeninin fonksiyonu olmak üzere,  $f(x) = 0$  biçimindeki doğrusal olmayan denklemlerin sayısal çözümünde kullanılabilecek bazı yinelemeli yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemler  $f$  fonksiyonunun basit sıfır yerleri için dördüncü mertebeden yakınsak olup,  $f(x) = 0$  denkleminin bir çözümüne her bir yeni yaklaşımın elde edilmesi için üç yeni fonksiyon değerinin hesaplanması gerektiğinden Kung-Traub Konjektürü anlamında optimaldirler. Geliştirilen çok-noktalı yöntemlerin yakınsaklık analizleri Taylor seri açılımı yöntemi yardımıyla gerçekleştirilerek dördüncü mertebeden yakınsak olduklarını gösteren hata denklemleri elde edilmiştir. Yöntemlerin etkinliklerini göstermek amacıyla ilgili alanda mevcut olan ve yaygın olarak bilinen bazı yöntemlerle karşılaştırmaları bazı test problemleri kullanılarak yapılmıştır. Sayısal sonuçlar üzerinden kıyaslamalar, yeni geliştirilen yöntemlerin mevcut yöntemler kadar etkin olduğunu, bazı test problemlerinde çok daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sayısal Çözüm, Yinelemeli Yöntem, Yakınsaklık Mertebesi, Optimal Yöntem, Dördüncü Mertebeden Yöntem.

**OPTIMAL FOURTH-ORDER CONVERGENT ITERATIVE METHODS FOR THE NUMERICAL SOLUTION OF NONLINEAR EQUATIONS****ABSTRACT**

In this study, some iterative methods which can be used for the numerical solution of nonlinear equations of the form  $f(x) = 0$ , where  $f: R \rightarrow R$  is a function of a real variable  $x$ , are developed. The methods developed are fourth-order convergent for the simple zeros of the function  $f$  and they are optimal in the sense of *Kung-Traub Conjecture*, as three new function values must be evaluated in getting each new approximation to a solution of the nonlinear equation  $f(x) = 0$ . Convergence analysis of the newly developed multi-point methods was performed using Taylor series expansion method and error equations showing that they are fourth-order convergent were obtained. In order to investigate the effectiveness of the methods, comparisons were made with some widely known methods that are available in the relevant field, using some test problems. Comparisons based on

numerical results have shown that newly developed methods are as effective as existing methods and gives better results in some test problems.

**Keywords:** Numerical Solution, Iterative Method, Order of Convergence, Optimal Method, Fourth-Order Method.

## 1. GİRİŞ

Nümerik Analizin önemli problemlerinden bir tanesi,  $f:R \rightarrow R$  bir  $x$  bağımsız değişkeninin fonksiyonu olmak üzere,  $f(x) = 0$  biçimindeki doğrusal olmayan denklemlerin çözümlerinin belirlenmesidir. Problem iki aşamalıdır: ilk aşama;  $f(x) = 0$  denkleminin belirli bir  $I \subseteq R$  aralığında çözümünün olup olmadığının belirlenmesi, ikinci aşama ise;  $I \subseteq R$  aralığında bir çözüm/çözümler varsa, bu çözümün/çözümlerin bulunmasıdır. Bu tipteki denklemlerin çözümlerinin cebirsel yöntemlerle/formüllerle tam olarak belirlenmesi her zaman için mümkün olmadığından bu tip denklemlere *sayısal çözümler* (veya, eşdeğer olarak, denklemlerin çözümlerine *yaklaşımlar*) elde etmek amacıyla *yinelemeli yöntemler* adı verilen bazı yöntemler geliştirilmiştir.  $f$ , yeteri kadar türevlenebilir bir fonksiyon olmak üzere,  $\alpha \in R$  sayısı  $f$  fonksiyonunun bir sıfır yeri, veya eşdeğer olarak,  $f(x) = 0$  denkleminin bir çözümü olsun.  $\varepsilon_1, \varepsilon_2 >$  istenildiği kadar küçük sayılar olmak üzere,  $|x^* - \alpha| \leq \varepsilon_1$  ve/veya  $|f(x^*)| \leq \varepsilon_2$  şartlarını sağlayan bir  $x^* \in R$  sayısına  $f(x) = 0$  denkleminin bir *sayısal çözümü* adı verilir. Bu tipteki denklemlerin sayısal çözümlerinin elde edilmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntemler, *yinelemeli (iteratif) yöntemler*dir. İlgili bir denklemin çözümüne önceki *yaklaşımı* (veya, sıralarını değiştirmeksizin, *yaklaşımları*) kullanarak *yeni yaklaşımlar* veren yöntemler *yinelemeli yöntemler* olarak adlandırılır. Burada amaç;  $x_0 \in R$  değeri,  $f(x) = 0$  denkleminin bir  $\alpha \in R$  çözümüne *ilk (başlangıç)* yaklaşım olmak üzere  $\alpha \in R$  çözümüne *yakınsayan* bir  $\{x_n\}_{n=0}^{\infty}$  reel sayılar dizisinin üretilmesi, yani  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \alpha$  olmasıdır. Bu tip denklemlerin çözümünde en yaygın olarak kullanılan ve bilinen *Newton-Raphson* (veya *Newton*) *yinelemeli yöntemi*

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}, n = 0, 1, \dots \quad (1)$$

ifadesi ile verilmekte olup,  $x_0$  denklemin aranılan çözümüne ilk yaklaşımdır. Sadece bir önceki yaklaşımı kullanarak yeni yaklaşım veren yöntemlere *hafızasız yinelemeli yöntemler*, sıralamalarını değiştirmeksizin önceki iki veya daha fazla sayıdaki yaklaşımı kullanarak yeni yaklaşım veren yöntemlere ise *hafızalı yöntemler* adı verilir. Buna göre, örneğin, (1) ifadesi ile verilen Newton yöntemi hafızasız bir yöntem iken,

$$x_{n+1} = x_n - f(x_n) \frac{x_n - x_{n-1}}{f(x_n) - f(x_{n-1})}, n = 1, 2, \dots \quad (2)$$

ifadesi ile verilen *Secant (Kesen) yöntemi*  $x_{n+1}$  yeni yaklaşımın elde edilebilmesi için önceki iki yaklaşım olan  $x_n$  ve  $x_{n-1}$  değerlerinin bilinmesi gerekir. Dolayısıyla Kesen yöntemi hafızalı bir yöntemdir.

$\alpha \in R$  sayısı,  $f(x) = 0$  denkleminin bir çözümü olsun. Yinelemeli yöntemlerde yakınsaklığın gerçekleşmesi, yani  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \alpha$  olmasının yanında, yakınsama oranının veya daha doğru bir ifade ile *yakınsaklık mertebesinin* de büyük olması istenir. Buna ilişkin tanım aşağıdadır.

**Tanım 1**(Wait, 1979). *Yinelemeli bir yöntem tarafından üretilen  $\{x_n\}_{n=0}^{\infty}$  reel sayılar dizisi  $\alpha$  limitine yakınsak, yani  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \alpha$  ve*

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{x_{n+1} - \alpha}{(x_n - \alpha)^p} = C$$

*olacak şekilde  $C \neq 0$  ve  $p \geq 1$  sayıları mevcutsa yöntemin yakınsaklık mertebesi  $p$ 'dir denir ve  $C$  sayısı asimptotik hata sabiti olarak adlandırılır.*

$p = 1$  ise yöntem *lineer yakınsaktır*.  $p = 2$  ve  $p = 3$  için ise yöntem, sırasıyla, *kuadratik (ikinci mertebeden)* ve *kübik (üçüncü mertebeden)* yakınsaktır denir.

Bu kapsamda Newton yöntemi basit kökler ( $f(\alpha) = 0, f'(\alpha) \neq 0$ ) için ikinci mertebeden yakınsak iken ( $p = 2$ ), katlı kökler ( $f(x) = (x - \alpha)^m h(x), h(\alpha) \neq 0, m > 1$ ) için ise doğrusal olarak yakınsaktır ( $p = 1$ ).

Yinelemeli bir yöntem tarafından üretilen  $\{x_n\}_{n=0}^{\infty}$  dizisi için  $e_n = x_n - \alpha, n = 0, 1, \dots$ ; değeri  $n$ . adımdaki hata olsun. Bu durumda

$$e_{n+1} = C e_n^p + O(e_n^{p+1})$$

ifadesi  $\{x_n\}_{n=0}^{\infty}$  dizisini üreten yinelemeli yönteme ilişkin *hata denklemi* olarak adlandırılır. Bu çalışmada tanıtılacak yeni yöntemlerin yakınsaklık mertebelerinin belirlenmesi için ilgili yöntemlere ait hata denklemleri elde edilmiştir.

Lineer olmayan bir  $f(x) = 0$  denkleminin bir çözümüne yeni yaklaşımlar elde etmek amacıyla önceki yaklaşımı (veya yaklaşımları) kullanarak ürettiği *ara değeri/değerleri* de kullanan yöntemlere *çok-noktalı yinelemeli yöntemler* adı verilir. Bu anlamda daha önce bahsedilen ve

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}, n = 0, 1, \dots$$

ile verilen Newton yöntemi *tek-noktalı yinelemeli yöntem* iken,  $y_n$  ara değeri Newton yöntemi ile, yani  $y_n = x_n - f(x_n)/f'(x_n)$  ile verilen ve

$$x_{n+1} = x_n - \frac{2f(x_n)}{f'(x_n) + f'(y_n)}, n = 0, 1, \dots \quad (3)$$

ifadesi ile tanımlanan (Weerakoon ve Fernando, 2000) yöntemi çok-noktalı bir yöntemdir.

Sayısal çözümlerin elde edilmesinde kullanılan yinelemeli yöntemlerin karşılaştırılmasında kullanılan önemli kriterlerden bir tanesi de her bir yeni yaklaşım için gerekli *yeni fonksiyon (değeri) hesaplama sayısıdır*. Bu bağlamda, Newton yöntemi ile yeni bir yaklaşım elde edilebilmesi için her bir adımda iki yeni fonksiyon hesabı ( $f(x_n)$  ve  $f'(x_n)$ ) gerekirken, (3) ifadesi ile verilen yinelemeli yöntem ile yeni bir yaklaşım elde edilebilmesi için her bir adımda üç yeni fonksiyon hesabı ( $f(x_n)$ ,  $f'(x_n)$  ve  $f'(y_n)$ ) gerekmektedir. Çalışmamızla ilgili olarak vereceğimiz son kavram bu konu ilgili olup aşağıdadır.

**Kung-Traub Konjektürü** (Kung ve Traub, 1974). *Her bir yeni yaklaşım için k tane yeni fonksiyon hesabı gerektiren çok-noktalı hafızasız yinelemeli yöntemlerin yakınsaklık mertebesi en fazla  $2^{k-1}$  olur.* Yakınsaklık mertebesi  $2^{k-1}$  olan çok-noktalı hafızasız yöntemler *optimal yöntemler* olarak adlandırılır. Buna göre, her bir adımda iki yeni fonksiyon hesabı yapan ve basit kökler için ikinci mertebeden yakınsak olan Newton yöntemi optimal bir yöntem iken, (3) ifadesi ile tanımlanan, her bir adımda üç yeni fonksiyon hesabı yapan ve basit kökler için üçüncü mertebeden yakınsak olan yöntem ise optimal olmayan bir yöntemdir.

Literatürde hızlı yakınsamanın gerçekleştirilmesi amacıyla 3., 4., 5. ve daha yüksek merteden hafızalı veya hafızasız, tek-noktalı veya çok-noktalı, optimal olan veya olmayan birçok yöntem geliştirilmiştir. Biz bu çalışmada yeni geliştirdiğimiz yinelemeli, dördüncü-mertebeden yakınsak, hafızasız, çok-noktalı ve optimal yöntemleri tanıtır, literatürde mevcut olan aynı tipteki yöntemlerle sayısal testler üzerinden karşılaştırmaları sunacağız.

## 2. DÖRDÜNCÜ MERTEBEDEN YAKINSAK BAZI YÖNTEMLER

Her bir yeni yaklaşım için üç tane yeni fonksiyon hesabı gerektiren ( $k = 3$ ) dördüncü-mertebeden yakınsak ( $p = 4$ ) çok-noktalı, hafızasız yinelemeli yöntemlerin optimal olduğunu biliyoruz ( $2^{k-1} = 2^{3-1} = 2^2 = 4 = p$ ). Bunların en iyi bilinen üç örneği;

(i)

$$y_n = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

olmak üzere

$$x_{n+1} = y_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \frac{f(y_n)}{f(x_n) - 2f(y_n)}, n = 0, 1, \dots \quad (4)$$

ifadesi ile verilen *Ostrowski yöntemi* (Ostrowski, 1966);

(ii)

$$y_n = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

olmak üzere *King*'in

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(y_n)}{f'(x_n)} \frac{f(x_n) + (\beta + 2)f(y_n)}{f(x_n) + \beta f(y_n)}, n = 0,1, \dots \quad (5)$$

ifadesi ile verilen *tek-parametrelili yöntemler ailesi* (King, 1973). Burada  $\beta = -2$  değeri için Ostrowski yöntemi elde edilir.

(iii)

$$y_n = x_n - \frac{2f(x_n)}{3f'(x_n)}$$

olmak üzere

$$x_{n+1} = x_n - \frac{1}{2} \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \frac{3f'(y_n) + f'(x_n)}{3f'(y_n) - f'(x_n)}, n = 0,1, \dots \quad (6)$$

ifadesi ile verilen *Jarratt yöntemi* (Jarratt, 1966).

Burada verilen yöntemlerden esinlenerek geliştirdiğimiz dördüncü-mertebeden yakınsak, hafızasız çok noktalı yöntemlerden (Özban ve Kaya, 2021) üç tanesi ile karşılaştırmalarda kullanacağımız ve literatürde yer alan aynı tipten bazı yöntemleri izleyen bölümde vereceğiz.

### 3. DÖRDÜNCÜ MERTEBEDEN YAKINSAK YENİ YÖNTEMLER

Geliştirdiğimiz dördüncü-mertebeden yakınsak yöntemlerden (Özban ve Kaya, 2021) üç tanesine bu bildiri kapsamında yer vereceğiz. Yeni yöntemlerimiz,  $u_n = f(x_n)/f'(y_n)$  ve

$$y_n = x_n - \frac{2f(x_n)}{3f'(x_n)}$$

olmak üzere sırasıyla;

(a)

$$x_{n+1} = x_n - \frac{5(f'(y_n))^2 - 12f'(x_n)f'(y_n) + 15(f'(x_n))^2}{8(f'(y_n))^2} u_n, n = 0,1, \dots \quad (7)$$

ifadesi ile tanımladığımız ve hata denklemi olarak

$$e_{n+1} = \left( -\frac{1}{27}c_2^3 - c_2c_3 + \frac{1}{9}c_4 \right) e_n^4 + O(e_n^5)$$

ifadesini elde ettiğimiz yöntem (*M1*);

(b)

$$x_{n+1} = x_n - \frac{16(f'(y_n))^2}{3(f'(y_n))^2 + 22f'(x_n)f'(y_n) - 9(f'(x_n))^2} u_n, n = 0,1, \dots \quad (8)$$

ifadesi ile tanımladığımız ve hata denklemi olarak

$$e_{n+1} = \left( \frac{2}{3}c_2^3 - c_2c_3 + \frac{1}{9}c_4 \right) e_n^4 + O(e_n^5)$$

ifadesini elde ettiğimiz yöntem (M2);

(c)

$$x_{n+1} = x_n - \frac{4(f'(x_n))^2 + 12(f'(y_n))^2}{-3(f'(y_n))^2 + 18f'(x_n)f'(y_n) + (f'(x))^2} u_n, n = 0, 1, \dots \quad (9)$$

ifadesi ile tanımladığımız ve hata denklemi olarak

$$e_{n+1} = \left( \frac{32}{27}c_2^3 - c_2c_3 + \frac{1}{9}c_4 \right) e_n^4 + O(e_n^5)$$

ifadesini elde ettiğimiz yöntem (M3).

#### 4. SAYISAL SONUÇLAR

Yeni geliştirilen yöntemlerin etkinliklerini belirlemek amacıyla, yeni geliştirdiğimiz yöntemler ile literatürde mevcut olan bazı yöntemler farklı test problemlerine uygulanarak elde edilen sayısal sonuçlar üzerinden kıyaslanmıştır. Kıyaslamalarda daha önce tanıtmış olduğumuz *Ostrowski*, *King* ve *Jarratty* yöntemlerine ek olarak literatürde mevcut olan aşağıdaki dördüncü mertebeden yakınsak, çok noktalı, yinelemeli, hafızasız ve optimal yöntemler de kullanılmıştır.

(i) *Maheshwari* tarafından geliştirilen (Maheshwari, 2009) ve  $y_n = x_n - f(x_n)/f'(y_n)$  olmak üzere

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \left( \left( \frac{f(y_n)}{f(x_n)} \right)^2 + \frac{f(x_n)}{f(x_n) - f(y_n)} \right), n = 0, 1, \dots \quad (10)$$

ifadesi ile tanımlanan yöntem (MA);

(ii) *Artidiello*, *Chicharro*, *Cordero* ve *Torregrosa* tarafından geliştirilen (Artidiello, Chicharro, Cordero ve Torregrosa, 2013) ve  $y_n = x_n - f(x_n)/f'(y_n)$  olmak üzere

$$x_{n+1} = y_n - \frac{f(y_n)}{f'(x_n)} \frac{(f(x_n) + f(y_n))^2}{(f(x_n))^2 - 5(f(y_n))^2}, n = 0, 1, \dots \quad (11)$$

ifadesi ile verilen yöntem (ACCT);

(iii) *Ghanbari* tarafından geliştirilen (Ghanbari, 2011) ve  $y_n = x_n - f(x_n)/f'(y_n)$  olmak üzere

$$x_{n+1} = y_n - \frac{f(y_n)}{f'(x_n)} \frac{(f(x_n) + 2f(y_n))^2}{(f(x_n) + f(y_n))^2}, n = 0, 1, \dots \quad (12)$$

ifadesi ile verilen yöntem (GH);

(iv) *Kou* ve *Wang* tarafından geliştirilen (Kou ve Wang, 2007) ve  $y_n = x_n - f(x_n)/f'(y_n)$  olmak üzere



$$x_{n+1} = x_n - \frac{(f(x_n))^2 + (f(y_n))^2}{f'(x_n)(f(x_n) - f(y_n))}, n = 0,1, \dots \quad (13)$$

ifadesi ile verilen yöntem (KW);

(v) *Chun, Lee, Neta* ve *Dzunic* tarafından geliştirilen (Chun, Lee, Neta ve Dzunic, 2012) ve

$$x_{n+1} = x_n - \frac{16f(x_n)f'(x_n)}{-5(f'(x_n))^2 + 30f'(x_n)f'(y_n) - 9(f'(y_n))^2}, n = 0,1, \dots \quad (14)$$

ifadesi ile verilen yöntem (CLND);

(vi) *Behl, Maraju* ve *Motsa* tarafından geliştirilen (Behl, Maraju ve Motsa, 2017) ve

$$x_{n+1} = x_n - \frac{(f(x_n) - f(y_n)) \left( (f(x_n))^2 - 2f(x_n)f(y_n) \right) u_n}{(f(x_n) - 2f(y_n)) \left( (f'(x_n))^2 - 3f'(x_n)f'(y_n) + (f'(y_n))^2 \right)}, n = 0,1, \dots \quad (15)$$

ifadesi ile verilen yöntem (BMM).

Bahsedilen yöntemlerin lineer olmayan farklı denklemlere uygulanmasıyla elde edilen sayısal sonuçlar aşağıda Tablo 1-8’de gösterilmiştir. Burada;  $f$ , yöntemlerin uygulandığı test fonksiyonunu,  $x_0$  değeri  $f(x) = 0$  denkleminin  $\alpha$  çözümüne ilk yaklaşımı göstermekte olup, tüm hesaplamalar MAPLE 8 yazılımı ile ve işlemlerde 1500 hane (Digits:=1500) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.  $f(x) = 0$  denkleminin aranan  $\alpha$  çözümünün tam sayı olmadığı durumlarda Newton yöntemi kullanılarak  $\alpha$  çözümüne 1500 hane doğrulukla elde edilen yaklaşım, tablolardaki  $|x_1 - \alpha|$ ,  $|x_2 - \alpha|$ ,  $|x_4 - \alpha|$  ve  $|x_5 - \alpha|$  değerlerinin hesaplanmasında  $\alpha$  yerine kullanılmıştır. Yöntemlerin yakınsamadığı durumlar NC şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 1:  $f(x) = x^3 + 4x^2 - 10, \alpha \approx 1.365230013, x_0 = 0.8$

Yöntem	$ x_1 - \alpha $	$ x_2 - \alpha $	$ x_4 - \alpha $	$ x_5 - \alpha $
MA	3.54e-01	3.01e-03	7.57e-43	1.45e-169
M1	2.56e-02	1.65e-08	1.37e-132	1.20e-529
M2	<b>6.19e-03</b>	<b>7.14e-11</b>	<b>1.27e-169</b>	<b>1.26e-677</b>
M3	2.35e-02	3.23e-08	2.27e-125	2.90e-500
BMM	1.37e-02	1.09e-09	8.71e-152	1.71e-606
CLND	1.29e-01	4.36e-05	6.26e-74	3.16e-294
ACCT	2.96e-01	2.77e-04	8.24e-62	6.82e-246
GH	NC	NC	NC	NC
JA	2.12e-02	1.73e-08	3.50e-130	1.32e-519
KI ( $\beta = -1.5$ )	8.31e-02	8.35e-06	2.05e-85	3.64e-340
KW	1.71e-01	1.89e-04	9.66e-63	2.82e-249
OS	2.12e-02	1.73e-08	3.50e-130	1.32e-519

Tablo 2:  $f(x) = (x - 1)^3 - 1, \alpha = 2, x_0 = 3$

Yöntem	$ x_1 - \alpha $	$ x_2 - \alpha $	$ x_4 - \alpha $	$ x_5 - \alpha $
MA	1.68e-01	1.36e-03	8.81e-44	2.21e-172
MI	5.82e-02	2.59e-06	2.93e-92	2.74e-367
M2	7.38e-02	9.12e-06	9.36e-84	2.56e-333
M3	1.06e-01	8.36e-05	2.53e-66	3.49e-263
<b>BMM</b>	<b>1.17e-02</b>	<b>5.90e-09</b>	<b>8.83e-135</b>	<b>2.03e-537</b>
CLND	1.26e-01	2.65e-04	7.68e-57	5.79e-225
ACCT	4.15e-02	2.71e-06	3.51e-89	2.03e-354
GH	1.92e-01	2.91e-03	1.41e-37	2.25e-147
JA	9.22e-02	3.89e-05	3.68e-72	1.22e-286
KI ( $\beta = -2.4$ )	4.33e-02	2.92e-07	1.20e-109	2.78e-437
KW	1.53e-01	7.97e-04	3.52e-48	4.11e-190
OS	9.22e-02	3.89e-05	3.68e-72	1.22e-286

Tablo 3:  $f(x) = x^2 - e^x - 3x + 2, \alpha \approx 2.575302854, x_0 = 2.2$

Yöntem	$ x_1 - \alpha $	$ x_2 - \alpha $	$ x_4 - \alpha $	$ x_5 - \alpha $
MA	9.81e-02	2.47e-07	7.39e-120	6.18e-480
MI	4.43e-01	2.53e-04	4.56e-69	2.99e-276
M2	4.13e-01	1.58e-04	1.52e-72	3.44e-290
M3	1.79e-01	5.63e-06	7.52e-96	1.90e-383
BMM	1.34e+00	1.04e-02	8.35e-44	2.59e-175
CLND	7.99e-02	2.02e-07	3.15e-119	5.23e-477
ACCT	6.82e-01	1.34e-03	9.76e-58	5.58e-231
GH	1.99e-01	3.52e-06	8.87e-105	2.69e-420
JA	2.78e-01	3.19e-05	9.73e-84	5.46e-335
KI ( $\beta = -1.5$ )	8.55e-02	1.85e-07	1.25e-120	9.14e-483
<b>KW</b>	<b>3.65e-02</b>	<b>5.39e-09</b>	<b>1.01e-145</b>	<b>2.99e-583</b>
OS	3.26e-01	4.44e-05	4.35e-82	1.62e-328

Tablo 4:  $f(x) = xe^{x^2} - \sin x^2 + \cos x + 10, \alpha \approx -1.37876, x_0 = -1.8$

Yöntem	$ x_1 - \alpha $	$ x_2 - \alpha $	$ x_4 - \alpha $	$ x_5 - \alpha $
MA	1.11e-01	1.83e-03	5.40e-38	1.73e-148
M1	1.62e-02	3.12e-07	2.12e-101	9.76e-403
M2	<b>2.09e-02</b>	<b>5.66e-08</b>	<b>8.44e-119</b>	<b>1.91e-473</b>
M3	6.19e-02	4.31e-05	2.95e-68	2.20e-270
BMM	1.26e-01	1.41e-03	6.90e-43	1.12e-168
CLND	7.91e-02	2.46e-04	6.17e-54	1.17e-212
ACCT	1.85e-02	1.56e-06	2.17e-88	2.52e-350
GH	1.28e-01	4.14e-03	2.59e-31	1.49e-121
JA	4.47e-02	6.92e-06	4.30e-82	5.90e-326
KI ( $\beta = -2.4$ )	3.62e-02	6.93e-06	1.90e-80	4.81e-319
KW	1.01e-01	9.99e-04	5.29e-43	1.10e-168
OS	4.07e-02	3.85e-06	1.20e-86	2.90e-344

Tablo 5:  $f(x) = e^{x^2+7x+30} - 1, \alpha = -10, x_0 = -9.9$

Yöntem	$ x_1 - \alpha $	$ x_2 - \alpha $	$ x_4 - \alpha $	$ x_5 - \alpha $
MA	NC	NC	NC	NC
M1	4.39e-02	1.38e-03	4.90e-35	1.11e-135
M2	<b>1.47e-02</b>	<b>3.76e-08</b>	<b>7.99e-115</b>	<b>3.56e-456</b>
M3	5.90e-03	1.85e-07	1.76e-97	1.50e-385
BMM	3.75e-02	5.04e-04	4.56e-42	8.29e-164
CLND	1.22e-01	1.26e-01	1.31e-01	1.32e-01
ACCT	2.05e-01	1.76e-02	1.93e-16	6.65e-61
GH	NC	NC	NC	NC
JA	1.49e-02	4.78e-06	8.74e-76	6.03e-299
KI ( $\beta = -2.2$ )	4.82e-02	5.40e-04	2.45e-46	7.61e-182
KW	NC	NC	NC	NC
OS	1.39e-02	3.30e-06	1.37e-78	3.28e-310

Tablo 6:  $f(x) = \sin x^2 - x^2 + 2, \alpha \approx 1.725208875, x_0 = 2.4$

Yöntem	$ x_1 - \alpha $	$ x_2 - \alpha $	$ x_4 - \alpha $	$ x_5 - \alpha $
MA	1.40e-02	2.16e-08	1.66e-124	4.47e-496
M1	<b>6.83e-03</b>	<b>3.29e-11</b>	<b>8.44e-178</b>	<b>6.82e-711</b>
M2	8.07e-03	4.71e-10	1.07e-154	1.46e-617
M3	9.25e-03	1.33e-09	2.19e-146	4.27e-584
BMM	6.94e-03	6.70e-11	2.86e-171	1.89e-684
CLND	1.06e-02	3.61e-09	2.04e-138	5.16e-552
ACCT	6.43e-03	1.80e-10	2.30e-161	3.14e-644
GH	1.64e-02	5.90e-08	1.10e-116	1.27e-464
JA	8.78e-03	9.31e-10	3.30e-149	1.90e-595
KI ( $\beta = -2.2$ )	8.46e-03	5.71e-10	2.28e-153	3.02e-612
KW	1.27e-02	1.13e-08	1.36e-129	1.54e-516
OS	9.29e-03	1.23e-09	4.00e-147	4.32e-587

Tablo 7:  $f(x) = e^x \sin x + \ln(1 + x^2), \alpha = 0, x_0 = 0.8$

Yöntem	$ x_1 - \alpha $	$ x_2 - \alpha $	$ x_4 - \alpha $	$ x_5 - \alpha $
MA	1.21e-01	1.89e-03	7.45e-37	9.67e-144
M1	7.10e-02	1.86e-05	2.19e-76	2.33e-303
M2	7.92e-02	1.20e-04	4.08e-60	1.27e-237
M3	9.14e-02	3.29e-04	9.42e-52	6.90e-204
BMM	<b>5.90e-02</b>	<b>1.59e-06</b>	<b>2.18e-94</b>	<b>1.51e-375</b>
CLND	1.01e-01	6.47e-04	7.62e-46	5.16e-180
ACCT	6.50e-02	2.77e-05	5.74e-69	9.43e-273
GH	1.34e-01	3.29e-03	3.74e-32	9.27e-125
JA	8.63e-02	2.28e-04	1.05e-54	8.99e-216
KI ( $\beta = -2.2$ )	7.83e-02	1.08e-04	4.33e-61	1.46e-241
KW	1.13e-01	1.30e-03	4.54e-40	9.90e-157
OS	8.65e-02	2.32e-04	1.48e-54	3.48e-215

Tablo 8:  $f(x) = \cos(\pi x/2) + \frac{\ln(x^2+2x+2)}{1+x^2}$ ,  $\alpha = -1, x_0 = -0.2$

Yöntem	$ x_1 - \alpha $	$ x_2 - \alpha $	$ x_4 - \alpha $	$ x_5 - \alpha $
MA	1.95e-02	2.47e-08	1.90e-126	2.05e-504
M1	3.28e-02	3.45e-08	7.34e-128	8.26e-511
M2	3.30e-02	6.58e-08	4.28e-122	1.71e-487
M3	3.31e-02	8.92e-08	2.32e-119	1.97e-476
BMM	1.72e-02	2.64e-09	1.30e-145	8.37e-582
CLND	3.33e-02	1.29e-07	4.36e-116	3.39e-463
ACCT	1.63e-02	3.86e-10	3.29e-164	3.14e-657
GH	2.09e-02	4.65e-08	2.67e-121	1.13e-483
JA	3.31e-02	8.09e-08	3.04e-120	5.31e-480
KI ( $\beta = -2.2$ )	<b>1.75e-02</b>	<b>4.74e-09</b>	<b>1.81e-140</b>	<b>5.28e-561</b>
KW	1.89e-02	1.69e-08	1.45e-129	5.66e-517
OS	1.77e-02	6.32e-09	5.87e-138	7.35e-551

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada; lineer olmayan denklemlerin sayısal çözümü için yinelemeli, çok noktalı ve hafızasız yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemlerin yakınsaklık analizleri yapılarak hata denklemleri elde edilmiş ve dördüncü-mertebeden yakınsak, hafızasız, optimal yöntemler oldukları gösterilmiştir. Literatürde mevcut olan aynı tipteki bazı yöntemlerle performanslarının karşılaştırılması kaynakçadaki makalelerde yer alan bazı test fonksiyonları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sayısal sonuçlar, geliştirilen yeni yöntemlerin mevcut yöntemlerle rahatlıkla rekabet edebilir olduklarını ve aynı başlangıç değerleri için bazı lineer olmayan denklemlerin çözümlerine en iyi sayısal yaklaşımlar verdiklerini göstermiştir.

## KAYNAKÇA

- Behl, R., Maraju, P., Motsa, S.S. (2017). A family of second derivative free fourth order continuation method for solving nonlinear equations, J. Comput. Appl. Math. 318, 38-46.
- Chun, C. (2006). Construction of Newton-like iterative methods for solving nonlinear equations, Numer. Math. 104, 297-315.
- Chun, C., Lee, M.Y., Neta, B., Dzunic, J. (2012). On optimal fourth-order iterative methods free from second derivative and their dynamics, Appl. Math. Comput. 218, 6427-6438.
- Artidiello, S., Chicharro, F., Cordero, A., Torregrosa, J.R. (2013). Local convergence and dynamical analysis of a new family of optimal fourth-order iterative methods, Int. J. Comput. Math. 90, 2049-2060.
- Ghanbari, B. (2011). A new general fourth-order family of methods for finding simple roots of nonlinear equations, J. King Saud Univ. Sci. 23, 395-398.
- Hueso, J.L., Martinez, E., Teruel, C. (2019). Multipoint efficient iterative methods and the dynamics of Ostrowski's method, Int. J. Comput. Math. 96, 1687-1701.
- Jarratt, P. (1966). Some fourth order multipoint iterative methods for solving equations, Math. Comput. 20, 434-437.

- King, R.F. (1973). A family of fourth-order methods for nonlinear equations, *SIAM J. Numer. Anal.* 10, 876-879.
- Kung, H.T., Traub, J.F. (1974). Optimal order of one-point and multi-point iteration, *Appl. Math. Comput.* 21, 643-651.
- Kou, J., Li, Y., Wang, X. (2007) A composite fourth-order iterative method for solving non-linear equations, *Appl. Math. Comput.* 184, 471-475.
- Maheswari, A.K. (2009). A fourth order iterative method for solving nonlinear equations, *Appl. Math. Comput.* 211, 383-391.
- Ostrowski, A.M. *Solutions of equations and systems of equations*, Academic Press, NY, 1966.
- Özban, A.Y., Kaya, B. (2021) A New Family of Optimal Fourth-Order Iterative Methods for Nonlinear Equations, Yayına sunuldu.
- Kung, H.T., Traub, J.F. (1974). Optimal order of one-point and multipoint iteration, *J. ACM* 21, 643.651.
- Wait, R. *The Numerical Solution of Algebraic Equations*, John Wiley&Sons, NY, 1979.
- Weerakoon, S., Fernando, T.G.I. (2000). A variant of Newton.s method with accelerated third-order convergence, *Appl. Math. Letters* 13, 87-93.

## ON HELICAL FLOW OF MAXWELL FLUID THROUGH AN ANNULUS UNDER STRESSES ON THE BOUNDARY

**Dr. Muhammad IMRANCHAUDHRY**

**ORCID NO:** 0000-0002-2363-5039

Department of Mathematics, Government College University, Faisalabad, Pakistan

**Dr. Madeeha TAHIR**

Department of Mathematics, Government College Women University, Faisalabad, Pakistan

### ABSTRACT

In this research article, we discussed the helical flows of incompressible Maxwell fluids between two infinite coaxial circular cylinders. After  $t=0$ , the inner cylinder of the annulus begins to slide along the common axis of the cylinder and to rotate around its axis due to the time-dependent tangential stresses. Integral transformation technique has been used to find the exact solutions. The obtained solutions satisfy all imposed initial and boundary conditions are given under series form. The similar solutions for Newtonian fluids are also given as limiting case of our general results. A graphical comparison between Maxwell and Newtonian fluids and effect of different physical parameters on the fluid motion is observed and analyzed numerically.

116

**Keywords:** Helical flows; Velocity field; Time-dependent tangential stresses; Integral transforms.

### 1. INTRODUCTION

Fluids are categorized as Newtonian and non-Newtonian. A type of non Newtonian fluids possessing shear dependent viscosity is known as viscoelastic fluids. Characteristics of viscoelastic materials are influenced by several parameters such as frequency, heat, dynamic rate of strain, effects of time (relaxation and retardation) and other non reversible effects. The flow of a non-Newtonian fluids through concentric cylinders [1] represents an idealization in industry. Stress relaxation in viscoelastic fluids can be estimated by using rate type fluid models. Therefore, the rate type fluid models have become more popular [2]. Waters and King [3], Bandelli et al. [4] and Erdogan [5] firstly studied the motion of non-Newtonian fluid over an infinite plate and Bandelli and Rajagopal [6] in cylindrical domains with the stress given on the boundary. A great work has been done for the motions of non-Newtonian fluids in cylindrical domains due to a tangential stress given on the boundary [7-13].

The helical motion of the fluid is interesting for both mathematician and engineers points. The fluid flow between two axial cylindrical surfaces due to the combination motion of their rotation and sliding

along the axis is known as helical flow, because, in general, the streamlines are helices [14]. The study of helical flow gain much attention of the researches to understand the mechanism of visco-elastic fluids flow in many industrial fields, such as mining, textile and food industry, medical sciences and peculium industry [15]. Helical flows gains much interest as it has simple shear flow , channel flow , Couette flow, pipe flows as special cases . In 1956, the term helical flow first time in the history introduced by Rivlin [16] and find the velocity function for differential type fluids in concentric annular region. Coleman et al [17] studied and develop the foundation of helical flow for fluids.

Wood [18] studied the helical flow of an Oldroyd-B fluid in rotating cylinders under constant pressure gradient by using Taylor series expansion. Fetecau et al. [19-24] studied some helical flows of visco-elastic fluids in cylindrical domains by means of the expansion theorem of Steklov. They found the expression for the velocity and the associated tangential stresses in the form of series in terms of Bessel functions. In recent years a great work on helical flows in cylinders for ordinary and fractional derivative Maxwell models appear in [25-29].

Our aim here is to determine the velocity field and the tangential stress corresponding to the motion of fractional Maxwell fluid model in an annulus, with prescribed torsional and longitudinal time-dependent shear stresses on the boundary of inner cylinder.

## 2. BASIC GOVERNING EQUATIONS

The Cauchy stress tensor  $T$  for an incompressible Maxwell fluid is given by [19-24]

$$T = -pI + S, S + \lambda(S - LS - SL^T) = \mu A, \tag{1}$$

where  $-pI$  denotes the indeterminate spherical stress due to the constraint of incompressibility,  $\mathbf{S}$  is the extra-stress tensor,  $L$  is the velocity gradient,  $A = L + L^T$  is the first Rivlin Ericksen tensor,  $\mu$  is the dynamic viscosity of the fluid,  $\lambda$  is relaxation time, the superscript  $T$  represents the transpose operation, and the superposed dot represents the material time derivative. The differential fluid model characterized by the equations (1) contains Newtonian fluid model for  $\lambda \rightarrow 0$  as special case.

For the considered flow problem the velocity field and an extra-stress of the form [30-32]

$$V = V(\varrho, t) = w(\varrho, t)e_\theta + v(\varrho, t)e_z, \quad S = S(\varrho, t), \tag{2}$$

where  $e_\theta$  and  $e_z$  are unit vectors along  $\theta$  and  $z$ -directions of the cylindrical polar coordinate system  $\varrho, \theta$  and  $z$ . If the fluid is at rest initially, then

$$V(\varrho, 0) = 0, \quad S(\varrho, 0) = 0, \tag{3}$$



and Eq. (1) implies  $S_{\rho\theta} = 0$  and the meaningful equations [19]

$$(1 + \lambda \frac{\partial}{\partial t})\tau_w(\rho, t) = \mu(\frac{\partial}{\partial \rho} - \frac{1}{\rho})w(\rho, t), (1 + \lambda \frac{\partial}{\partial t})\tau_v(\rho, t) = \mu \frac{\partial v(\rho, t)}{\partial \rho}, \quad (4)$$

where  $\tau_w = S_{\rho\theta}$  and  $\tau_v = S_{\rho z}$  are the tangential stresses that are different from zero.

The balance of the linear momentum, in the absence of a pressure gradient in the axial direction and neglecting body forces, leads to the relevant equations ( $\partial_\theta p = 0$  due to the rotational symmetry) [19, 31]

$$\rho \frac{\partial w(\rho, t)}{\partial t} = (\frac{\partial}{\partial \rho} + \frac{2}{\rho})\tau_w(\rho, t), \rho \frac{\partial v(\rho, t)}{\partial t} = (\frac{\partial}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho})\tau_v(\rho, t), \quad (5)$$

where  $\rho$  is the constant mass density of the fluid.

Eliminating  $\tau_w$  and  $\tau_v$  between Eqs. (4) and (5), we attain the governing differential equations

$$(1 + \lambda \frac{\partial}{\partial t}) \frac{\partial w(\rho, t)}{\partial t} = \nu(\frac{\partial^2}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} - \frac{1}{\rho^2})w(\rho, t), \quad (6)$$

$$(1 + \lambda \frac{\partial}{\partial t}) \frac{\partial v(\rho, t)}{\partial t} = \nu(\frac{\partial^2}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho})v(\rho, t), \quad (7)$$

where  $\nu = \mu/\rho$  is the kinematic viscosity of the fluid.

The governing equations given in Eqs. (6) and (7), with the initial and boundary conditions, can be solved by several mathematical techniques. In our case the integral transforms technique presents a powerful, systematic, accurate and efficient tool.

### 3. HELICAL FLOWS THROUGH AN ANNULUS

Consider two infinite coaxial circular cylinders of radii  $\rho_1$  and  $\rho_2 (> \rho_1)$ , the annular region between the cylinders is filled with an incompressible Maxwell fluid. After time  $t = 0$ , the inner cylinder of the annulus begins to rotate around its common axis due to a time-dependent torque per unit length  $2 \pi \rho_1 \tau_w(\rho_1, t)$  and to slide along the same axis due to the time-dependent shear stress  $\tau_v(\rho_1, t)$ , where

$$\tau_w(\rho_1, t) = \frac{p a!}{\lambda} \rho_{1,-a-1}(-\lambda^{-1}, t) = (-1)^{a+1} p \lambda^a a! [e^{-t/\lambda} - \sum_{k=0}^a \frac{1}{k!} (-\frac{t}{\lambda})^k], \quad (8)$$

$$\tau_v(\rho_1, t) = \frac{q a!}{\lambda} \rho_{1,-a-1}(-\lambda^{-1}, t) = (-1)^{a+1} q \lambda^a a! [e^{-t/\lambda} - \sum_{k=0}^a \frac{1}{k!} (-\frac{t}{\lambda})^k], \quad (9)$$

in above Eqs.  $p$  and  $q$  are real constants,  $a$  is a non-negative integer and the generalized  $R$  functions are defined by [33]

$$R_{a,b}(d, t) = \mathcal{L}^{-1} \left\{ \frac{s^b}{s^a - d} \right\} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{d^n t^{(n+1)a-b-1}}{\Gamma[(n+1)a-b]}; \quad \text{Re}(a-b) > 0, \text{Re}(s) > 0, \left| \frac{d}{s^a} \right| < 1$$

Due to the tangential stresses, the fluid gradually moved its velocity is of the form (2)<sub>1</sub>. The governing equations are given by Eqs. (4), (6) and (7), while the associated initial and boundary conditions are

$$w(\varrho, 0) = v(\varrho, 0) = \frac{\partial w(\varrho, 0)}{\partial t} = \frac{\partial v(\varrho, 0)}{\partial t} = 0; \tau_w(\varrho, 0) = \tau_v(\varrho, 0) = 0; \quad r \in [\varrho_1, \varrho_2], \quad (10)$$

$$(1 + \lambda \frac{\partial}{\partial t}) \tau_w(\varrho, t)|_{r=\varrho_1} = \mu (\frac{\partial}{\partial \varrho} - \frac{1}{\varrho}) w(\varrho, t)|_{r=\varrho_1} = p t^a, \quad t > 0, \quad (11)$$

$$(1 + \lambda \frac{\partial}{\partial t}) \tau_v(\varrho, t)|_{r=\varrho_1} = \mu \frac{\partial v(\varrho, t)}{\partial \varrho} |_{r=\varrho_1} = q t^a, \quad t > 0, \quad (12)$$

$$w(\varrho_2, t) = v(\varrho_2, t) = 0; \quad t \geq 0. \quad (13)$$

Of course,  $\tau_w(\varrho_1, t)$  and  $\tau_v(\varrho_1, t)$  given by (8) and (9) are just the solutions of the ordinary differential equations (11)<sub>1</sub> and (12)<sub>1</sub>. In order to solve this problem we shall use the finite Hankel and Laplace transforms.

### 3.1 Calculation of the velocity field

Applying the Laplace transform to Eqs. (6), (7) (11), (12) and (13), and having the initial conditions (10) in mind. We find that

$$(s + \lambda s^2) \bar{w}(\varrho, s) = v (\frac{\partial^2}{\partial \varrho^2} + \frac{1}{\varrho} \frac{\partial}{\partial \varrho} - \frac{1}{\varrho^2}) \bar{w}(\varrho, s), \quad (14)$$

$$(s + \lambda s^2) \bar{v}(\varrho, s) = v (\frac{\partial^2}{\partial \varrho^2} + \frac{1}{\varrho} \frac{\partial}{\partial \varrho}) \bar{v}(\varrho, s), \quad (15)$$

Where  $\bar{w}(\varrho, s)$  and  $\bar{v}(\varrho, s)$  are the Laplace transforms of the functions  $w(\varrho, t)$  and  $v(\varrho, t)$ , respectively, have to satisfy the conditions

$$\left( \frac{\partial}{\partial \varrho} - \frac{1}{\varrho} \right) \bar{w}(\varrho, s)|_{r=\varrho_1} = \frac{p a!}{\mu s^{a+1}} \quad \text{and} \quad \bar{w}(\varrho_2, s) = 0, \quad (16)$$

$$\frac{\partial \bar{v}(\varrho, s)}{\partial \varrho} |_{r=\varrho_1} = \frac{q a!}{\mu s^{a+1}}, \quad \text{and} \quad \bar{v}(\varrho_2, s) = 0. \quad (17)$$

In the following we shall denote by [34-36]

$$\bar{w}_H(\varrho_{\zeta_1}, s) = \int_{\varrho_1}^{\varrho_2} r \bar{w}(\varrho, s) B_w(\varrho, \varrho_{\zeta_1}) dr, \quad \zeta_1 = 1, 2, 3, \dots \quad (18)$$

$$\bar{v}_H(\varrho_{\zeta_2}, s) = \int_{\varrho_1}^{\varrho_2} r \bar{v}(\varrho, s) B_v(\varrho, \varrho_{\zeta_2}) dr; \quad \zeta_2 = 1, 2, 3, \dots \tag{19}$$

where

$$B_w(\varrho, \varrho_{\zeta_1}) = J_1(\varrho \varrho_{\zeta_1}) Y_2(\varrho_1 \varrho_{\zeta_1}) - J_2(\varrho_1 \varrho_{\zeta_1}) Y_1(\varrho \varrho_{\zeta_1}),$$

$$B_v(\varrho, \varrho_{\zeta_2}) = J_0(\varrho \varrho_{\zeta_2}) Y_1(\varrho_1 \varrho_{\zeta_2}) - J_1(\varrho_1 \varrho_{\zeta_2}) Y_0(\varrho \varrho_{\zeta_2}),$$

the finite Hankel transforms of  $w(\varrho, s)$  and  $v(\varrho, s)$ , where  $\varrho_{\zeta_1}$  and  $\varrho_{\zeta_2}$  are positive roots of the transcendental equations  $B_w(\varrho_2, r) = 0$  and  $B_v(\varrho_2, r) = 0$ , respectively, and  $J_p(\cdot)$ ,  $Y_p(\cdot)$  are Bessel functions of the first and second kind of order  $p$ .

Using Eqs. (16)<sub>2</sub> and (17)<sub>2</sub>, and the known Wronskian relations of Bessel functions

$$B_w(\varrho_1, \varrho_{\zeta_1}) = J_1(\varrho_1 \varrho_{\zeta_1}) Y_2(\varrho_1 \varrho_{\zeta_1}) - J_2(\varrho_1 \varrho_{\zeta_1}) Y_1(\varrho_1 \varrho_{\zeta_1}) = -\frac{2}{\pi \varrho_1 \varrho_{\zeta_1}},$$

$$B_v(\varrho_1, \varrho_{\zeta_2}) = J_0(\varrho_1 \varrho_{\zeta_2}) Y_1(\varrho_1 \varrho_{\zeta_2}) - J_1(\varrho_1 \varrho_{\zeta_2}) Y_0(\varrho_1 \varrho_{\zeta_2}) = -\frac{2}{\pi \varrho_1 \varrho_{\zeta_2}},$$

we can prove that

$$\int_{\varrho_1}^{\varrho_2} r \left( \frac{\partial^2}{\partial \varrho^2} + \frac{1}{\varrho} \frac{\partial}{\partial \varrho} - \frac{1}{\varrho^2} \right) \bar{w}(\varrho, s) B_w(\varrho, \varrho_{\zeta_1}) dr = \frac{2}{\pi \varrho_{\zeta_1}} \left( \frac{\partial}{\partial \varrho} - \frac{1}{\varrho} \right) \bar{w}(\varrho, s) \Big|_{r=\varrho_1} - \varrho_{\zeta_1}^2 \bar{w}_H(\varrho_{\zeta_1}, s), \tag{20}$$

$$\int_{\varrho_1}^{\varrho_2} r \left( \frac{\partial^2}{\partial \varrho^2} + \frac{1}{\varrho} \frac{\partial}{\partial \varrho} \right) \bar{v}(\varrho, s) B_v(\varrho, \varrho_{\zeta_2}) dr = \frac{2}{\pi \varrho_{\zeta_2}} \frac{\partial \bar{v}(\varrho, s)}{\partial \varrho} \Big|_{r=\varrho_1} - \varrho_{\zeta_2}^2 \bar{v}_H(\varrho_{\zeta_2}, s). \tag{21}$$

Furthermore, the inverse Hankel transforms are given by [34-36]

$$\bar{w}(\varrho, s) = \frac{\pi^2}{2} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{\varrho_{\zeta_1}^2 J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta_1}) B_w(\varrho, \varrho_{\zeta_1})}{J_2^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta_1}) - J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta_1})} \bar{w}_H(\varrho_{\zeta_1}, s), \tag{22}$$

$$\bar{v}(\varrho, s) = \frac{\pi^2}{2} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{\varrho_{\zeta_2}^2 J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta_2}) B_v(\varrho, \varrho_{\zeta_2})}{J_1^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta_2}) - J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta_2})} \bar{v}_H(\varrho_{\zeta_2}, s). \tag{23}$$

Multiplying Eqs. (14) and (15) by  $r B_w(\varrho, \varrho_{\zeta_1})$  and  $r B_v(\varrho, \varrho_{\zeta_2})$ , respectively, integrating the results with respect to  $r$  from  $\varrho_1$  to  $\varrho_2$  and using the boundary conditions (16)<sub>1</sub> and (17)<sub>1</sub> and the identities (20) and (21), we find that

$$\bar{w}_H(\rho_{\zeta 1}, s) = \frac{2p a!}{\rho \pi \rho_{\zeta 1}} \frac{1}{s^{a+1}(\lambda s^2 + s + \nu \rho_{\zeta 1}^2)}, \tag{24}$$

$$\bar{v}_H(\rho_{\zeta 2}, s) = \frac{2q a!}{\rho \pi \rho_{\zeta 2}} \frac{1}{s^{a+1}(\lambda s^2 + s + \nu \rho_{\zeta 2}^2)}. \tag{25}$$

Now, we rewrite Eqs. (24) and (25) in the following equivalent form

$$\bar{w}_H(\rho_{\zeta 1}, s) = \frac{2p a!}{\mu \pi \rho_{\zeta 1}^3 s^{a+1}} - \frac{2p a!(1+\lambda s)}{\mu \pi \rho_{\zeta 1}^3 s^a (\lambda s^2 + s + \nu \rho_{\zeta 1}^2)}, \tag{26}$$

$$\bar{v}_H(\rho_{\zeta 2}, s) = \frac{2q a!}{\mu \pi \rho_{\zeta 2}^3 s^{a+1}} - \frac{2q a!(1+\lambda s)}{\mu \pi \rho_{\zeta 2}^3 s^a (\lambda s^2 + s + \nu \rho_{\zeta 2}^2)}. \tag{27}$$

Applying the inverse Hankel transform to Eqs. (26) and (27), and using the identities

$$\int_{\rho_1}^{\rho_2} (\rho^2 - \rho_2^2) B_w(\rho, \rho_{\zeta 1}) d\rho = \frac{4}{\pi \rho_{\zeta 1}^3} \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^2, \tag{28}$$

$$\int_{\rho_1}^{\rho_2} \rho \ln\left(\frac{\rho}{\rho_2}\right) B_v(\rho, \rho_{\zeta 2}) d\rho = \frac{2}{\pi \rho_1 \rho_{\zeta 2}^3}, \tag{29}$$

we shall obtain

$$\begin{aligned} \bar{w}(\rho, s) &= \frac{p a!}{2\mu s^{a+1}} \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^2 \left(\rho - \frac{\rho_2^2}{\rho}\right) - \frac{\pi p a!}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) B_w(\rho, \rho_{\zeta 1})}{\rho_{\zeta 1} [J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})]} \times \\ &\times \frac{1+\lambda s}{s^a [\lambda s^2 + s + \nu \rho_{\zeta 1}^2]}, \end{aligned} \tag{30}$$

$$\bar{v}(\rho, s) = \frac{q a!}{\mu \rho_1 s^{a+1}} \ln\left(\frac{\rho}{\rho_2}\right) - \frac{\pi q a!}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2}) B_v(\rho, \rho_{\zeta 2})}{\rho_{\zeta 2} [J_1^2(\rho_1 \rho_{\zeta 2}) - J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2})]} \frac{1+\lambda s}{s^a [\lambda s^2 + s + \nu \rho_{\zeta 2}^2]}, \tag{31}$$

Using (A1) (from the Appendix), Eqs. (30) and (31) can be written in a more simpler form as

$$\begin{aligned} \bar{w}(\rho, s) &= \frac{p a!}{2\mu s^{a+1}} \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^2 \left(\rho - \frac{\rho_2^2}{\rho}\right) - \frac{\pi p a!}{\mu \lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) B_w(\rho, \rho_{\zeta 1})}{\rho_{\zeta 1} [J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})]} \times \\ &\times \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-\nu \rho_{\zeta 1}^2}{\lambda}\right)^k \left[\frac{s^{-k-a-1}}{(s+\lambda^{-1})^{k+1}} + \lambda \frac{s^{-k-a}}{(s+\lambda^{-1})^{k+1}}\right], \end{aligned} \tag{32}$$

$$\begin{aligned} \bar{v}(\rho, s) &= \frac{q a!}{\mu \rho_1 s^{a+1}} \ln\left(\frac{\rho}{\rho_2}\right) - \frac{\pi q a!}{\mu \lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2}) B_v(\rho, \rho_{\zeta 2})}{\rho_{\zeta 2} [J_1^2(\rho_1 \rho_{\zeta 2}) - J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2})]} \times \\ &\times \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-\nu \rho_{\zeta 2}^2}{\lambda}\right)^k \left[\frac{s^{-k-a-1}}{(s+\lambda^{-1})^{k+1}} + \lambda \frac{s^{-k-a}}{(s+\lambda^{-1})^{k+1}}\right]. \end{aligned} \tag{33}$$

Finally, applying the inverse Laplace transform to Eqs. (32) and (33), we obtain for  $w(\varrho, t)$  and  $v(\varrho, t)$  the expressions as

$$w(\varrho, t) = \frac{p}{2\mu} \left(\frac{\varrho_1}{\varrho_2}\right)^2 \left(\varrho - \frac{\varrho_2^2}{\varrho}\right) t^a - \frac{\pi p a!}{\mu \lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1}) B_w(\varrho, \varrho_{\zeta 1})}{\varrho_{\zeta 1} [J_2^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 1}) - J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1})]} \times$$

$$\times \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-v \varrho_{\zeta 1}^2}{\lambda}\right)^k [G_{1,-k-a-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t) + \lambda G_{1,-k-a,k+1}(-\lambda^{-1}, t)], \quad (34)$$

$$v(\varrho, t) = \frac{q}{\mu} \varrho_1 \ln\left(\frac{\varrho}{\varrho_2}\right) t^a - \frac{\pi q a!}{\mu \lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2}) B_v(\varrho, \varrho_{\zeta 2})}{\varrho_{\zeta 2} [J_1^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 2}) - J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2})]} \times$$

$$\times \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-v \varrho_{\zeta 2}^2}{\lambda}\right)^k [G_{1,-k-a-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t) + \lambda G_{1,-k-a,k+1}(-\lambda^{-1}, t)], \quad (35)$$

where the generalized  $G_{a,b,c}(\cdot, \cdot)$  functions are defined by [33, Eqs. (101) and (99)]

$$G_{a,b,c}(d, t) = \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{s^b}{(s^a-d)^c}\right\} =$$

$$= \sum_{j=0}^{\infty} \frac{d^j \Gamma(c+j)}{\Gamma(c)\Gamma(j+1)} \frac{t^{(c+j)a-b-1}}{\Gamma[(c+j)a-b]}; \quad Re(ac-b), Re(s) > 0, \left|\frac{d}{s^a}\right| < 1, \quad (36)$$

### 3.2 Calculation of the shear stresses

In order to determine the shear stresses  $\tau_w(\varrho, t)$  and  $\tau_v(\varrho, t)$ , apply the Laplace transform to Eqs. (4)<sub>1</sub> and (4)<sub>2</sub>, we find that

$$\overline{\tau_w}(\varrho, s) = \frac{\mu}{1+\lambda s} \left(\frac{\partial}{\partial \varrho} - \frac{1}{\varrho}\right) \overline{w}(\varrho, s); \quad \overline{\tau_v}(\varrho, s) = \frac{\mu}{1+\lambda s} \frac{\partial \overline{v}(\varrho, s)}{\partial \varrho}. \quad (37)$$

Using Eqs. (30) and (31), we can easily compute

$$\left(\frac{\partial}{\partial \varrho} - \frac{1}{\varrho}\right) \overline{w}(\varrho, s) = \frac{p a!}{\mu s^{a+1}} \left(\frac{\varrho_1}{\varrho}\right)^2 + \frac{\pi p a!}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1}) \tilde{B}_w(\varrho, \varrho_{\zeta 1})}{J_2^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 1}) - J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1})} \frac{1+\lambda q}{s^a [\lambda s^2 + s + v \varrho_{\zeta 1}^2]}, \quad (38)$$

$$\frac{\partial \overline{v}(\varrho, s)}{\partial \varrho} = \frac{q a!}{\mu s^{a+1}} \left(\frac{\varrho_1}{\varrho}\right) + \frac{\pi q a!}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2}) \tilde{B}_v(\varrho, \varrho_{\zeta 2})}{J_1^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 2}) - J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2})} \frac{1+\lambda q}{s^a [\lambda s^2 + s + v \varrho_{\zeta 2}^2]}, \quad (39)$$

where

$$\tilde{B}_w(\varrho, \varrho_{\zeta 1}) = J_2(\varrho \varrho_{\zeta 1}) Y_2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 1}) - J_2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 1}) Y_2(\varrho \varrho_{\zeta 1}),$$

$$\tilde{B}_v(\varrho, \varrho_{\zeta 2}) = J_1(\varrho \varrho_{\zeta 2}) Y_1(\varrho_1 \varrho_{\zeta 2}) - J_1(\varrho_1 \varrho_{\zeta 2}) Y_1(\varrho \varrho_{\zeta 2}).$$

Now introducing Eqs. (38) and (39) into Eqs. (37)<sub>1</sub> and (37)<sub>2</sub> respectively, we get

$$\bar{\tau}_w(\rho, s) = \frac{p a!}{(1+\lambda s)s^{a+1}} \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right)^2 + \pi p a! \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) \bar{B}_w(\rho, \rho_{\zeta 1})}{J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})} \frac{1}{s^a [\lambda s^2 + s + \nu \rho_{\zeta 1}^2]} \quad (40)$$

$$\bar{\tau}_v(\rho, s) = \frac{q a!}{(1+\lambda s)s^{a+1}} \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right) + \pi q a! \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2}) \bar{B}_v(\rho, \rho_{\zeta 2})}{J_1^2(\rho_1 \rho_{\zeta 2}) - J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2})} \frac{1}{s^a [\lambda s^2 + s + \nu \rho_{\zeta 2}^2]} \quad (41)$$

By using (A2), these last expressions can be further processed to give

$$\bar{\tau}_w(\rho, s) = \frac{p a!}{(1+\lambda s)s^{a+1}} \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right)^2 + \frac{\pi p a!}{\lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) \bar{B}_w(\rho, \rho_{\zeta 1})}{J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-\nu \rho_{\zeta 1}^2}{\lambda}\right)^k \frac{s^{-k-a-1}}{(s+\lambda^{-1})^{k+1}}, \quad (42)$$

$$\bar{\tau}_v(\rho, s) = \frac{q a!}{(1+\lambda s)s^{a+1}} \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right) + \frac{\pi q a!}{\lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2}) \bar{B}_v(\rho, \rho_{\zeta 2})}{J_1^2(\rho_1 \rho_{\zeta 2}) - J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2})} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-\nu \rho_{\zeta 2}^2}{\lambda}\right)^k \frac{s^{-k-a-1}}{(s+\lambda^{-1})^{k+1}}. \quad (43)$$

Now applying again the discrete inverse Laplace transform to Eqs. (42) and (43) and using (36), we find the shear stresses under the form

$$\begin{aligned} \tau_w(\rho, t) &= \frac{p a!}{\lambda} \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right)^2 \rho_{1,-a-1}(-\lambda^{-1}, t) + \frac{\pi p a!}{\lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) \bar{B}_w(\rho, \rho_{\zeta 1})}{J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})} \times \\ &\times \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-\nu \rho_{\zeta 1}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k-a-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t), \end{aligned} \quad (44)$$

$$\tau_v(\rho, t) = \frac{q a!}{\lambda} \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right) \rho_{1,-a-1}(-\lambda^{-1}, t) + \frac{\pi q a!}{\lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2}) \bar{B}_v(\rho, \rho_{\zeta 2})}{J_1^2(\rho_1 \rho_{\zeta 2}) - J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2})} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-\nu \rho_{\zeta 2}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k-a-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t). \quad (45)$$

#### 4 THE SPECIAL CASE $\lambda \rightarrow 0$ (NEWTONIAN FLUIDS)

Taking the limit  $\lambda \rightarrow 0$  into Eqs. (34), (35), (44) and (45), and using (A3), the solutions for a Newtonian fluid

$$w_N(\rho, t) = \frac{p}{2\mu} \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^2 \left(\rho - \frac{\rho_2^2}{\rho}\right) t^a - \frac{\pi p a!}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) B_w(\rho, \rho_{\zeta 1})}{\rho_{\zeta 1} [J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})]} \sum_{k=0}^{\infty} (-\nu \rho_{\zeta 1}^2 t)^k \frac{t^a}{(k+a)!}, \quad (46)$$

$$v_N(\rho, t) = \frac{q}{\mu} \rho_1 \ln\left(\frac{\rho}{\rho_2}\right) t^a + \frac{\pi q a!}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2}) B_v(\rho, \rho_{\zeta 2})}{\rho_{\zeta 2} [J_1^2(\rho_1 \rho_{\zeta 2}) - J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2})]} \sum_{k=0}^{\infty} (-\nu \rho_{\zeta 2}^2 t)^k \frac{t^a}{(k+a)!}, \quad (47)$$

$$\tau_{1N}(\rho, t) = \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right)^2 p t^a + \pi p a! \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) \bar{B}_w(\rho, \rho_{\zeta 1})}{J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})} \sum_{k=0}^{\infty} (-\nu \rho_{\zeta 1}^2 t)^k \frac{t^a}{(k+a)!}, \quad (48)$$

$$\tau_{2N}(\rho, t) = \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right) q t^a + \pi q a! \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2}) \bar{B}_v(\rho, \rho_{\zeta 2})}{J_1^2(\rho_1 \rho_{\zeta 2}) - J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2})} \sum_{k=0}^{\infty} (-\nu \rho_{\zeta 2}^2 t)^k \frac{t^a}{(k+a)!}, \quad (49)$$

are obtained. Of course, in this case, the boundary conditions obtained from (8) and (9) for  $\lambda \rightarrow 0$  are

$$\tau_w(\rho_1, t) = p t^a; \tau_v(\rho_1, t) = q t^a. \quad (50)$$

## 5 SPECIAL CASES

### 5.1 For $a = 0$

The similar problem for  $a = 0$ , with corresponding longitudinal and torsional shear stresses on the boundary of the inner cylinder, has been obtained for Maxwell fluid and Newtonian fluid, as a special case of our general solutions for  $a = 0$ .

#### 5.1.1. Maxwell fluid

For  $a = 0$  into Eqs. (34), (35), (44) and (45), the expressions for  $w(\rho, t)$ ,  $v(\rho, t)$ ,  $\tau_w(\rho, t)$  and  $\tau_v(\rho, t)$  respectively

$$w(\rho, t) = \frac{p}{2\mu} \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^2 \left(\rho - \frac{\rho_2^2}{\rho}\right) - \frac{\pi p}{\mu \lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) B_v(\rho, \rho_{\zeta 1})}{\rho_{\zeta 1} [J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})]} \times$$

$$\times \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-v \rho_{\zeta 1}^2}{\lambda}\right)^k [G_{1,-k-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t) + \lambda G_{1,-k,k+1}(-\lambda^{-1}, t)], \quad (51)$$

$$v(\rho, t) = \frac{q}{\mu} \rho_1 \ln\left(\frac{\rho}{\rho_2}\right) - \frac{\pi q}{\mu \lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2}) B_v(\rho, \rho_{\zeta 2})}{\rho_{\zeta 2} [J_1^2(\rho_1 \rho_{\zeta 2}) - J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2})]} \times$$

$$\times \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-v \rho_{\zeta 2}^2}{\lambda}\right)^k [G_{1,-k-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t) + \lambda G_{1,-k,k+1}(-\lambda^{-1}, t)], \quad (52)$$

$$\tau_w(\rho, t) = \frac{p}{\lambda} \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right)^2 \rho_{1,-1}(-\lambda^{-1}, t) + \frac{\pi p}{\lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) \tilde{B}_w(\rho, \rho_{\zeta 1})}{J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})} \times$$

$$\times \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-v \rho_{\zeta 1}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t), \quad (53)$$

$$\tau_v(\rho, t) = \frac{q}{\lambda} \left(\frac{\rho_1}{\rho}\right) \rho_{1,-1}(-\lambda^{-1}, t) + \frac{\pi q}{\lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2}) \tilde{B}_v(\rho, \rho_{\zeta 2})}{J_1^2(\rho_1 \rho_{\zeta 2}) - J_0^2(\rho_2 \rho_{\zeta 2})} \times$$

$$\times \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-v \rho_{\zeta 2}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t), \quad (54)$$

are recovered.

Using (A4) - (A8), Eqs. (51), (52), (53) and (54) can be further simplified to give

$$w(\rho, t) = \frac{p}{2\mu} \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^2 \left(\rho - \frac{\rho_2^2}{\rho}\right) - \frac{\pi p}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1}) B_w(\rho, \rho_{\zeta 1})}{\rho_{\zeta 1} [J_2^2(\rho_1 \rho_{\zeta 1}) - J_1^2(\rho_2 \rho_{\zeta 1})]} \frac{m_{\zeta 2} e^{m_{\zeta 1} t} - m_{\zeta 1} e^{m_{\zeta 2} t}}{m_{\zeta 2} - m_{\zeta 1}}, \quad (55)$$

$$v(\varrho, t) = \frac{q}{\mu} \varrho_1 \ln\left(\frac{\varrho}{\varrho_2}\right) - \frac{\pi q}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2}) B_v(\varrho, \varrho_{\zeta 2})}{\varrho_{\zeta 2} [J_1^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 2}) - J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2})]} \frac{m_{\zeta 4} e^{m_{\zeta 3} t} - m_{\zeta 3} e^{m_{\zeta 4} t}}{m_{\zeta 4} - m_{\zeta 3}}, \quad (56)$$

$$\tau_w(\varrho, t) = p \left(\frac{\varrho_1}{r}\right)^2 \left[1 - e^{-\frac{t}{\lambda}}\right] + \frac{\pi p}{\lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1}) \tilde{B}_w(\varrho, \varrho_{\zeta 1})}{J_2^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 1}) - J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1})} \frac{e^{m_{\zeta 2} t} - e^{m_{\zeta 1} t}}{m_{\zeta 2} - m_{\zeta 1}}, \quad (57)$$

$$\tau_v(\varrho, t) = q \left(\frac{\varrho_1}{r}\right) \left[1 - e^{-\frac{t}{\lambda}}\right] + \frac{\pi q}{\lambda} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2}) \tilde{B}_v(\varrho, \varrho_{\zeta 2})}{J_1^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 2}) - J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2})} \frac{e^{m_{\zeta 4} t} - e^{m_{\zeta 3} t}}{m_{\zeta 4} - m_{\zeta 3}}. \quad (58)$$

In the above relations

$$m_{\zeta_1}, m_{\zeta_2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - 4\nu\lambda\varrho_{\zeta_1}^2}}{2\lambda}, \quad m_{\zeta_3}, m_{\zeta_4} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - 4\nu\lambda\varrho_{\zeta_2}^2}}{2\lambda}.$$

### 5.1.2. Newtonian fluid

Taking the limit  $\lambda \rightarrow 0$  into Eqs. (55), (56), (57) and (58), the solutions for Newtonian fluid

$$w_N(\varrho, t) = \frac{p}{2\mu} \left(\frac{\varrho_1}{\varrho_2}\right)^2 \left(\varrho - \frac{\varrho_2^2}{\varrho}\right) - \frac{\pi p}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1}) B_w(\varrho, \varrho_{\zeta 1})}{\varrho_{\zeta 1} [J_2^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 1}) - J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1})]} e^{-\nu \varrho_{\zeta 1}^2 t}, \quad (59)$$

$$v_N(\varrho, t) = \frac{q}{\mu} \varrho_1 \ln\left(\frac{\varrho}{\varrho_2}\right) - \frac{\pi q}{\mu} \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2}) B_v(\varrho, \varrho_{\zeta 2})}{\varrho_{\zeta 2} [J_1^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 2}) - J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2})]} e^{-\nu \varrho_{\zeta 2}^2 t}, \quad (60)$$

$$\tau_{1N}(\varrho, t) = \left(\frac{\varrho_1}{\varrho}\right)^2 p + \pi p \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1}) \tilde{B}_w(\varrho, \varrho_{\zeta 1})}{J_2^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 1}) - J_1^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 1})} e^{-\nu \varrho_{\zeta 1}^2 t}, \quad (61)$$

$$\tau_{2N}(\varrho, t) = \left(\frac{\varrho_1}{\varrho}\right) q + \pi q \sum_{\zeta=1}^{\infty} \frac{J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2}) \tilde{B}_v(\varrho, \varrho_{\zeta 2})}{J_1^2(\varrho_1 \varrho_{\zeta 2}) - J_0^2(\varrho_2 \varrho_{\zeta 2})} e^{-\nu \varrho_{\zeta 2}^2 t}, \quad (62)$$

are recovered. These solutions obtained by making  $a = 0$  into Eqs. (46), (47), (48) and (49).

The similar problem for  $a = 1$ , with corresponding longitudinal and torsional shear stresses on the boundary of the inner cylinder, has been discussed by Jamil et al [37]. Here, we recovered [37, Eqs. (28),(29), (36), (37)] for Maxwell fluid and [37, Eqs. (38), (39), (40), (41)] for Newtonian fluid, as a special case of our general solutions for  $a = 1$ .

## 6. NUMERICAL RESULTS AND DISCUSSION

The objective of this article is to provide analytical solutions for the velocity and shear stresses corresponding to the flow of an incompressible Maxwell fluid between two infinite coaxial circular cylinders with the given torsional and longitudinal time-dependent shear stresses. Results obtained by direct computations by means of combination of finite Hankel and Laplace transforms, are given in the series form in terms of Bessel functions  $J_0(\cdot)$ ,  $J_1(\cdot)$  and  $J_2(\cdot)$ , satisfy all imposed initial and boundary



conditions. Furthermore, for  $\lambda \rightarrow 0$ , the general solutions (30), (31), (40) and (41) reduce to the corresponding solutions, for Newtonian fluids performing the same motion.

Now, in order to reveal some relevant physical aspects of the obtained solutions, the diagrams of the velocity components  $w(\varrho, t)$  and  $v(\varrho, t)$  as well as shear stresses  $\tau_w(\varrho, t)$  and  $\tau_v(\varrho, t)$  are depicted against  $\varrho$  for different values of time  $t$  and of the pertinent parameters. From Figs. 3 and 4, containing the diagrams of the velocity components and shear stresses for three different values of time  $t$ , it is evident that the velocity on the outer cylinder is zero and both components of the velocity field are increasing functions of time, while the shear stresses are decreasing functions of time. The influence of the power parameter  $a$  qualitatively has the same affect as that of time, on the fluid motion as shown in Figs. 5 and 6. The relaxation time  $\lambda$  has quite opposite behavior, what Figs. 3 and 4 show, on the fluid motion as shown in Figs. 7 and 8. The influence of the pertinent parameter  $\nu$ , on the motion of the fluid is shown in Figs. 9 and 10. The velocity components of the fluid are decreasing functions of  $\nu$ , while tangential shear stresses are increasing functions for  $\nu$ .

Finally, for comparison, the diagrams of velocity components  $w(\varrho, t)$ ,  $v(\varrho, t)$ , and the shear stresses  $\tau_w(\varrho, t)$ ,  $\tau_v(\varrho, t)$  corresponding to the Maxwell and Newtonian fluids are depicted in Figs. 11 and 12. In all cases, the both components of the velocity are decreasing functions of  $r$ , while the shear stresses are increasing function of  $r$ . From Fig. 11, it is clear that, the Newtonian fluid is the swiftest, while the Maxwell fluid is the slowest. On the other hand, the shear stresses have quite opposite behavior to that of velocity components. Figs. 1 and 2 show that our general solutions in Eqs. (34), (35), (44) and (45) are identical with the those obtained in [37, Eqs. (28), (29), (36), (37)] for  $a = 1$ . The units of the material constants in Figs. 1-12 are SI units, and the roots  $\varrho_{\zeta_1}$ ,  $\varrho_{\zeta_2}$  have been approximated by  $(2n - 1)\pi/[2(\varrho_2 - \varrho_1)]$ .

**7. APPENDIX**

$$\frac{1 + \lambda s}{s^a[\lambda s^2 + s + \nu \varrho_{mn}^2]} = \frac{1}{\lambda} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-\nu \varrho_{mn}^2}{\lambda}\right)^k \left[\frac{s^{-k-a-1}}{(s + \lambda^{-1})^{k+1}} + \lambda \frac{s^{-k-a}}{(s + \lambda^{-1})^{k+1}}\right]; m = 1, \quad (A1)$$

$$\frac{1}{s^a[\lambda s^2 + s + \nu \varrho_{mn}^2]} = \frac{1}{\lambda} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-\nu \varrho_{mn}^2}{\lambda}\right)^k \left[\frac{s^{-k-a-1}}{(s + \lambda^{-1})^{k+1}}\right]; m = 1, \quad (A2)$$

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{1}{\lambda^k} G_{a,b,k}(-\lambda^{-1}, t) = \frac{t^{-b-1}}{\Gamma(-b)}, \quad b < 0 \quad (A3)$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{-\nu \varrho_{\zeta_1}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k,k+1}(-\lambda^{-1}, t) = \frac{m_{\zeta_1} e^{m_{\zeta_1} t} - m_{\zeta_2} e^{m_{\zeta_2} t}}{m_{\zeta_1} - m_{\zeta_2}}, \quad (A4)$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} \left(-\frac{\nu \varrho_{\zeta_2}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k,k+1}(-\lambda^{-1}, t) = \frac{m_{\zeta_3} e^{m_{\zeta_3} t} - m_{\zeta_4} e^{m_{\zeta_4} t}}{m_{\zeta_3} - m_{\zeta_4}}, \quad (A5)$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} \left(-\frac{\nu \varrho_{\zeta_1}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t) = \frac{e^{m_{\zeta_1} t} - e^{m_{\zeta_2} t}}{m_{\zeta_1} - m_{\zeta_2}}, \quad (A6)$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} \left(-\frac{\nu \varrho_{\zeta_2}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k-1,k+1}(-\lambda^{-1}, t) = \frac{e^{m_{\zeta_3} t} - e^{m_{\zeta_4} t}}{m_{\zeta_3} - m_{\zeta_4}}, \quad (A7) \varrho_{1,-1}(-\lambda^{-1}, t) =$$

$$\lambda \left(1 - e^{-\frac{t}{\lambda}}\right); \varrho_{1,-2}(-\lambda^{-1}, t) = \lambda \left[t - \lambda \left\{1 - e^{-\frac{t}{\lambda}}\right\}\right] \quad (A8)$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} \left(-\frac{\nu \varrho_{\zeta_1}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k-2,k+1}(-\lambda^{-1}, t) = \frac{\lambda}{\nu \varrho_{\zeta_1}^2} \left[1 - \frac{m_{\zeta_2} e^{m_{\zeta_1} t} - m_{\zeta_1} e^{m_{\zeta_2} t}}{m_{\zeta_2} - m_{\zeta_1}}\right], \quad (A9)$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} \left(-\frac{\nu \varrho_{\zeta_2}^2}{\lambda}\right)^k G_{1,-k-2,k+1}(-\lambda^{-1}, t) = \frac{\lambda}{\nu \varrho_{\zeta_2}^2} \left[1 - \frac{m_{\zeta_4} e^{m_{\zeta_3} t} - m_{\zeta_3} e^{m_{\zeta_4} t}}{m_{\zeta_4} - m_{\zeta_3}}\right]. \quad (A10)$$

## REFERENCES

- [1] G. I. Taylor, Stability of a viscous liquid contained between two rotating cylinders, *Phil. Trans. A*, 223 289-298 (1923).
- [2] T. Hayat, Z. Abbas, M. Sajid, Series solution for the upper-convected Maxwell fluid over a porous stretching plate. *Physics Letters A* 358(5) (2006) 396-403.
- [3] N. D. Waters, M. J. King, Unsteady flow of an elastico-viscous liquid, *Rheol. Acta*. 9 (1970) 345-355.
- [4] R. Bandelli, K. R. Rajagopal, G. P. Galdi, On some unsteady motions of fluids of second grade, *Arch. Mech.* 47 (1995) 661-676.
- [5] M. E. Erdogan, On unsteady motion of a second grade fluid over a plane wall, *Int. J. Non-Linear Mech.* 38 (2003) 1045-1051.
- [6] R. Bandelli, K. R. Rajagopal, Start-up flows of second grade fluids in domains with one finite dimension, *Int. J. Non-Linear Mech.* 30 (1995) 817-839.
- [7] V. Prasad, R. Ramachandra, Mallikarjuna Bandaru. "Natural convection on heat transfer flow of non-newtonian second grade fluid over horizontal circular cylinder with thermal radiation." *Journal of Naval Architecture and Marine Engineering* 13.1 (2016): 63-78.
- [8] Corina Fetecau, C. Fetecau, M. Imran, Axial couette flow of an Oldroyd-B fluid due to a time-dependent shear stress, *Math. Reports* 11 (2009) 145-154.
- [9] C. Fetecau, A. U. Awan, Corina Fetecau, Taylor-Couette flow of an Oldroyd-B fluid in a circular cylinder subject to a time-dependent rotation, *Bull. Math. Soc. Sci. Math. Roumanie Tom* 52 (2009) 117-128.
- [10] M. Athar, M. Kamran, C. Fetecau, Taylor-Couette flow of a generalized second grade fluid due to a constant couple, *Nonlinear Anal.: Model. Control* 15 (2010) 3-13.
- [11] I. Siddique, D. Vieru, Exact solution for the rotational flow of a generalized second grade fluid in a circular cylinder, *Acta Mech. Sin.*, doi:10.1007/s10409-009-0277-z..

- [12] C. Fetecau, A. Mahmood, M. Jamil, Exact solutions for the flow of a viscoelastic fluid induced by a circular cylinder subject to a time dependent shear stress, *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul.*, doi:10.1016/j.cnsns.2010.01.012.
- [13] I. Siddique, Z. Sajid, Exact solutions for the unsteady axial flow of Non-Newtonian fluids through a circular cylinder, *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simulat*, doi:10.1016/j.cnsns.2010.03.010.
- [14] R. R. Huilgol, N. Phan-Thien, *Fluid Mechanics of Viscoelasticity*, Elsevier, Amsterdam, 1997.
- [15] Z. S. Yu, J. Z. Lin, Numerical research on the coherent structure in the viscoelastic second-order mixing layers, *Appl. Math. Mech.* 8 (1998) 717-723.
- [16] R. S. Rivlin, Solution of some problems in the exact theory of visco-elasticity, *J. Ration. Mech. Anal.* 5 (1956) 179-188.
- [17] B. D. Coleman, W. Noll, Helical flow of general fluid, *J. Appl. Phys.* 30 (1959) 1508-1512.
- [18] W. P. Wood, Transient viscoelastic helical flows in pipes of circular and annular cross-section, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* 100 (2001) 115-126.
- [19] C. Fetecau, Corina Fetecau, Unsteady helical flows of a Maxwell fluid, *Proc. R. Acad. Ser. A* 5 (2004) 13-19.
- [20] C. Fetecau, Starting flows of an Oldroyd-B fluid between rotating co-axial cylinders, *Proc. R. Acad. Ser. A* 6 (2005) 3-10.
- [21] C. Fetecau, Corina Fetecau, D. Vieru, On some helical flows of Oldroyd-B fluids, *Acta Mech* 189 (2007) 53-63
- [22] C. Fetecau, Corina Fetecau, Unsteady motion of a Maxwell fluid due to longitudinal and torsional oscillations of an infinite circular cylinder, *Proc. Roy. Acad. Ser. A* 8 (2) (2007) 1-7.
- [23] C. Fetecau, A. Mahmood, Corina Fetecau, D. Vieru, Some exact solutions for the helical flow of a generalized Oldroyd-B fluid in a circular cylinder, *Computer and Mathematics with Applications*, 56 (2008) 3096-3108.
- [24] Corina Fetecau, M. Imran, C. Fetecau, I. Burdujan, Helical flow of an Oldroyd-B fluid due to a circular cylinder subject to time-dependent shear stresses, published in *ZAMP*, DOI: 10.1007/s00033-009-0038-7.
- [25] D. Tong, X. Zhang, Xinhong Zhang, Unsteady helical flows of a generalized Oldroyd-B fluid, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* 156 (2009) 75-83.
- [26] H. Qi, H. Jin, Unsteady helical flow of a generalized Oldroyd-B fluid with fractional derivative, *Nonlinear Anal. RWA* 10 (2009) 2700-2708.
- [27] S. H. A. M. Shah, Some helical flows of a Burgers fluid with fractional derivative, *Meccanica*, doi:10.1007/s11012-009-9233-z..
- [28] G. Chiogna, O. A. Cirpka, P. A. Herrera, Helical Flow and Transient Solute Dilution in Porous Media. *Transport in Porous Media*, 111(3) (2016) 591-603.
- [29] Liu, X., Wang, L., Wang, Z., Li, Z., Kang, H., Fan, Y., Deng, X. Bioinspired helical graft with taper to enhance helical flow. *Journal of Biomechanics*, 49(15) (2016) 3643-3650.
- [30] P. N. Srivastava, Non-steady helical flow of a visco-elastic liquid, *Arch. Mech. Stos.* 18 (1966) 145-150.
- [31] K. R. Rajagopal, R. K. Bhatnagar, Exact solutions for some simple flows of an Oldroyd-B fluid, *Acta Mech.* 113 (1995) 223-239.

- [32] C. Truesdell, W. Noll, The non-linear field theories of mechanics, Handbuch der Physik, Vol. III/3, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, (1965).
- [33] C. F. Lorenzo, T. T. Hartley, Generalized functions for the fractional calculus, NASA/TP-1999-209424/REV1, 1999.
- [34] D. Tong, Y. Liu, Exact solutions for the unsteady rotational flow of non-Newtonian fluid in an annular pipe, Int. J. Eng. Sci. 43 (2005) 281-289.
- [35] D. Tong, R. Wang, H. Yang, Exact solutions for the flow of non-Newtonian fluid with fractional derivative in an annular pipe, Sci China, Ser. G 48 (2005) 485-495.
- [36] L. Debnath, D. Bhatta, Integral transforms and their applications (second ed.). Chapman and Hall/ CRC Press, Boca-Raton-London-New York, 2007.
- [37] M. Jamil, C. Fetecau, Helical flows of Maxwell fluid between coaxial cylinders with given shear stresses on the boundary, Nonlinear Analysis: Real World Applications, 11 (2010) 4302-4311.

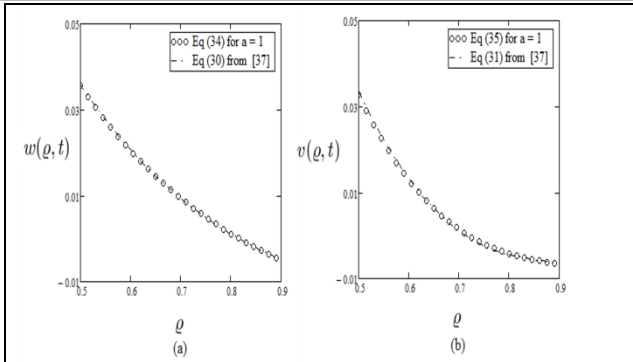


Figure.1 Comparison of velocity for a=1 for existing literature.

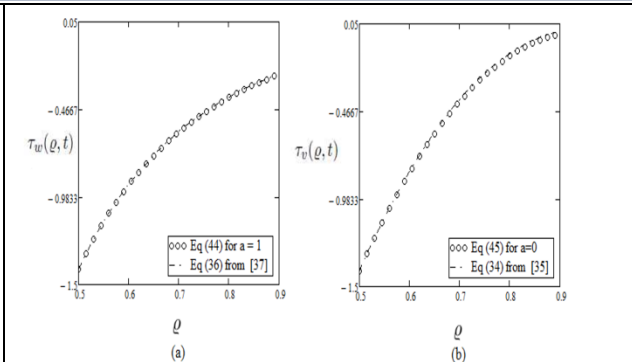


Figure. Comparison of velocity for a=1 for existing literature.

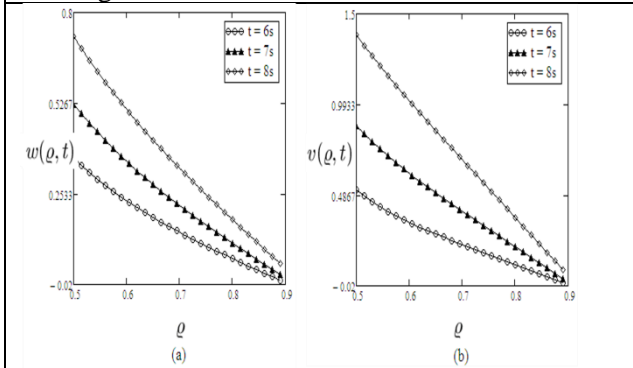


Figure.2 Profiles of the velocity components for different values of time.

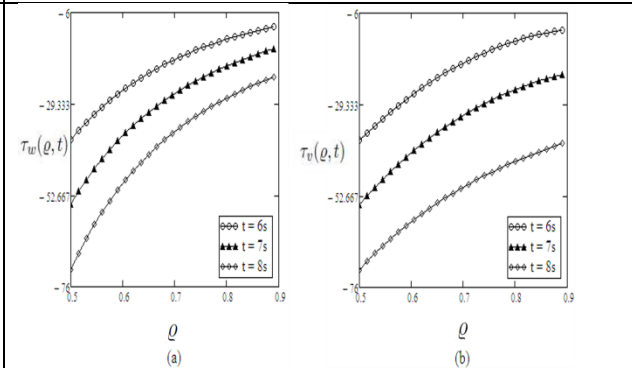


Figure 3 Profiles of the shear stress for different values of time.

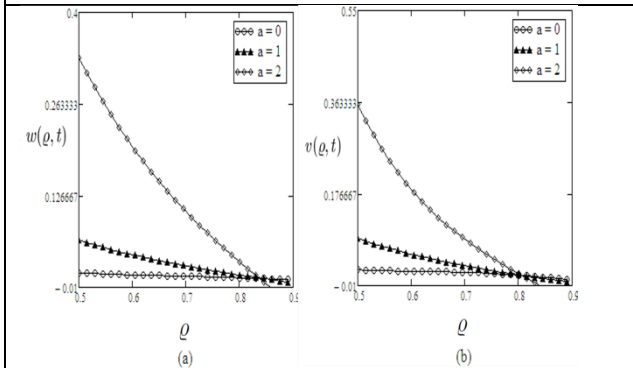


Figure.4 Profiles of the velocity components for different values of a.

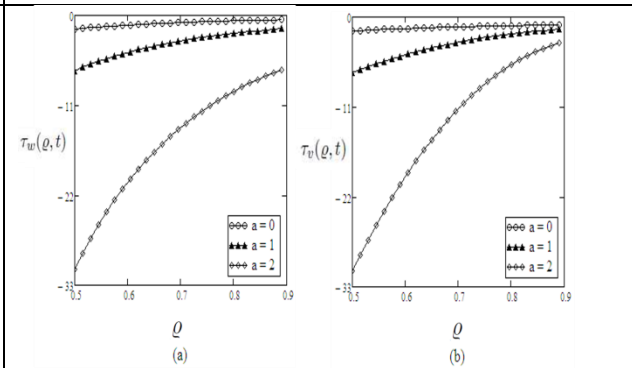


Figure.5 Profiles of the velocity components for different values of a.

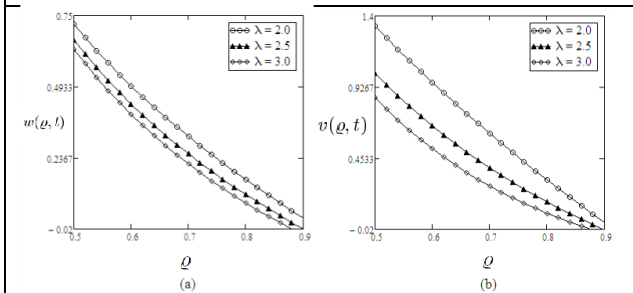


Figure.6 Profiles of the velocity components for different values of λ.

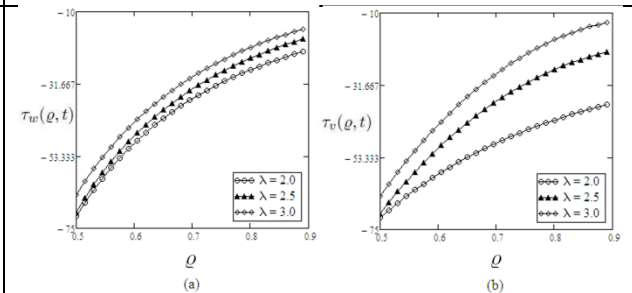


Figure.7 Profiles of the tangential shear stress for different values of λ.

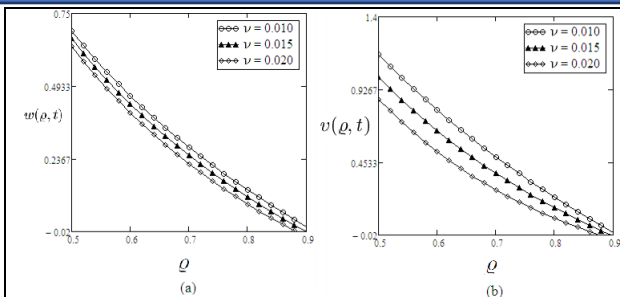


Figure.8 Profiles of the velocity components for different values of  $\nu$ .

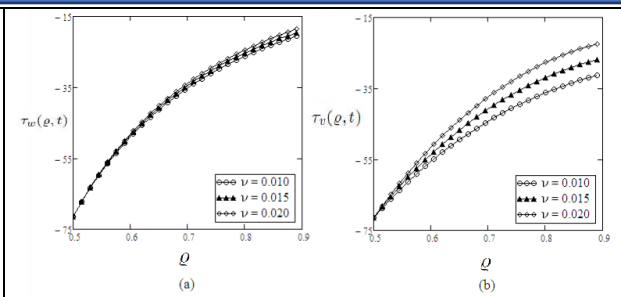


Figure.9 Profiles of the tangential shear stress for different values of  $\nu$ .

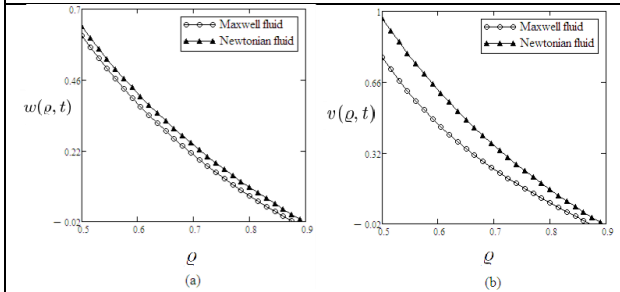


Figure.10 Profiles of the velocity components  $w(\rho,t)$  and  $v(\rho,t)$  corresponding to the Maxwell and Newtonian fluids.

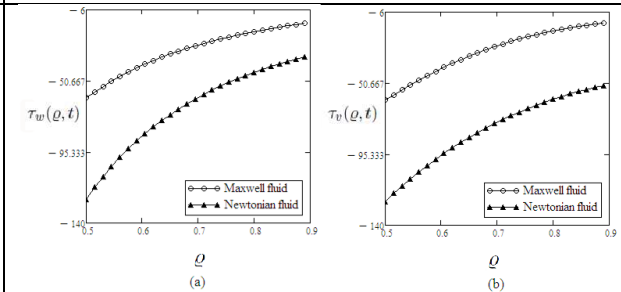


Figure.11 Profiles of the tangential shear stress  $\tau_w(\rho,t)$  and  $\tau_v(\rho,t)$  corresponding to the Maxwell and Newtonian fluids respectively.

**GAS HYDRATES (AN UNTAPPED WHITE GOLD) : NOVEL FUEL OF FUTURE GENERATION****Assoc. Prof. Dr. Amit ARORA**

Department of Chemical Engineering Shaheed Bhagat Singh State University, Ferozepur, Punjab, India-152004

**ABSTRACT**

Gas hydrates are a crystalline compounds formed by low molecular gases such as methane, ethane, natural gas etc. in presence of water at low temperature and high pressure<sup>1</sup>. Such natural conditions are found in sea as well in permafrost region. Gas hydrates amount to be double than the fossil fuels and if we are able to design an economic and viable technology to dissociate gas hydrates in a controlled way then in that case world will be energy free for centuries. One such technology which can tap this vast resource of energy is CO<sub>2</sub> sequestration<sup>2</sup> as hydrate formation is an exothermic reaction so when hydrates of CO<sub>2</sub> gets formed it releases energy more than that required to dissociate the hydrate of methane automatically releasing the methane at the expense of consumption of CO<sub>2</sub>. So, if CO<sub>2</sub> sequestration of gas hydrates become a reality then global warming will be solved by providing huge energy resource in return solving both major problems of this century i.e. the Energy and Global warming.

132

1. Sloan E.D., Clathrate hydrate of natural gases, Marcel Dekker CRC press, New York, (1990).
2. Ohgaki, K., Takano, K. and Moritoki, M. Exploitation of CH<sub>4</sub> Hydrates under the Nankai Trough in Combination with CO<sub>2</sub> Storage. Kagaku Kogaku Ronbun 20:121-123 (1994).

## SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF AROMATIC POLYAZOMETHINE/ZINC COMPOSITES VIA *IN SITU* POLYMERIZATION

**Muhammad Aamir SAJID**

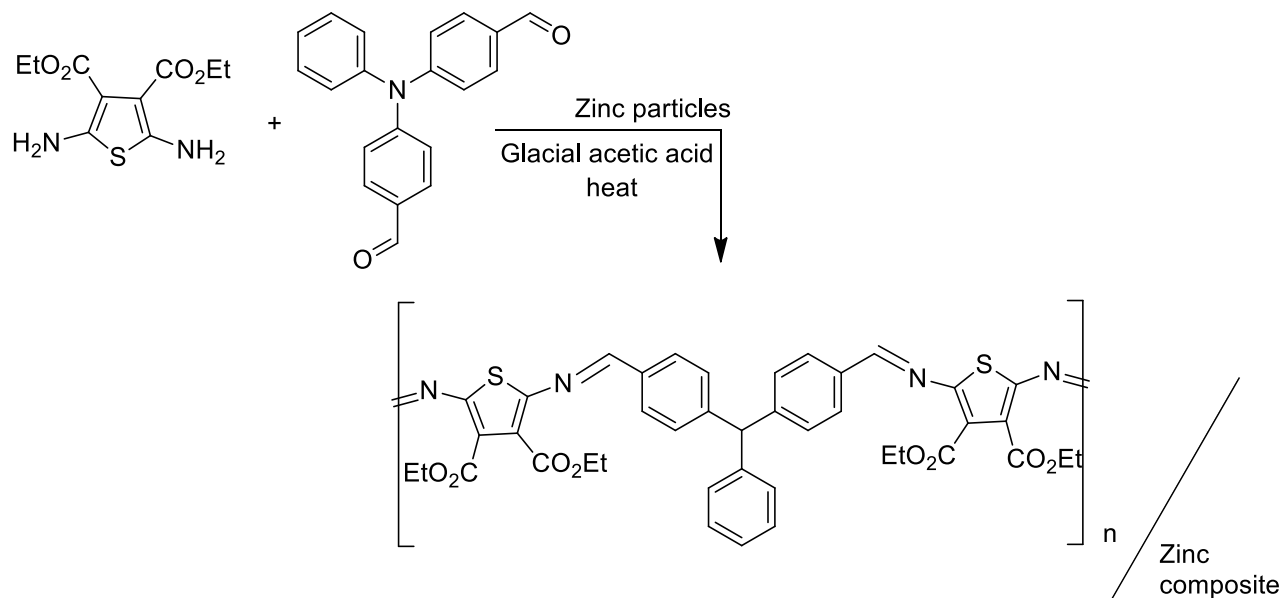
Department of Chemistry, Faculty of Physical Sciences, Government College University Faisalabad-38000,  
Pakistan

**Zulfiqar Ali KHAN**

Department of Chemistry, Faculty of Physical Sciences, Government College University Faisalabad-38000,  
Pakistan

### ABSTRACT

The conjugated polymers captivated widespread curiosity during the last two decades, because of their suitable electronic, optoelectronic, electrochemical and non-linear optical properties. nanocomposites of polyazomethines were synthesized via *in situ* polymerization in presence of zinc nanoparticles earlier dispersed in one of the employed monomers (Scheme 1). Newly designed materials were characterized by UV-visible, FT-IR,  $^1\text{H}$  NMR and  $^{13}\text{C}$  NMR spectroscopic techniques. Their physicochemical properties were examined by X-ray powder diffraction scanning electron microscopy (SEM).



Scheme 1



**MECHANISM OF ANGIOTENSIN-I CONVERTING ENZYME BY MOLECULAR  
DYNAMIC SIMULATION STUDY****Thi Tuong Vy PHAN****ORCID NO:** 0000-0002-7416-4484

Center for Advanced Chemistry, Institute of Research and Development, Duy Tan University, 03 Quang Trung,  
Da Nang, 550000, Viet Nam  
The Faculty of Environmental and Chemical Engineering, Duy Tan University, 03 Quang Trung, DaNang,  
550000, Viet Nam

**ABSTRACT**

Human somatic angiotensin-I converting enzyme (sACE, EC 3.4.15.1) play an important role in the conversion of hexapeptide angiotensin I (Ang I) to octapeptide Ang II. sACE, which is a zinc metalloproteinase, includes N and C domains with ~ 60% sequence identity in which the C domain is the main angiotensin I (Ang I) converting site. Due to the central role of Ang II in blood pressure regulation, sACE is the important target of anti-hypertension. Thus, the understanding of the mechanism of sACE is crucial. In this study, the simulations were designed to focus on the C domain in which the Ang I is mainly converted. The cleft of the C domain was divided into two subdomains and residues of the active site present at both of their inner surfaces. The spontaneous opening of the cleft in unbound sACE simulations was observed, which has not been reported yet by an X-ray method. These “open” states are

transient and converting back to the “closed” state. Furthermore, we proposed the mechanistic model for the “open” state of the enzyme required for the ligand entry to the active site. The ligand-bound simulations revealed the competitive inhibitors can keep the sACE in the “closed” state stably by making hydrogen bonds with the enzyme. This study provides a comprehensive understanding of the dynamics of sACE and the inhibitory mechanisms of sACE which broadens our knowledge for drug designing against enzyme targets.

**Keywords:** sACE, Molecular dynamic simulation, Closed state, Open state

**INTERACTIONS OF THE ARTEMISININ WITH LIPID MODEL MEMBRANES AND RED BLOOD CELL MEMBRANE****Assiela Aiman LUKHMAN**

Department of Chemistry, Faculty of Science, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia

**Teo YIN YIN**

Department of Chemistry, Faculty of Science, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia

**ABSTRACT**

The relation of lipid model membrane and drug have been one of the most prevalent studies that spans a wide range of scientific disciplines, from fundamental life science research to medical applications. This interaction also helps in administering proper biological activity in organisms which indirectly portray the study of surface phenomena. Thereby, this work was addressed to study the interaction of Artemisinin (ART) with red blood cell membrane (RBC) and liposomes which composed of 2-oleoyl-1-palmitoyl-sn-glycero-3-phosphocholine (POPC), 2-oleoyl-1-palmitoyl-sn-glycero-3-phosphoethanolamine (POPE) and Lecithin (LEC). ART isolated from *Artemisia annua* Lis a molecule bearing a sesquiterpene lactone comprised of an endoperoxide bridge (-C-O-O-C-) that was commonly used to treat malaria and cancer. However, some drawbacks such as poor solubility of ARTs as well as a short half-life and low bioavailability upon oral administration, and toxicity hamper their use as effective antitumor agents in the clinic. The preparation of liposomes was done by applying the thin film method which comprised of 0.006% POPC, 0.004% POPE and 0.06% LEC with ART. Several techniques were employed to assess the interaction of ART with liposomes: Surface tension (ST) to measure its surface activity, conductivity measurement to investigate the number of ions dispersion, particle size and zeta potential to study the average diameter size and its stability as well as the steady-state fluorescence anisotropy to study the effects of ARTs on membrane microviscosity. The studies have shown that ART-membrane interaction induced reduction in its surface tension, conductivity, particle size and surface charge while its anisotropy,  $r$  was reported to increase with the introduction of ART. POPC has the highest ST compared to POPE and LEC due to lower adsorption on the interface. However, LEC has the largest hydrodynamic diameter of 725.8 nm and was reduced to 245.0 nm when ART was introduced which display higher stability.

**Keywords:** Liposomes, Red Blood Cell, Artemisinin, Surface Properties.

**MODELISATION OF RTD OF THE COLUMN OF FLOW-RIG BY DTS-PRO****A.AMHIS**

National Polytechnic School of Algiers, 10 Rue des Frères OUDEK, El Harrach 16200, Algiers (Algeria)

**L.BOUNEMIA**

Nuclear Research Centre of Algiers (CRNA), 2 Bd.,Frantz Fanon, BP 399,16000 Algiers (Algeria)

**A.AZEDDINE**

Nuclear Research Centre of Algiers (CRNA), 2 Bd.,Frantz Fanon, BP 399,16000 Algiers (Algeria)

**A.SELATENIA**

National Polytechnic School of Algiers, 10 Rue des Frères OUDEK, El Harrach 16200, Algiers (Algeria)

**ABSTRACT**

Economics has become a very important discipline in the world of chemical production, so industries are developing new techniques to improve the performance of their production. The conversion rate of a reaction is one of the parameters aimed during this improvement; but to determine it in industrial installations considered as real reactors is complicated. For this reason, the modeling to ideal reactors is interesting to predict the conversion in these installations. To do this, a study of residence time distribution must be carried out, to determine the shape of the DTS function and assimilate it to the DTS curves of the ideal reactors, which are known. The present study, the residence time distribution of a laboratory scale column of flow-rig is measured, by performing a pulse injection with the radiotracer, Technicium-99. The DTS curves, are modeling using DTS Pro V4.2 software. The results show the presence of anomaly in column.

**Keys words:** Residence time distribution, modeling, ideal reactors, DTS Pro V4.2.

**HYDROGEL AS A BINDING AGENT ISOLATED FROM CITRUS AURANTIUM LINN****Anju DHIMAN**

Sushant University Erstwhile Ansal University

**ITTISHREE**

Sushant University Erstwhile Ansal University

**VISHAL**

Sushant University Erstwhile Ansal University

**Meenu BHAN**

Sushant University Erstwhile Ansal University

**Chhavi SINGLA**

Sushant University Erstwhile Ansal University

**ABSTRACT**

**Introduction:** Herbal powders are used since ancient time to till date for treating various ailments. Themotive of the research is to isolate hydrogel from the rind of Citrus aurantium Linn. (family: Rutaceae)which is used as natural excipient for preparation of tablet from herbal granules of panchsakar churna(Baidyanath, Kolkata).

**Materials and Methods:** Granules were made with hydrogel extracted from the Citrus aurantium Linn.which act as a granulating agent and preparation of tablets was done by compression of granules. Evaluation was also done after the preparation of tablet by various constraints such as porosity, thickness, weight, hardness and diameter.

**Result:** The percentage yield of hydrogel isolated from C. aurantium was found to be 4.4 % w/w. Thecompression characteristics of panchsakar churna granules were calculated prepared using hydrogelisolated from C.aurantium. Calibration curve of hydrogel obeys Beers Lamberts law in the range 2-16ppm. Thickness (h), weight (w) and diameter of intact ejected tablets were measured; hardness orcrushing strength for ten tablets was measured by Monsanto hardness tester.

**Conclusion:** The hydrogel isolated from the rind of C. aurantium can act as a good natural excipient which can act as a potential granulating and binding agent.

**Keywords:** Binding agent, Citrus aurantium Linn., granules, hydrogel, panchsakar churna.

**AKILLI İLAÇ KUTUSU TASARIMI****Elif Cansu ASLAN**

Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği

**Rana İrem KIRAN**

Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği

**Dr. Öğr. Üyesi Merivan ŞAŞMAZ**

ORCID NO: 0000-0002-4243-7169

Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği

**ÖZET**

Son yıllarda insanoğlunun gelişen teknolojiyi üst düzeyde kullanma isteğigittikçe artmaktadır. Özellikle mühendislik ve sağlık alanında bu çalışmalar dikkatçekmektedir. Bu çalışma sağlık sektörü ve insan hayatı konusunda büyük önem taşıyanilaç saati kavramına yeni bir boyut kazandıran tasarım modülüdür. Uygun olmayan ilaçkullanımı oldukça yaygın olarak görülen bir sorundur. İnsanların akıllı ilaç kutusutasarımı sayesinde günlük ilaçlarını tavsiye edilen miktarda düzenli olarak almaları sağlanacaklar.

Bu çalışma, insan sağlığı göz önünde tutularak sürekli ilaç kullanan hastalarınınyaşam koşulları dikkate alınarak yapılmıştır. Saat sorunu yaşanmaması ve düzenli ilaçkullananların da sosyalleşmesini sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Mevcut çalışmada fiziksel programlama platformu olan arduino UNO kartı kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyomedikal teknolojisi, hastalık, polifarmasi, yaşam kalitesi, ilaç kullanımı

**SMART MEDICINE BOX DESIGN****ABSTRACT**

In recent years, the desire of human beings to use the developing technology at ahigh level has been increasing. These studies attract attention especially in the field ofengineering and health. This study is a design module that adds a new dimension to theconcept of medicine clock, which is of great importance in the health sector and human life.

Inappropriate drug use is a very common problem. Thanks to the smart medicine box design,people will be ensured to take their daily medicines regularly in the recommended amount. Inthe study, human health was taken into consideration and the living conditions of patients whouse drugs continuously were taken into consideration. It was carried out in order not to have aproblem of hours and to socialize those who use regular medication. Arduino UNO board,which is a physical programming platform, was used in this present work.

**Keywords:** biomedical technology, illness, polypharmacy, life quality, drug use

## 1.GİRİŞ

Çalışmamız kullanıcılara bir hatırlatıcı görevi üstlenen, hedef kitlesi insan sağlığı ve gereksiz ilaç kullanımı olan hem ülke ekonomisi açısından hem de çevre atıklarını engellemek için doğru zamanda doğru ilaç takviyesini sağlamak üzere tasarlandı.

Unutkan ve yaşlı diye sınıflandırdığımız orta yaş üstü bireylerin alarm süresi geldiğinde istenilen ilaç kutusu üzerinde ledler yanarak ve ortama ses aktararak bireylerin günlük, haftalık ve aylık ilaçlarını almayı unutmasını engellemek için akıllı olarak nitelendirdiğimiz biyomedikal mühendislik çalışması olarak akıllı ilaç kutusu tasarımı yapıldı. Çalışmamızı tasarlarken arduino kullanıldı ve yazılan kodlar sayesinde ilaç saati geldiğinde yanan ledler ve servo motor kullanarak ses çıkmasını sağlandı.

Çalışmanın ana temeli kod yazma yönünden pratik bir uygulama olan arduinoyu kullanarak akıllı ilaç kutusunun çalışmasını sağlayıp hem hatırlatıcı görevini karşılaması hem de içerisindeki bölme ile direk ilaçlara erişimidir. Bu yaptığımız çalışma ile evrensel ilaç atıklarının azalması, ilaç tedavisinin en önemli unsuru olan ilaçların zamanında alınması ve bu sayede de bireylerin sosyal yaşamlarına rahat bir şekilde devam etmesi hedeflenmiştir.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1 İlaç Kullanım Oranına Yönelik Bulgular

Günümüzde özellikle biyoteknoloji ve genetik mühendisliği alanında önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bilim çevrelerine göre, yapılan çalışmalar ve olası sonuçları nedeniyle bu yüzyılın biyoloji yüzyılı olacağı öne sürülmektedir. Biyoloji yani aslında sağlık yüzyılı olarak nitelendirildi. Bununla beraber ilacın uygun zamanda uygun kişiye verilmesi konusunda belirli sorunlar oluşmaktadır. İlaç kullanım davranışları gerek ülke ekonomisi gerek ise hasta sağlık ölçütü olarak gün yüzüne çıktı [1]. Atık ilaçlar diye bir kavram oluştu. Gereksiz kullanım insan bedenine oldukça zarar verdi. Evde ilaç kullanım ilkeleri denen prosedürler ve yanlış yerden ilaç alımı mühendislik ve sağlık sektörünü aynı noktada buluşturdu. Böylece ilaç mühendisleri biyomedikal işbirlikçiler araştırma ilaçları koruma gibi adımlar atıldı [2]. Bu araştırmalar, Akıllı ilaç kullanımı (rasyonel farmakoterapi) hastaya doğru tanının konması, sorununun dikkatlice tanımlanması, tedavi amaçlarının belirlenmesi, değişik seçenekler içinden etkinliği kanıtlanmış (güvenilir) tedavinin seçilmesi, uygun bir reçete yazılması, hastaya açık bilgiler ve talimatlar vererek tedaviye bağlanması, tedavinin sonuçların izlenmesi ve değerlendirilmesini kapsayan sistematik bir yaklaşım biçimidir [2,3]. 2017 yılında yapılan ülkemizde ilaç tüketimi anket ve araştırmalar neticesinde yaş aralıklarına göre genç, orta yaş ve orta yaş üstü olarak ayrıldı (Şekil 1). Ve ülkemizde kullanım oranının oldukça yoğun olduğu tespit edildi [4,5].

Ayrıca elde edilen veriler sonucu %56 genç, %31 orta yaş grubu ve %13 orta yaş grubunu kapsamaktaydı. Araştırmanın tümü Türkiye 'de gerçekleştirildi.



Şekil 1. Akılcı ilaç kullanımı araştırması

Medikal alanının gelişimi mühendislik alt yapısının sağlık ile entegrasyonu sonucunda sağlık sektöründe farklı amaçlar için kullanılan maddelerin özellikle modern biyoteknoloji teknikleri kullanılarak Biyomedikal teknolojiyle önemli çalışmalar yürütülmektedir [6].

Akıllı ilaç kutusu çalışmaları ile ilgili fazla akademik çalışma olmamakla beraber ilk dikkat çeken model 'Zayata' oldu. Modelin öne çıkan özelliği siz ilaç almadığınız zamanlarda kendisini kilitlemesi. Bluetooth üzerinden akıllı telefonlara bağlanan Zayata, ilaç alacağınız zaman kilidini açar ve ilacınızı alıp, haznesini kapattığınızda kendisini kilitler. Böylelikle çocukların ilaçlara erişmesini engellenir. Kalem pille çalışan modelin üzerinde bir LCD ekran bulunuyor ve ilaç içileceği zaman akıllı telefon uygulamasına bakmadan kontrol edebilmektedir.

## 2.2 Hasta Kitlesine Yönelik Bulgu ve Veriler

İleri yaşta gözlemlenen uygun olmayan ilaç kullanımı sıkça görülen bir sorundur. Polifarmasi denen çoklu ilaç kullanımı olarak nitelendirilen terim genellikle minimum dört veya daha fazla ilacın aynı anda kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Görülme sıklığı ileri yaş ile artış göstererek ülkeler arasında değişiklik göstermektedir ve 75 yaşın üzerindeki yaşlılarda yaklaşık %35-40 civarındadır. Görülme sıklığı topluluk içinde yaşayan yaşlılar ile bakım evinde yaşayan yaşlılar arasında da farklılık göstermektedir. Topluluk içinde yaşayan hastalar arasında, %41, %43.4, %35.8, %46.8 oranındaki görülme sıklıkları sırasıyla İzlanda, ABD, Avustralya ve İtalya'dan bildirilmiştir. Shelter çalışmasının bir raporu olarak 8 farklı Avrupa ülkesindeki bakım evlerinden bildirilen en son çalışmada, görülme sıklığı %49.7 olarak bildirilmiştir [7-11].

Polifarmasi etiyojisi genellikle çokludur. Birçok kronik hastalığın görülme sıklığı ilerleyen yaşla birlikte artar ve çoklu ilaç kullanımı gerektirir. Çok sayıda ilacın kullanılması bazen tipik olarak aynı içerik veya aynı sınıfa ait olma durumu ile sonuçlanmaktadır. Gereksiz ilaçlara devam edilmesi başka

bir tehlikeli yanıdır ve reçete yazan hekim sayısını, ilacın yan etkileri açısından bağımsız bir risk faktörü haline getirir. Çalışmaya göre en çok ilaç alan hedef hasta kitlesi alzheimer, kalp, diyabet, koah,tansiyon, bunama hastaları olduğu saptanmıştır.Bu hastalıkların büyük bir kısmı yaşlılarda görülmektedir [7,8].

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de beklenen yaşam süresi uzamakta ve bu da yaşlı nüfus sayısında bir artış göstermektedir. Bu nedenle yaşlı hastaların sorunlarıyla mücadelede farklı stratejilerin geliştirilmesi kaçınılmaz olmuştur.



Şekil 2. İlaç pazarı [12]

### 3. DENEYSEL SÜREÇ: TASARIM

#### 3.1 Akıllı İlaç Kutusu Tasarımı

Kutunun ilk protatip çalışmalarına başlamadan önce arduino eğitimlerimizi tamamlayıp önceki çalışmaları inceledik. Arduino ile başlayıp ardından breadbordumuza RTC modülünü ve buzzer 1 yerleştiriyoruz.

Buzzerın montajı buzzerın (+) ucunu dijital 3 e yani 3. pine bağlıyoruz.(-) ucunu ise GND çıkışıyla birlikte aynı noktadaki pine monte ediyoruz. Biyomedikal akıllı ilaç kutusu için temin ettiğimiz plastik olarak nitelendirilen kutuyu ısı yardımı ile delip montajını gerçekleştirdik.

Akıllı ilaç kutusu için mekanik tasarımı amacına uygun araştırmalar yapılmıştır ve planlanılmıştır. Kullanıcının tanımlayacağı saat doğrultusunda sistem zamanı geldiğinde uyarı verilmesi şeklinde kullanılan elektronik malzemelerin düzenekteki yerinin belirlenmesi, nasıl montaj yapılacağı hepsi göz önünde bulundurulmuştur.

#### 3.2 Montaj

Kutunun tasarımını ilaç kullanan hastanın kolay mekanizmasına göre düşünerek montajı gerçekleştirdi. Montajın kötü görüntü oluşturmaması için yalın renk tercih edildi. Jumper kablolar kısa kullanıldı. Mekanik aparatların sabitleştirilmesi için lehim kullanıldı.



### 3.3 Çalışma Gerilimleri

İlaç kullanan hastalar için Akıllı İlaç Kutusu tasarımı gerilim kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Gerilim kaynağı 7V'luk Arduino besleyen kaynaktır. Arduino bilgisayardan, adaptörden veya uygun powerbank'lerden gereken gücünü karşılayabilir. Kutunun daha verimli ve özellikle yaşlı ve polifarmasi denen terime karşılık bulması için tüm hassasiyetler düşünülerek tasarlanmıştır.

### 3.4 Mekanik Aksam

Tasarım kutusu 2 bölümden oluşur: Arduino bölümü, ses aktarım bölümü

### 3.5 Devre Tasarımı

Tasarım sürecinde breadboard üzerine ve arduino beslenme kartının entegrasyonu led, buzzer tercih edildi. Devre tasarım malzemeleri; Breadboard, farklı renklerde jumper, Arduino UNO R3, 1 adet Buzzer, 1 adet RTC modülü ve pil kutusu.

### 3.6 Devrenin Kurulumu

Öncelikle devre kurulumu yaparken breadboardumuza buzzerı yerleştiriyoruz ilk olarak buzzer montajında (+) ucun 3. pine (-) ucunu ise GND nin RTC i aynı pin girişine monte etmek ardından kurulumu tamamlamış oluyoruz.

### 3.7 Besleme Devresi

Beslenen arduino yani sistemin beyni burada yer alır kod dili c programla ile arduino uno R3 tercih edildi. Arduino ile akıllı ilaç kutusu tasarımında istenilen düzeyde ve istenilen miktarda ilaç alımına kolaylık sağlamak için tasarıma saat ayarı sağlayan bütün birleşenler aynı kaynaktan beslenmişlerdir. Şekil 1' de kutu tasarımı üzerine monte edilen yeşil buton ve seri olarak bağlandı. Kırmızı led eritilen haznelere yerleştirildi. Mekanizması ayarlanırken esnek lastik ip ile kutu kasasının arsına yerleştirildi böylece zamanı geldiğinde kendiliğinden açılacaktır.



Şekil 1. Tasarlanan ilaç kutusu dış görünümü

Kutunun açılması için aslında ilk önce piston mekanizmasını tercih edecektik ardından minik bir servo motor düşünüldü ve en sonunda karar aşamasında sıcak bir yapıştırıcı yani silikon yardımıyla esnek lastik üst kısma yerleştirildi.

Şekil 2' de Tasarımın komut ve ses sürekliliği kutunun tepkisel yanıtı ölçümleri yapıldı arduino ile bağlantı sağlandı ve böylelikle haznelere yerleştirilen kırmızı tercih ettiğimiz iki led aktif hale geldi.



Şekil 2. Buzzer ile ses kontrol aşaması

Şekil 3' de otomatik kapak açma mekanizması alarm saati geldiğinde servo motor ile açılır ve led yanar kullanıcı ilaç saatinin geldiğini anlamış olur. Kutunun çalışması ile ilgili video hazırlanarak referansta sunuldu [13].

143



Şekil 3. Kutunun iç haznesi

#### 4.SONUÇ

Çalışmamız kullanıcılara bir hatırlatıcı görevi üstlenen bir tasarımdır. Hedef kitlesi insan sağlığı ve gereksiz ilaç kullanımını hem ülke ekonomisi açısından hem de çevre atıklarını engellemek için doğru zamanda doğru ilaç takviyesi ile sadece unutkan ve yaşlı diye sınıflandırdığımız orta yaş üstü bireylerin de her koşulda kullanmalarını sağlamaktadır.

Alarm süresi geldiğinde istenilen ilaç kutusu üzerinde ledler yanarak ve ortama ses aktarılarak bireylerin günlük, haftalık, aylık ilaçlarını almayı unutmamasını engellenerek biyomedikal mühendislik çalışması olarak akıllı ilaç kutusu tasarımı yapıldı. Bu yaptığımız çalışma maliyeti düşük ve kolay uygulanabilir bir prototip olması diğer çalışmaların yapım aşamalarından daha rahat ve daha avantajlıdır.

Akıllı ilaç kutusu sayesinde çevreye yararlı, radyasyon riski olmayan, yüksek verimli, kolay taşınabilir ve insan sağlığını önemseyen bir tasarım yapılmıştır.

## KAYNAKÇA

- [1] İnam A., Gen Teknolojisiyle Birlikte Yaşamayı Öğrenmek İçin Düşünme. Online yayın
- [2] Bull, A.T., Holt, G. and Lilly, M. D. 1987. Biyoteknoloji Uluslararası Eğilimler ve Görüşler (Çeviri: M. Bara), İstanbul Üniversitesi Yayınları: 3419, 98 s., İstanbul
- [3] Mestel, R. 2002, Hapların Renkli Tarihi Birçok Tableti Doldurabilir. Los Angeles Times. ISSN 0458-3035.
- [4] Toklu, H. Z., Akıcı, A., Uysal, M. K. ve Dülger, G. A. (2010), Akılcı İlaç Kullanımı Sürecinde Hasta Uyumuna Hekim ve Eczacının Katkısı, Türk Aile Hekimliği Dergisi, 14 (3): 139-145.
- [5] Ekiyor A., Gök G., 2018, Akılcı İlaç Kullanımı ( Hekim - Eczacı Tutum ve Davranışları), İKSAD Yayınevi.
- [6] Gül Ü. D., 2014. Sağlık Alanında Biyoteknolojik Uygulamalar: Kırmızı Biyoteknoloji, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1 (1), 6-70.
- [7] Bahat G, Tufan F, Akın S, Tufan A, Erten N., 2012 Yaşlılarda Akılcı İlaç Kullanımı. J Gerontol Geriatrik Arş 1:104.
- [8] Delaney C., 2020. Netter's Surgical Anatomy and Approaches, Elsevier.
- [9] Nobili A, Franchi C, Pasina L, Tettamanti M, Baviera M, ve diğerleri. (2011) Drug utilization and polypharmacy in an Italian elderly population: EPIFARMyaşlılar projesi. Pharmacoepidemiol Drug Saf 20: 488-496. .
- [10] Onder G, Liperoti R, Fialova D, Topinkova E, Tosato M, 2012. Polypharmacy in Nursing Home in Europe: Results From the SHELTER Study. J Gerontol A Biol Sci Med Sci.
- [11] Green JL, Hawley JN, Rask KJ, 2007. Is the number of prescribing physicians an independent risk factor for adverse drug events in an elderly outpatient population? Am J Geriatr Pharmacother 5: 31-39.
- [12] İlaç Endüstrisi İşverenler Sendikası (İEİS), 2017, "Türkiye İlaç Pazarı", Ocak- Eylül 2017 sayısı.
- [13] <https://youtu.be/0tRKsGCIKvY>

## ATIK SULARDA BULUNAN SÜLFİT MİKTARININ DP POLARPGRAFI VE İODOMETRİK YÖNTEMLE KARŞILAŞTIRILMASI

Öğr. Gör. Dr. Şükrü KALAYCI  
ORCID NO: 0000-0002-8643-6731

Kimya Teknolojisi Bölümü, Teknik Bilimler MYO, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

### ÖZET

Sülfite tayini, bazı gıda maddelerinde koruyucu madde olarak kullanıldığı için önemli bir rol oynar. Gıda sektörlerinin atık sularında yüksek sülfite değerlerinin bulunması, bazı sağlık sorunları yaratabilir. Bu nedenle doğru tayini hayati bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, atık sularında bulunan sülfite miktarının tayini yapıldı. Bu araştırmada sülfite tayini için DP Polarografik ve iyodimetrik yöntem kullanıldı.

DP Polarografi yöntemi ile sülfite tayini için en uygun elektrolit ve pH değeri belirlendi. Yapılan incelemeler sonucunda pH = 4 HAc-NaAc elektrolitinde  $1 \times 10^{-7}$  M sülfite belirlemek mümkün olmuştur. Bu yöntem çeşitli gıda atık sularına uygulandı ve serbest sülfite miktarları tayin edildi. Elde edilen sonuçlar iyodimetrik bir yöntemle karşılaştırıldı. Sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Sülfite, Tayin, Atık su, DP Polarografisi, İyodimetri.

### COMPARISON OF SULPHITE AMOUNT IN WASTE WATER BY DP POLARPGRAPHY AND IODOMETRIC METHOD

#### ABSTRACT

Sulfite determination plays an important role as it is used as a preservative in some foodstuffs. The presence of high sulfide values in the wastewater of the food industry may cause some health problems. Therefore, accurate determination is of vital importance. In this study, the determination of the amount of sulfide in wastewater was made. In this study, DP Polarographic and iodimetric methods were used for sulfide determination. The most suitable electrolyte and pH value for sulfide determination was determined by DP Polarography method. As a result of the investigations, it was possible to determine  $1 \times 10^{-7}$  M sulfide in pH = 4 HAc-NaAc electrolytes. This method was applied to various food waste waters and free sulfide amounts were determined. The results obtained were also compared with an iodometric method. It was found that the results were compatible with each other.

**Keywords:** Süphite, Determination, Waste water, DP Polarography, Iodimetry.

## 1. GİRİŞ

Sülfite tayini, bazı gıda maddelerinde koruyucu madde olarak kullanılması nedeniyle önemli bir rol oynamaktadır. Gıdalardaki yüksek sülfite değerlerinin bazı sağlık sorunları yaratacağı bilinen bir gerçektir (Fazio ve Warner 1990). Gıda sektöründeki atık sularda bulunan sülfite miktarlarının belirlenmesi de önemli hale gelmiştir.

Sülfite tayini için en yaygın yöntemler arasında, iyodimetrik titrasyon (Somer ve Kocak 1993), spektrofotometrik yöntemler (Monnier ve Williams 1972; Cosano, Luque de Castro, Valcárcel, 1995), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) (Pizzoferrato, Di Lullo, Quattrucci 1998), FIA-CL (Qin, Zhang, Zhang 1998; Amatatongchai ve ark. 2015) ve bazıları elektrokimyasal yöntemler yer almaktadır (Garber ve Wilson 1972; Umiker, Mora, Cheng 2002; Pournaghi-Azar ve Sabzi 2004).

Sülfite tespitlerimizden birinde diferansiyel puls polarografisi kullandık ve eser miktarda sülfite doğrudan ve dolaylı yöntemlerle belirledik (Yılmaz ve Somer 2007). Petrol içindeki sülfite ve tiyosülfat diferansiyel puls polarografisi kullanılarak belirlendi (Sid Kalal ve ark. 2004). Sülfite tayini için yeni bir elektroedüksiyon yöntemi geliştirilmiştir (Isaac ve ark. 2004).

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Cihaz ve Reaktifler

Deneysel çalışmalarda, PAR 174 A model diferansiyel puls polarografisi cihazı kullanıldı. Bu cihazda, damlayan civa elektrodu, doymuş kalomel elektrot ve Pt tel elektrottan oluşan üçlü elektrot sistemi yer almaktadır.

Ölçümlerde kullanılan reaktifler analitik saflıktaki metal tuzlarından belirli miktarlarda tartılıp, saf su ile çözeltileri hazırlandı.

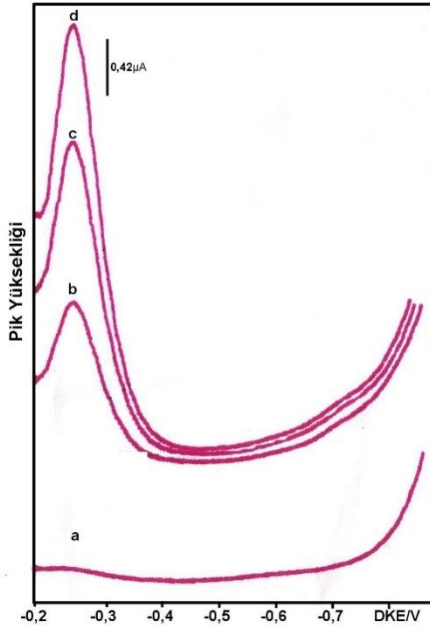
### 2.2. Sülfite Tayin Mekanizması

Asidik çözeltide sülfite belirlendiğinde, sülfite iyonunun asidik çözeltide SO<sub>2</sub> oluşturması ve nitrojen gazı geçerken kaçması nedeniyle her zaman olumsuz bir hata olduğu bulunmuştur. Kayıslarda sülfite tespit ettiğimiz önceki çalışmalarımızda da aynı hata gözlenmiştir (Somer, Kalayci, Yılmaz 2019). Beklendiği gibi, asidik çözelti içindeki olası reaksiyon aşağıdaki gibi verilebilir:



### 2.3. Sülfitin Polarografik Davranışı

Hücre içerisine önce 10 mL 4 M HClO<sub>4</sub> destek elektrolitin polarogramı alındı. Üzerine 1x10<sup>-3</sup> M sülfite ait pik gözlemlendi. Ardında iki defa standart sülfite ait pik gözlemlendi. Şekil 2.3'te görüldüğü gibi pik yüksekliği ilave edilen sülfite ait pik yüksekliği ile doğru orantılı olduğu tespit edildi.



Şekil. 2.3. Sülfite iyonunun polarografik davranışı.

### 2.4. Atık Su Örneklerinde Sülfite DP Polarografi Yöntem ile Tayini

Yukarıdaki prosedürü kullanarak 3 farklı atık su örnekleri önce diferansiyel puls polarografisi ile ölçüldü ve sonuçlar % 90 güven seviyesi ve 5 ölçümün ortalaması olarak şekil 2.5 de verildi.

Aynı örnekleri iyodometrik yöntem kullanarak ölçülen değerler kaydedildi ve her iki yöntem de sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu tespit edildi.

### 2.5. Atık Su Örneklerinde Sülfite İyodometrik Yöntem ile Tayini

Sülfite tayininin de en yaygın iyodometrik yöntem kullanılır. Bu yöntemde göre, 50 mL atık suya 25 mL % 4 (1 M) NaOH eklendiğinde çözeltinin rengi yeşile döndü, sonra 15 dakika 10 mL (2 M) % 25 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve 2-3 mL % 1 nişasta indikatörü eklenir ve pH 2 yapılır, renk çözelti kırmızıya dönüştü. Böylece titrasyon sırasında ortamın asidik olması gerekir, böylece renk değişimi gözlemlenir. Standart iyot ile mavi renk görülene kadar titre edilir.

**Şekil 2.5.**Atık Su Örneklerindeki sülfid miktarlarının Yöntemlere Göre Karşılaştırılması

Örnek	Yöntem	Sülfid : mg/L $x \pm (t.s)/\sqrt{N}$
Atık Su 1	DP Polarografisi	41 ± 2
	İyodometri	44 ± 3
Atık Su 2	DP Polarografisi	52 ± 3
	İyodometri	55 ± 4
Atık Su 3	DP Polarografisi	37 ± 2
	İyodometri	39 ± 2

### 3. SONUÇ

- Gıda katkı maddesi olarak kullanılan sülfid, suda çözündüğü için ilgili sektörün atık sularında yer aldığı bilinmektedir. Dolayısıyla su kirliliği açısından tayini son derece önemlidir.
- Tekrarlanabilirliği ve hassaiyeti yüksek olan DP Polarografisi, önerilen mekanizma ile sülfidin tayinin de uygun bir yöntem olduğu tespit edildi. Bu yöntem ile yüksek ve eser miktarlardaki sülfid kolaylıkla tayin edilebilir.
- Aynı atık su örneklerindeki sülfid miktarları, iyodometrik yöntem ile de tayin edildi ve sonuçların her iki yöntem ile sonuçların uyumlu olduğu belirlendi.

### KAYNAKÇA

Amatatongchai, M., Sroysee, W., Chairam, S., Nacapricha, D. (2015). Simple flow injection for determination of sulfite by amperometric detection using glassy carbon electrode modified with carbon nanotubes/PDDA-gold nanoparticles, *Talanta*, 133, 134–141.

Cosano, J.S., Luque de Castro, M.D., Valcárcel, M. (1995). Automatic continuous-flow determination of sulphite in the presence of a high concentration of thiosulphate, *Anal. Chim. Acta*, 302, 269–274.

Decnop-Weever, L.G., Kraak, J.C. (1997). Determination of sulphite in wines by gas-diffusion flow injection analysis utilizing spectrophotometric pH-detection, *Anal. Chim. Acta*, 337, 125–131.

Fazio, T., Warner, C.R. (1990). A review of sulphites in foods: analytical methodology and reported findings, *Food Addit. Contam.*, 7 (4), 433–454.

Garber, R.W., Wilson, C.E. (1972). Determination of atmospheric sulfur dioxide by differential pulse polarography, *Anal. Chem.*, 44(8), 1357–1360.

Isaac, A., Wain, A.J., Compton, R.G., Livingstone, C., Davis, J. (2004). A novel electroreduction strategy for the determination of sulfite, *Analyst*, 130, 1343–1344.

Monnier, G., Williams, S. (1972). Determination of sulfur dioxide, *Analyst*, 95, 119–122.

Pizzoferrato, L., Di Lullo, G., Quattrucci, E. (1998). Determination of free, bound and total sulphites in foods by indirect photometry-HPLC, *Food Chem.*, 63(2) 275–279.

Pournaghi-Azar, M.H., Sabzi, R.E. (2004). Electrocatalytic oxidation of sulfite on a cobalt pentacyanonitrosylferrate film modified glassy carbon electrode, *Electroanalysis*, 16 (10), 860–864.

Sid Kalal, H., Ghadiri, M., Miran Beigi, A.A., Seyed Sadjadi, S.A. (2004). Simultaneous determination of trace amounts of sulfite and thiosulfate in petroleum and its distillates by extraction and differential pulse polarography, *Anal. Chim. Acta*, 502 (1), 133–139.

Somer, G., Kalayci S, Yilmaz, U. (2019). Determination of sulfite in wine using diferantial pulse polarography, *Russian journal of electrochemistry*, 55 (12), 1360-1365.

Somer, G., Kocak, A. (1993). Determination of atmospheric sulfur dioxide by differential-pulse polarography using selenite, *Analyst*, 118, 657–659.

Qin, W., Zhang, Z., Zhang, C. (1998). Reagentless chemiluminescence flow sensor for sulfite, *Anal. Chim. Acta*, 361, 201–204.

Umiker, K.J., Mora, M.J., Cheng, I.F. (2002). Aqueoussulfur species determination using differential pulse polarography, *Microchem. J.*, 73, 287–297.

Yilmaz, T.U., Somer, G. (2007). Determination of tracesulfite by direct and indirect methods using differential pulse polarography, *Anal. Chim. Acta*, 603, 30–35.



## AS (V) ELEKTRODU İLE KIRMIZI ŞARAPTA ARSENİK TAYİNİ

Öğr. Gör.Dr. Şükrü KALAYCI

ORCID NO: 0000-0002-8643-6731

Kimya Teknolojisi Bölümü, Teknik Bilimler MYO, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

## ÖZET

Şarap alkollü içecekler arasında çok tüketilen bir içecektir. Bu çalışmada şarapta arsenik tayini için hazırlanması kolay, arsenat iyon derişimine duyarlı yeni bir katı hal iyon seçici elektrot kullanıldı. Bu elektrodun bileşiminde kullanılan tuzlar katı haldeki  $Cu_2S$ ,  $Ag_3AsO_4$  and  $Ag_2S$  tuzlardır. Ölçümler, oda sıcaklığında yapılmış ve 0.1M  $NaNO_3$  ortamında yapılarak sabit iyon şiddeti sağlanmıştır. Elektrot cevabı, değişik bileşimdeki elektrotlar hazırlanarak arsenat iyon derişimine karşı ölçülmüştür. En büyük eğim 40 %  $Ag_3AsO_4$ , 30 %  $Cu_2S$  and 30 %  $Ag_2S$  ile elde edilmiştir. Bu elektrot, arsenat derişimine doğrusal cevap vermiştir. Analitik yönden yararlı potansiyel aralığı  $10^{-6}$ - $10^{-1}$  M ve doğrusal kısımdaki eğim on katlık bir arsenat konsantrasyonu değişimi için  $19 \pm 2$ mV olarak bulunmuştur. Elektrodun ömrü günde 4-5 kez kullanıldığında en az 2 yıl olup, cevap süresi 20-30 saniyedir. Çok rastlanan iyonların girişim etkisi of pH (6-10) aralığında çalışılmıştır. Bu elektrot ile şaraptaki arsenat iyonu tayin edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arsenat, İyon seçici elektrot, Potansiyometri, Şarap.

150

## DETERMINATION OF ARSENIC IN RED WINE WITH AS (V) ELECTRODE

## ABSTRACT

Wine is a popular beverage among alcoholic beverages. In this study, a new solid state ion selective electrode, which is easy to prepare and sensitive to arsenate ion concentration, was used for arsenic determination in wine. The salts used in the composition of this electrode are solid  $Cu_2S$ ,  $Ag_3AsO_4$  and  $Ag_2S$  salts. Measurements were made at room temperature and in 0.1M  $NaNO_3$  environment, constant ion intensity was obtained. Electrode response was measured against arsenate ion concentration by preparing electrodes of different composition. The highest slope was obtained with 40%  $Ag_3AsO_4$ , 30%  $Cu_2S$  and 30%  $Ag_2S$ . This electrode responded linearly to the arsenate concentration. Analytically useful potential range is  $10^{-6}$ - $10^{-1}$  M and the slope in the linear part is  $19 \pm 2$ mV for a ten-fold change in arsenate concentration. The life of the electrode is at least 2 years when used 4-5 times a day, and the response time is 20-30 seconds. The interference effect of common ions has been studied in the range of pH (6-10). The arsenate ion in the wine was determined with this electrode.

**Keywords:** Arsenate, Ion selective electrode, Potentiometry, Wine.

## 1. GİRİŞ

Arsenik, çok toksik bir element olarak bilinir; toksik etkisi kimyasal formuna, oksidasyon durumuna ve biyolojik ortamdaki çözünürlüğüne bağlıdır. Çeşitli durumları arasında, As (III) en toksik olarak bilinir, ardından daha kararlı As (V) formu ve çeşitli organik türevler gelir (Ng, Wang, ve Shraim 2003). Bu unsur, Dünya Sağlık Örgütü tarafından "1. sınıf" insan kanserojen olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca cilt, akciğer, mesane, böbrek ve karaciğer kanseri ile ilişkilendirilmiştir.

Arsenik doğada genellikle çok düşük konsantrasyonlarda olduğundan, belirlenmesi için oldukça hassas yöntemler gereklidir. Bundan dolayı, spektroskopik, kromatografik, voltametrik ve titrimetrik yöntemler kullanılıyor. Bunlar arasında atomik absorpsiyon spektrometrisi (Herce, Camean, ve Repetto 1996), grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrofotometrisi (Caldas, Raposo, Neto ve Barbosa 2009; Pacey ve Ford 1981), hidrür atomik absorpsiyon spektrometrisi (Shah ve ark. 2009; Li, Jia ve Wang 2006; Talebi ve Habib 2007; Karthikeyan, Rao ve Iyer 1999), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Rodriguez, Raber ve Goessler 2009; Gong ve ark. 2002) ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi - indüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi (Narukawa ve ark. 2008; Raab ve ark. 2002; Suzuki ve ark. 2002) bahsedilebilir.

Elektrokimyasal yöntemler, zahmetli ekstraksiyon veya ön konsantrasyon prosedürleri gerektirmeden yüksek seçicilikleri ve çok düşük tespit limitleri nedeniyle çoğunlukla iz analizi ve türleşme analizi için tercih edilmektedir.

Arsenik (III), katalitik bir hidrojen dalgası kullanılarak bizmut film elektrodu ile elde edilmiştir (Jiajie ve Nagaosa 2007). Ayrıca seçiciliği ve duyarlılığı yüksek olan diferansiyel puls polarografisi method kullanılarak düşük derişimdeki arsenic miktarları tayini yapıldı ( Somer ve Kalayci 2014).

Düşük miktardaki arsenic tayini için iyon seçici elektrotlar da kullanılabilir. As (V)'e duyarlı katı hal iyon seçici elektrot geliştirildi ( somer, Yılmaz ve Kalayci 2015).

Bu çalışmanın amacı, kırmızı, beyaz ve pembe şarapta bulunan As (III) miktarının belirlenmesi için yeni ve hızlı bir iyon seçici elektrot yöntemi kullanıldı. Elde edilen sonuçlar, iyodometrik yöntemi ile karşılaştırıldı.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar

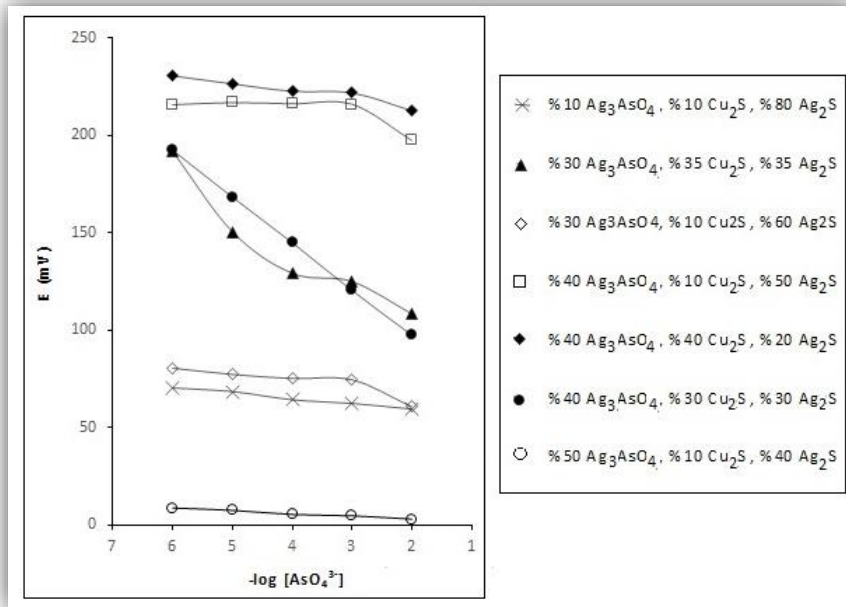
Bu çalışmada şarap örnekleri, Speed wave mikrodalga yakma sistemi ile çözünürlüştürüldü. Numunelerdeki arsenik miktarları ise geliştirdiğimiz arsenik seçici elektrot kullanılarak ölçüldü. Ayrıca bu çalışmada kullanılan çözücüler ve kimyasal tuzlar analitik saflıkta olup, Merck marka kullanılmıştır.

## 2.2. As (V) elektrodun hazırlanması

Bu elektrodun bileşiminde  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$  ve  $\text{Ag}_2\text{S}$  tuzları kullanıldı. Bu tuzlar belli oranlarda karıştırıldıktan sonra 10 -15 mg pellet oluşturmak üzere basınç altında tutulur, 0.1- 0.3 mm kalınlığında hazırlanırlar. Pelletler 7-10 mm çapındaki tüpün çeperine yapıştırıldıktan sonra 2 gün bekletilir ve gümüş bir tel, zemine yapıştırılır, üstü ise grafit tozu ve epoksi reçine ile 1 cm kadar doldurulur, 2 gün sonra yıkanıp kurutulur.

## 2.3. As (V) elektrodun özellikleri

Farklı bileşenlerde hazırlanan As (V) elektrodun,  $10^{-5}$ - $10^{-1}$  M arasındaki arsenic derişimine karşı duyarlılıkları ölçüldü ve değerler şekil 2.3 ve tablo 2.3`de görülmektedir.



Şekil 2.3. Farklı bileşenlerdeki As (V) elektrodun arsenic derişimine karşı duyarlılığı

Tablo 2.3. Farklı bileşenlerdeki elektrodun eğimleri

Elektrot Bileşimi	$10^{-5} - 10^{-1}$ M Eğim
%10 $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$ , %10 $\text{Cu}_2\text{S}$ , %80 $\text{Ag}_2\text{S}$	3.5
%30 $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$ , %25 $\text{Cu}_2\text{S}$ , %45 $\text{Ag}_2\text{S}$	13.9
%30 $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$ , %10 $\text{Cu}_2\text{S}$ , %60 $\text{Ag}_2\text{S}$	3.9
%40 $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$ , %30 $\text{Cu}_2\text{S}$ , %30 $\text{Ag}_2\text{S}$	19.3
%50 $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$ , %10 $\text{Cu}_2\text{S}$ , %40 $\text{Ag}_2\text{S}$	1.7
%40 $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$ , %10 $\text{Cu}_2\text{S}$ , %50 $\text{Ag}_2\text{S}$	4.2
%40 $\text{Ag}_3\text{AsO}_4$ , %40 $\text{Cu}_2\text{S}$ , %20 $\text{Ag}_2\text{S}$	5.6

Elektrodumuzun cevap verme süresi 30 olarak tespit edildi. Elektrodumuz duyarlılığı, pH=10.0 da yüksek olduğu belirlendi. Elektrodumuz diğer anyon ve katyonlara karşı duyarlılığına bakıldı. Arsenik dışında sülfüre karşı duyarlı olduğu tespit edildi. Ancak sülfür, ortamdaki oksijenle veya numune çözme işlemleri sırasında sülfite veya sülfata yükseltgenir. O zaman elektrot duyarlılığına etkisi olmayan anyonlara dönüştüğü için analiz sonuçlarımızı etkilemez.

### 2.5. Şarap örneklerinin çözünürleştirilmesi

100 mL şarap örneğine 10 mL (1:1) HNO<sub>3</sub> ve HClO<sub>4</sub> karışımından en az 3 kez eklenerek, nitrik asidin kırmızı perklorik asidin beyaz dumanları kayboluncaya kadar buharlaştırıldı. Yaklaşık 2 mL'ye deriştirilen şarap örneği 10 mL'ye saf su ile tamamlandı.

### 2.6. Şarap örneklerinde bulunan arsenik tayini

Burada Türkiye de en çok tüketilen bir markanın 3 farklı şarabı analiz için hazırlandı. Hazırladığımız iyon seçici elektrot kullanılarak % 90 güven seviyesi ve 5 ölçümün ortalaması olarak arsenic miktarları tablo 2.6 da verildi.

**Tablo 2.6.**Şarap çeşitlerinde bulunan arsenik miktarları

Örnek	As: µg/L
Kırmızı Şarap	26.5 ± 2.3
Beyaz Şarap	22.8 ± 1.8
Pembe Şarap	23.7 ± 2.1

## 3. SONUÇ

- Önemli bir toksik etkisi olan arseniğin, hem yüksek miktarlarının hem de düşük miktarlarının tayinin de seçiciliği ve duyarlılığı yüksek yöntemler kullanılması son derece önemlidir.
- Pahalı yöntemler yerine hazırlanması kolay, analiz süresi kısa olan, girişim etkis olmayan ve maliyeti ucuz olan yöntemlerin tercih edilmesi önemli hale gelmiştir.
- Türkiye de çok tüketilen ünlü bir markanın değişik şarap örnekleri ölçülmüş ve değerler, Dünya Sağlık Örgütü'nün öngördüğü aralıklar içerisinde olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKÇA

Caldas, N. M., Raposo, J. L., Neto, J. A. G., Barbosa, F. (2009). Effect of modifiers for As, Cu and Pb determinations in sugar-cane spirits by GF AAS. Food Chem., 113 (4), 1266-1271.

Gong, Z., Lu, X., Ma, M., Watt, C., Le, X. C. (2002). Arsenic speciation analysis. Talanta , 58, 77-96.

Herce, C., Canean, A., Repetto, M. (1996). Acute intoxications by strychnine: Two case reports. Toxicol. Lett. 88, 86.

Jiajie, L., Nagaosa, Y. (2007). Cathodic stripping voltammetric determination of As (III) with in situ plated bismuth-film electrode using the catalytic hydrogen wave. Anal. Chim. Acta, 593, 1-6.

- Karthikeyan, S., Rao, P. T., Iyer, C. S. P. (1999). Determination of arsenic in sea water by sorbent extraction with hydride generation atomic absorption spectrometry. *Talanta*, 49, 523-530.
- Li, X., Jia, J., Wang, Z. (2006). Speciation of inorganic arsenic by electrochemical hydride generation atomic absorption spectrometry. *Anal. Chim. Acta*, 560, 153-158.
- Narukawa, T., Inagaki, K., Kuroiwa, T., Chiba, K. (2008). The extraction and speciation of arsenic in rice flour by HPLC–ICP-MS. *Talanta*, 77 (1), 427-432.
- Ng, J. C., Wang, J., Shraim, A. (2003). A global health problem caused by arsenic from natural sources. *Chemosphere*, 52 (9), 1353-1359.. A global health problem caused by arsenic from natural sources
- Pacey, G. E., Ford, J. A. (1981). Arsenic speciation by ion-exchange separation and graphite-furnace atomic-absorption spectrophotometry. *Talanta*, 28 (12), 935-938.
- Raab, A., Hansen, H. R., Zhuang, L., Feldmann, J. (2002). Arsenic accumulation and speciation analysis in wool from sheep exposed to arsenosugars. *Talanta*, 58, 67-76.
- Rodriguez, I. B., Raber, G., Goessler, W. (2009). Arsenic speciation in fish sauce samples determined by HPLC coupled to inductively coupled plasma mass spectrometry. *Food Chem.*, 112 (4), 1084-1087.
- Shah, A. Q., Kazi, T. G., Arain, M. B., Jamali, M. K., Afridi, H. I., Jalbani, N., Kandhro, G. A., Baig, J. A., Sarfraz, R. A., Ansari, R. (2009). Comparison of electrothermal and hydride generation atomic absorption spectrometry for the determination of total arsenic in broiler chicken. *Food Chem.*, 113 (4), 1351-1355.
- Somer G., Kalaycı S. (2014). A new and sensitive method for the determination of trace arsenic using differential pulse polarography. *Can. J. Chem.*, 92, 221–227.
- Somer G., Yılmaz U., Kalaycı S. (2015). Preparation and properties of a new solid state arsenate As(V) ion selective electrode and its application. *Talanta*, 142, 120-123.
- Suzuki, K. T., Mandal, B. K., Ogra, Y. (2002). Speciation of arsenic in body fluids. *Talanta*, 58, 111-119.
- Talebi, S. M., Habib, O. S., Asian J. (2007). Arsenic in biological samples. *Microbiol. Biotechnol. Environ. Sci.*, 9 (1), 27-30.
- Yamamoto, M., Urata, K., Murashige, K., Yamamoto, Y. (1981). Differential determination of arsenic(III) and arsenic(V), and antimony(III) and antimony(V) by hydride generation-atomic absorption spectrophotometry, and its application to the determination of these species in sea water. *Spectrochim. Acta, Part B*, 36, 671-677.

**INFLUENCE OF TURNING PARAMETERS ON THE RADIAL, TANGENTIAL, AND FEED FORCES DURING TURNING OF *Ti-6Al-4V* TITANIUM ALLOY****Assist. Prof. Dr. Mohammad RAFIGHI****ORCID NO: 0000-0002-9343-9607**

University of Turkish Aeronautical Association, Department of Mechanical Engineering, Ankara

**ABSTRACT**

Nowadays, aerospace, power plant, biomedical, petrochemical, and marine industries take benefit from different kinds of titanium alloys thanks to their lightweight, high corrosion resistance, high strength, and very good heat resistance. Despite titanium alloys' advantages, the machinability of the titanium alloys is difficult due to their low thermal conductivity. Therefore, it is of great importance to evaluate the machining of titanium alloys. In the presented study, the effect of turning parameters was investigated on the cutting force components in dry turning of Ti-6Al-4V workpiece using CBN inserts. The design of experiments was carried out according to the Taguchi L27 full factorial orthogonal array. The relationship between turning parameters and responses was established using response surface methodology (RSM). The most effective turning parameters on the response were found out using analysis of variance (ANOVA). The results revealed the significant impact of the cutting depth on the radial, tangential, and feed forces with 47.03 %, 43.01 %, and 84.59 % contribution, respectively. Besides, the feed rate also exhibits a high impact on the outputs. The effects of feed rate on the radial, tangential, and feed forces are 44.76 %, 48.24 %, and 10.56 % contribution, respectively. Based on the main effects plot cutting depth and feed rate have a direct relationship with cutting force components, hence as the cutting depth and feed rate increase all responses increase as well. The coefficient of determination obtained from regression analysis for the responses shows that radial, tangential, and feed forces are modeled with 99.22 %, 99.45 %, and 99.82 % accuracy. According to the response optimizer of the RSM 0.04 mm/rev feed rate, 0.05 mm cutting depth, and 60 m/min cutting speed are the optimum turning parameters to minimize the cutting force components that result in decreasing power consumption and increasing tool service life.

**Keywords:** Ti-6Al-4V titanium alloy, cutting force components, CBN inserts, Taguchi method, RSM, ANOVA.

**FRAMEWORK FOR PROPER ENERGY MANAGEMENT IN COMMERCIAL AND INDUSTRIAL FACILITIES****Assoc. Prof. Dr. Md. Iqbal HOSSAIN**Department of Chemical Engineering, Bangladesh University of Engineering and Technology, Dhaka  
1000, Bangladesh**ABSTRACT**

Seventeen (17) ambitious policy goals were adopted by all countries of the world as a part of the United Nations Sustainable Development Agenda to end poverty, protect the planet, promote gender equality, or ensure prosperity. Energy is at the heart of many of these goals – from expanding access to electricity, to improving clean cooking fuels, from reducing wasteful energy subsidies to curbing deadly air pollution that each year prematurely kills millions around the world. Efficient management is a key to the smart and full utilization of energy in small-large commercial and industrial facilities-organizations. Energy management is aimed to ascertain continual improvement in the energy performance, including energy efficiency, energy use and consumption. In addition to the direct financial and environmental benefits, energy management results in positive publicity, improved corporate image, improved operational efficiencies, improved maintenance practices, and improved safety and health as the indirect benefits. It is therefore highly needed to adopt and implement appropriate energy management framework for all the benefits. Framework for proper energy management is the focus of this study. Available frameworks will be introduced. The global trend in adopting and practice of energy management along with industrial breakdown will be presented. Core elements of the management system or framework e.g. policy, planning, implementation and operation, checking, and management review, etc. will be discussed. Certification process will finally be summarized. The presented work would be useful for adopting, implementing and practicing appropriate energy management system or framework in small-large commercial and industrial facilities.

**Keywords:** Sustainable Development Goals; Energy; Energy Management; Energy Use in Industries.

**HİDROJEN ÜRETİM REAKSİYONU İÇİN YENİ BİR KATALİZÖR SENTEZİ**

**Dr. Öğr. Üyesi Özkan AYDIN**  
**ORCID NO: 0000-0001-8273-4304**

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Türkiye

**ÖZET**

Enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanımı, çevre, insan sağlığı ve iklim üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilerden dolayı dünya, çevre dostu alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedir. Bu kaynakların en önemlilerinden biri hidrojendir. Hidrojen üretimi için doğalgaz buhar reformu, petrol reformu, kömürün gazlaştırılması ve elektrokimyasal yöntemler gibi birçok farklı yöntem mevcuttur. Fosil yakıt kullanımından kaynaklanan sera gazı salınımını azaltmak için hidrojen, çevreye zarar vermeyen yöntemlerle üretilmesi gerekmektedir. Bu üretim prosedürünün adı 'yeşil hidrojen üretimi' dir. Suyun elektrolizi ile hidrojen elde edilmesi, yeşil hidrojen üretimi için en uygun yöntemlerden biridir. Ancak diğer yöntemlerle kıyaslandığında pahalı bir üretim yöntemidir. Üretim maliyetini belirleyen parametrelerin başında ucuz ama hidrojen üretiminde etkin katot ve anot materyallerinin elde edilmesi gelmektedir. Bundan dolayı, mevcut çalışmada suyun elektrolizinde etkin bir katot materyali üretmek amaçlanmıştır. Sentezlenen bu materyallerin katalitik bir etkiye sahip olması beklenmektedir. Daha önceki çalışmalarda, karbon çubuk üzerine elektrokimyasal olarak nikel ve nikel (II) oksit (sürükleme etkisi ile) kaplama yapılarak etkin bir katalizör elde edilmiştir. Bu katalizörün etkinliğini geliştirmek amacıyla bu yapının üzerine farklı kaplamaları uygulayarak elektrokimyasal olarak paladyum kaplanmıştır. Elde edilen katalizörlerin katalitik etkinlikleri elektrokimyasal olarak elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS) ve doğrusal taramalı voltametri (LSV) kullanılarak test edildi. Analizler, üç elektrot tekniği kullanılarak yapıldı. Burada, elektrolit olarak 1M KOH, karşı elektrot olarak 2cm<sup>2</sup> yüzey alanına sahip Pt, referans elektrot olarak Ag / AgCl ve çalışma elektrotu olarak hazırlanan katalizörler kullanılmıştır. Katalitik etkinliği artırmak için Nikel-Nikel (II) oksit üzerine paladyum kaplama yapıldığında en etkin kaplama süresi, 60 s olarak belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrojen üretimi, Elektrokimyasal analiz, Katalizör, Elektrokimyasal kaplama.



**A NEW CATALYST SYNTHESIS FOR HYDROGEN EVOLUTION REACTION****ABSTRACT**

Due to the use of fossil fuels as an energy source, negative effects on the environment, human health and climate, the world is turning to environmentally friendly alternative energy resources. One of the most important of these resources is hydrogen. There are many different methods for hydrogen production, such as natural gas steam reforming, petroleum reforming, gasification of coal and electrochemical methods. In order to reduce greenhouse gas emissions from fossil fuel use, hydrogen must be produced by methods that do not harm the environment. The name of this production procedure is 'green hydrogen production'. Hydrogen production by electrolysis of water is one of the most suitable methods for green

hydrogen technology. However, it is an expensive production method compared to other methods. One of the parameters determining the production cost is obtaining cathode and anode materials that are cheap but effective in hydrogen evolution. One of the main parameters determining the production cost is obtaining cathode and anode materials that are cheap but effective in hydrogen production. Therefore, in the present study, it is aimed to produce an effective cathode material in the electrolysis of water. These synthesized materials are expected to have a catalytic effect. In previous studies, an effective catalyst was obtained by electrochemically coating nickel and nickel (II) oxide (with drag effect) on the carbon rod. In order to improve the effectiveness of this catalyst, palladium was electrochemically coated by applying different coating times on this structure. The catalytic activities of the obtained catalysts were tested electrochemically using electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and linear scanning voltammetry (LSV). Analyzes were performed using the three-electrode technique. Here, 1M KOH as electrolyte, Pt (2cm<sup>2</sup> surface area) as counter electrode, Ag/AgCl as reference electrode and catalysts prepared as working electrode were used. When palladium coating was applied on Nickel-Nickel (II) oxide to increase catalytic efficiency, the most effective depositing time was determined as 60 s.

**Keywords:** Hydrogen evolution, Electrochemical analysis, Catalyst, Electrochemical depositing.

**SIMULATION STUDY OF CHEMICAL TRANSESTERIFICATION REACTION FOR  
BODIESEL PRODUCTION FROM CASTOR OIL****Sakib NEHAL**Department of Chemical Engineering, Bangladesh University of Engineering and technology, Dhaka  
1000, Bangladesh.**Sheikh Ashib ANZUM**Department of Chemical Engineering, Bangladesh University of Engineering and technology, Dhaka  
1000, Bangladesh.**Assoc. Prof. Dr. Md. Iqbal HOSSAIN**Department of Chemical Engineering, Bangladesh University of Engineering and technology, Dhaka  
1000, Bangladesh.**ABSTRACT**

Biodiesel is a renewable source of energy and can be used directly without modification in engine. It is therefore an attractive alternative to the use of fossil fuels and gaining considerable attention. Biodiesel can be produced from a variety of feedstock through different transesterification systems. The production of biodiesel from castor oil through chemical based transesterification is expected to be a convenient route for many countries. However, the study on this transesterification reaction route is limited. The present study was therefore aimed to assess the several aspects of this transesterification reaction through simulation. In particular, the individual effects of reaction temperature, activation energy and Arrhenius constant on the composition and flow of biodiesel stream were analyzed and optimized. Alcohol (ethanol/methanol) and base (sodium hydroxide/potassium hydroxide) were also altered to determine the impacts on biodiesel. The findings of this study would be useful for in-depth understanding of the reaction for the production of biodiesel from castor oil via chemical transesterification.

**Keywords:** Biodiesel; Castor Oil; Renewable Energy; Fossil Fuels; Transesterification.

## ALLİL-SÜBSTİTÜE N-HETEROSİKLİK KARBEN TUZLARININ TIYOREDOKSİN REDÜKTAZ İNHİBİSYONU ÖZELLİKLERİNİN MOLEKÜLER DOKİNG ANALİZİ

Doç. Dr. Elvan ÜSTÜN

ORCID ID: 0000-0002-0587-7261

Ordu University, Faculty of Science and Arts, Chemistry Department, Cumhuriyet Campus

Doç. Dr. Neslihan ŞAHİN

ORCID ID: 0000-0003-1498-4170

Cumhuriyet University, Faculty of Education, Department of Basic Education

### ÖZET

Tiyoredoksin 10 yıl önce Stadtman ve ark tarafından keşfedilmiş bir selenoproteindir. Tiyoredoksin oksidatif stresten korunma, hücre büyümesinin inhibisyonu ve apoptoz gibi proseslerde etkilidir. Tiyoredoksinin aktif hale gelmesi için tiyoredoksin redüktaz tarafından indirgenmelidir ve bu proses ayrıca NADPH mekanizmasına da bağlıdır. Bununla birlikte, tiyoredoksin redüktazın tiyoredoksini indirgeme prosesi kanser, AIDS ve otoimmün hastalıklarda önemli rol oynamaktadır. Bu durumda, bu hastalıklarda kullanılmaya aday moleküllerin tiyoredoksin redüktaz ile etkileşimlerinin analizi önemli bir öngörü oluşturur.

N-Heterosiklik karbenler pek çok biyoaktivite özelliği gösterdiği için kimyacıların ilgisini çeken bir moleküler ailesidir. Arduengo ve ark 1991 yılında ilk şişelenebilir NHC molekülünü izole ederek kimya dünyasına kazandırmıştır. Benzimidazoller NHC moleküllerinin önemli üyelerinden biridir ve genellikle biyoaktiftir. Fungisit (benomyl, carbendazim gibi), antihelmintik (albendazole, mebendazole gibi), ve antasid (omeprazole, lansoprazole gibi) gibi özellikler gösteren pek çok benzimidazol türevi molekül tedavi prosedürlerinde kullanılmaktadır. Benzimidazol türevi moleküller günümüzde sıklıkla anti-kanser aktivitelerinin analizi için çalışılmaktadır. Bu çalışmada daha önce karakterize edilmiş 1-(allil)-3-(3-metilbenzil)benzimidazolyum klorit ve 1-(allil)-3-(4-metilbenzil)benzimidazolyum klorit tuzlarının optimizasyonu yapılarak tiyoredoksin redüktaz ile etkileşimleri moleküler doking yöntemleri ile incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** N-Heterosiklik Karbenler, Moleküler Doking, Tiyoredoksin Redüktaz

### MOLECULAR DOCKING ANALYSIS OF THIOREDOXIN REDUCTASE INHIBITION PROPERTIES OF ALLYL-SUBSTITUTED N-HETEROCYCLIC CARBENE SALTS ABSTRACT

Thioredoxin (Trx) which was discovered only 10 years ago by Stadtman and coworkers, is a selenoprotein. Trx is effective in processes such as protection from oxidative stress, inhibition of cell growth, and apoptosis. Trx must be reduced by Thioredoxin Reductase (TrxR) for performing its activities, and this process also depends on the NADPH mechanism. Therefore, these reduction properties of TrxR play important roles in cancer, AIDS, and autoimmune diseases. In this case,

examining the interactions between TrxR and the candidate molecules which could be used for the treatment of these diseases, maybe a correct approach in terms of pre-evaluation of activity.

N-Heterocyclic Carbenes (NHCs) is a molecular family that attracts chemists' interest since their many bioactivity properties. Arduengo et al. presented the first bottleable NHC molecule in 1991. Benzimidazoles are one of the important members of NHCs family and generally bioactive. Benzimidazole derivative molecules are used in many treatment procedures such as fungicide (such as benomyl, carbendazim), anthelmintic (such as albendazole, mebendazole), and antacid (such as omeprazole, lansoprazole). Benzimidazole derivative molecules are frequently studied for the analysis of their anti-cancer activities. In this study, 1-(allyl)-3-(3-methylbenzyl)benzimidazolium chloride and 1-(allyl)-3-(4-methylbenzyl)benzimidazolium chloride were optimized and the interactions with TrxR crystal structure were analyzed by molecular docking method.

**Keywords:** N-Heterocyclic Carbenes, Molecular Docking, Thioredoxin Reductase

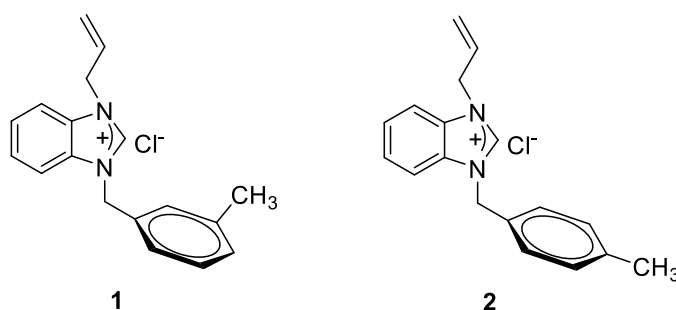
### Introduction

Thioredoxin System (TS) is recognized as an important participant in maintaining cellular redox homeostasis and regulating various cellular signaling pathways (Matsuzawa, 2017; Koháryová and Kollárová, 2015). Thioredoxin (Trx) and Thioredoxin Reductase (TrxR) are essential components of the Trx system (Arnér and Holmgren, 2001). Dysfunction of TrxR/Trx enzymes can cause many pathological conditions such as inflammation and neurodegenerative disorders (Holmgren and Lu, 2010). TrxR and Trx enzymes are identified as one of important modulators of tumor growth. Therefore, targeting TrxR and Trx is a promising strategy for cancer treatment (Lincoln et al., 2003). Many TrxR/Trx inhibitors have been analyzed as potential anticancer agents, and some of them are currently in the clinical stage (Biaglow and Miller, 2004; Arnér and Holmgren, 2006). However, highly selective enzyme inhibitors are still required.

Since the discovery of the first stable N-heterocyclic carbene (NHC) in the early 1990s, these divalent carbon types have become a common and available class of compounds that have found numerous applications in academic and industrial research (Arduengo et al., 1991). These molecules have been played important roles, especially in transition metal chemistry and catalysis (Karaca et al., 2012; Yiğit et al., 2020; Johnson et al., 2017; Majumder et al., 2019). Benzimidazoles are one of the important members of the NHC family. These molecules are considered as one of the important bioactive species. Since benzimidazole derivatives molecules have a wide range of biological activities, such as proton pump inhibitor, anticancer, antihypertensive, antiviral, antifungal, antibacterial, anti-inflammatory, anthelmintic, antihistaminic, antioxidant, and anticoagulant properties (Spasoy et al., 1999; Singh et

al., 2012; Cheong et al., 2018, Üstün et al., 2017)). Anthelmintics such as albendazole, fenbendazole, oxfendazole, thiabendazole, mebendazole; inhibitors of proton pump such as omeprazole, lansoprazole, pantoprazole molecules are benzimidazole derivative molecules that still used in treatment procedures (Králová et al., 2013; DellaGreca et al., 2006).

In this study, previously synthesized and characterized 1-(allyl)-3-(3-methylbenzyl)benzimidazolium chloride (1) and 1-(allyl)-3-(4-methylbenzyl)benzimidazolium chloride (2) were optimized by DFT-based calculation methods and analyzed for reactivity by Koopmans' Theorem (Şahin-Bölükbaşı et al., 2019). Also, the molecules were evaluated by the molecular docking method with TrxR crystal structure.



**Figure 1.** Structure of the molecules

### Calculation Method

Full unconstrained geometry optimizations with DFT-based calculation methods were carried out with ORCA version 2.8 using the exchange functional according to BP86 that the correlation functional suggested by Becke and Perdew, with the resolution-of-the-identity (RI) approximation, the tightscf and grid4 options, a TZV basis set (Becke, 1988; Perdew et al., 1996). Scalar relativistic effects were treated using the Zeroth Order Regular Approximation (ZORA) formalism (Pantazis, et al., 2008; Lee, et al., 1988; Neese, 2012). To speed up the calculations TZV/J auxiliary basis set was used (Perdew, 1986). all the global chemical reactivity descriptors were calculated with Koopmans' theorem (Weigend and Ahlrichs, 2005).

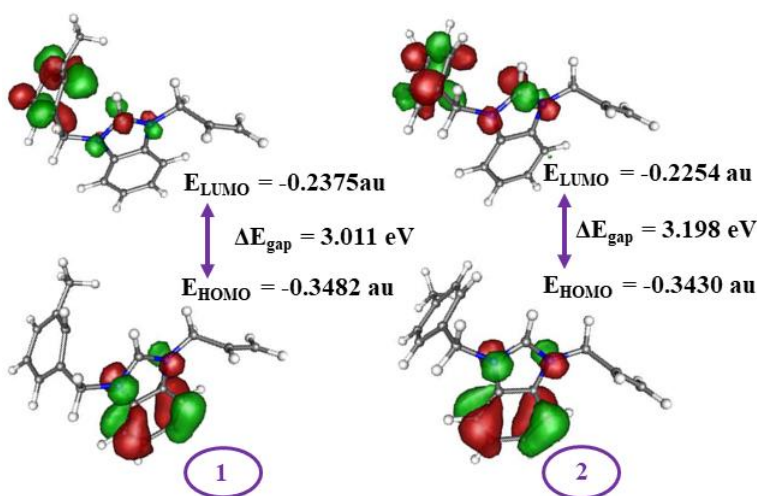
AutoDockTools 4.2 were used for molecular docking calculations (Morris et al., 2009) with crystal structure from RCSB protein data bank (PDB ID: 4cbq). Only polar hydrogens and Kollman charges were evaluated in target molecules and the waters in proteins were removed (Singh and Kollman, 1984). Randomized starting positions, Gasteiger charges, torsions have been evaluated for ligand molecules (Bursulaya et al., 2004). While Lamarkian genetic algorithms were applied, the genetic

algorithm population was recorded as 150 (Morris et al.,1999). Discovery Studio 4.1.0 was used for illustrations (BIOVIA).

## Result and Discussion

In bioactivity research, candidate molecules are first analyzed in-vitro. In-vitro results provide information on which molecules must be used for in-vivo tissue studies. The investigation of bioactivity properties of the different molecules is still a popular subject in scientific studies. Benzimidazole derivative molecules display different bioactivities. Therefore, benzimidazole derivative molecules can be considered as candidate molecules for many bioactivities (Üstün et al. 2016). However, it is very difficult to analyze all the bioactivity properties of each molecule with current facilities. In this case, in-silico methods provide important foresight for consequent studies. DFT-based calculation methods present useful connections between structure and reactivity of molecules (Düşünceli et al., 2020). On the other hand, molecular docking is considered as an essential tool in in-silico drug studies.

HOMO and LUMO orbitals could be used for the prediction of the molecules according to the Koopman Theory. Global reactivity descriptors included well-known quantities such as ionization potential, electron affinity and electronegativity are criteria used to examine the reactivity of molecules. In addition, chemical hardness, and softness, and electrophilicity index are developed as new criteria. Electron affinity, ionization potential, and electronegativity of 1 are higher than 2. The chemical hardness and softness values of both molecules represented in Table 1 and it could be recorded that 2 is softer. On the other hand, 1 has a higher electrophilicity index. It is concluded that 1 is more active than 2 with the global reactivity descriptors.



**Figure 2.** Graphical illustrations and the energies of HOMO and LUMO orbitals of the molecules

**Table 1.** The calculated quantum chemical parameters\* for the lower energy conformers each of **1** and **2** (in eV)

	<i>IP</i>	<i>EA</i>	$\chi$	$\eta$	$\delta$	$\omega$
<b>1</b>	9.474	6.463	7.968	1.505	0.332	21.085
<b>2</b>	9.333	6.135	7.734	1.599	0.313	18.722

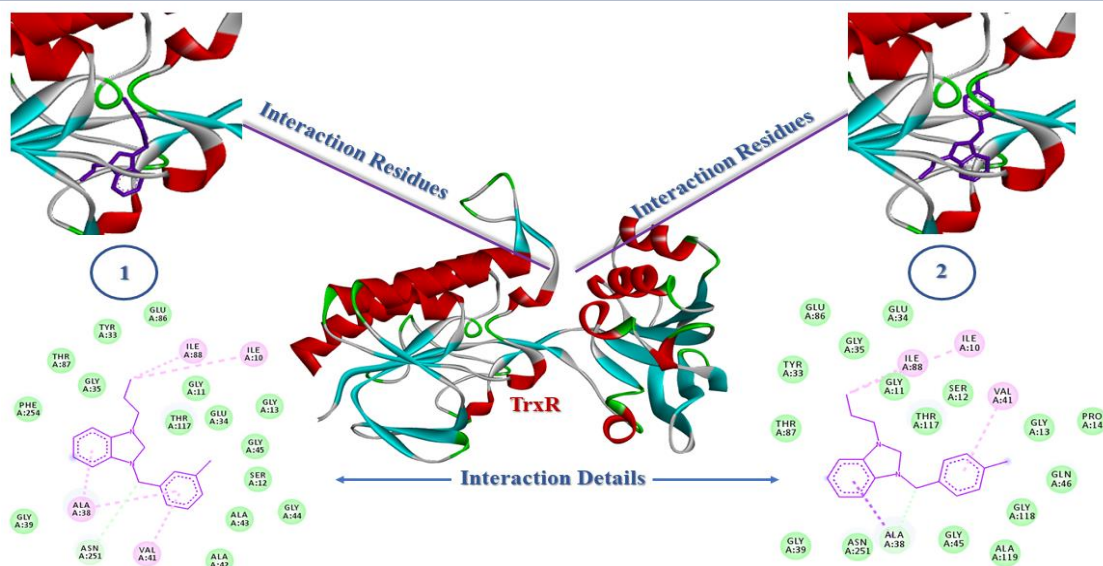
\*IP: Ionization Potential ( $-E_{\text{HOMO}}$ ); EA: Electron Affinity ( $-E_{\text{LUMO}}$ );  $\chi$ : Electronegativity;  $\eta$ : Chemical Softness;  $\delta$ : Chemical Hardness;  $\omega$ : Electrophilicity Index

Molecular docking analysis of molecules performed with a suitable target molecule for a certain activity. The magnitude and the types of interactions between the candidate molecules and selected target provide useful information about the activity of the candidate molecule. It is known that there are many types of cancer and many mechanisms effective in the formation and metastasis of cancer. Moreover, it has been frequently noted recently that the thioredoxin system is one of the important regulators of tumor formation and metastasis. Inhibition of thioredoxin reductase, one of the components of this system, can be considered as the target molecule for anticancer studies. In this case, the evaluation of TrxR inhibition by in-silico methods provides important information. In this study, the interactions of the two molecules with thioredoxin reductase crystal structure were investigated.

**Table 2.** Analysis of the docking of **1** and **2** in the active site of Thioredoxin Reductase.

<b>Compound</b>	<b>Bind. Aff.*</b>	<b>Amino Acids Residue</b>
<b>1</b>	-8.23	Asn251, Ile10, Ala38, Val41, Ile88, Gly11, Ser12, Gly13, Tyr33, Glu34, Gly35, Gly39, Ala42, Ala43, Gly44, Gly45, Glu86, Thr87, Thr117, Phe254
<b>2</b>	-7.52	Ala38, Ile10, Val41, Ile88, Gly11, Ser12, Gly13, Tyr33, Glu34, Gly35, Gly39, Gly45, Gln46, Glu86, Thr87, Thr117, Gly118, Ala119, Asn251

\* Binding Affinity in kcal/mol.



**Figure 3.** Interaction residues, interaction types of benzimidazole type 1 and 2 with Thioredoxin Reductase crystal structure (pale blue: H-bonds; green: van der Waals; pink: alkyl/pi-alkyl interactions)

Both molecules interacted with the same region of the target molecule. The binding energy for **1** was calculated as  $-8.23$  kcal/mol, while the binding energy of **2** is  $-7.52$  kcal/mol. In terms of binding energy, **1** is expected to be a more effective inhibitor. While the most important interaction of **1** is the H-bond with Asn251, the only H-bond of **2** occurred with Ala38 since the difference in orientation. The alkyl/pi-alkyl interactions of **1** with Ile10, Ala38, Val41, and Ile88 were also noted. Also, the details of the molecules' many Van der Waals interactions can be examined in Figure 3 and Table 2. Alkyl/pi-alkyl interactions of **2** with Ile10, Val41, Ile88 are remarkable. In addition, Van der Waals interactions of **2** with many amino acids, including Gly11, Ser12, Tyr33, Glu34, Gly35, Gly39, Gln46, Thr117, Ala119, and Asn251, were recorded.

### Conclusions

DFT-based computational methods and molecular docking are considered as important methods in new-generation drug research. These methods save labor, materials, and money by providing useful information in pre- and post-synthesis procedures. These methods are also valuable for a more environmental-friendly chemical processes. The molecules that examined in this study were analyzed both by DFT-based calculation methods and by molecular docking method with the TrxR crystal, which is considered as a target for anti-cancer investigations. The results indicated that **1** could possibly be a more suitable inhibitor agent. The advantages of in-silico methods will increase with similar studies.



## References

- Arduengo, A.J., Harlow, R.L., & Kline, M. (1991) A Stable Crystalline Carbene. *Journal of the American Chemical Society*, 113(1), 361-363.
- Arnér, E. S. J., & Holmgren, A. (2001) Physiological functions of thioredoxin and thioredoxin reductase. *European Journal of Biochemistry*, 267(20), 6102-6109.
- Arnér, E. S. J., & Holmgren, A. (2006) The thioredoxin system in cancer. *Seminars in Cancer Biology*, 16(6), 420-426.
- Becke, A. D. (1988) Density-functional exchange-energy approximation with correct asymptotic behavior. *Phys Rev A Gen Phys.*, 38(6), 3098-3100.
- Biaglow, J.E., & Miller, R.A. (2004) The thioredoxin reductase/thioredoxin system: Novel redox targets for cancer therapy. *Cancer Biology & Therapy*, 4(1), 13-20.
- BIOVIA, Dassault Systèmes, Discovery Studio, [4.1.0], San Diego: Dassault Systèmes, [2019].
- Bursulaya B. D., Totrov, M., Abagyan, R., & Brooks, C. L. (2004) Comparative study of several algorithms for flexible ligand docking. *Journal of Computer-Aided Molecular Design.*, 17, 755-763.
- Cheong, J. E., Zaffagni, M., Chung, I., Xu, Y., Wang, Y., Jernigan, F. E., Zetter, B. R., & Sun, L. (2018) *European Journal of Medicinal Chemistry*, 144, 372-385.
- DellaGreca, M., Iesce, M. R., Previtera, L., Rubino, M., Temussi, F., & Brigante, M. (2006) Degradation of lansoprazole and omeprazole in the aquatic environment. *Chemosphere*, 63(7), 1087-1093.
- Düşünceli, S. D., Ayaz, D., Üstün, E., Günal, S., Özdemir, N., Dinçer, M., & Özdemir, İ. (2020) Synthesis, antimicrobial properties, and theoretical analysis of benzimidazole-2-ylidene silver(I) complexes. *Journal of Coordination Chemistry*, 73(13), 1967-1986.
- F. Neese, F. (2012) The ORCA program system. *WIREs Computational Molecular Science*, 2, 73-78.
- Holmgren, A., & Lu, J. (2010) Thioredoxin and thioredoxin reductase: Current research with special reference to human disease. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 396(1), 120-124.
- Johnson, N. A., Southerland, M. R., & Youngs, W. J. (2017) Recent Developments in the Medicinal Applications of Silver-NHC Complexes and Imidazolium Salts. *Molecules*, 2017, 22(8), 1263.
- Karaca, E. Ö., Dehimat, Z. I., Yaşar, S., Gürbüz, N., Tebbani, D., Çetinkaya, B., & Özdemir, İ. (2021). Ru (II)-NHC catalysed N-Alkylation of amines with alcohols under solvent-free conditions. *Inorganica Chimica Acta*, 520, 120294.
- Koháryová, M., & Kollárová, M. (2015) Thioredoxin system - a novel therapeutic target. *General Physiology and Biophysics*, 34(3):221-233.
- Králová, V, Hanušová, V, Staňková, P., Knoppová, K., Čáňová, K., & Skálová, L. (2013) Antiproliferative effect of benzimidazole anthelmintics albendazole, ricobendazole, and flubendazole in intestinal cancer cell lines. *Anti-Cancer Drugs*, 24(9), 911-919.
- Lee, C., Yang, W., & Parr, R. G. (1988) Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. *Phys. Rev. B.*, 37, 785-789.

- Lincoln, D.T., Ali Emadi, E.M., Tonissen, K.F., Clarke, F.M. (2003) The thioredoxin-thioredoxin reductase system: over-expression in human cancer. *Anticancer Research*, 23(3B), 2425-2433.
- Majumder, A., Naskar, R., Roy, P., & Maity, R. (2019) Homo- and Heterobimetallic Complexes Bearing NHC Ligands: Applications in  $\alpha$ -Arylation of Amide, Suzuki–Miyaura Coupling Reactions, and Tandem Catalysis. *European Journal of Inorganic Chemistry*, 2019(3), 1810-1815.
- Matsuzawa, A. (2017) Thioredoxin and redox signaling: Roles of the thioredoxin system in control of cell fate. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 617, 101-105.
- Morris, G. M., Goodsell, D. S., Halliday, R. S., Huey, R., Hart, W. E., Belew, R. K., & Olson, A. J. (1999) Automated docking using a Lamarckian genetic algorithm and an empirical binding free energy function. *Journal of Computational Chemistry*, 19, 1639-1662.
- Morris, G. M., Huey, R., Lindstrom, W., Sanner, M. F., Belew, R. K., Goodsell, D. S., & Olson, A. J. (2009) Autodock4 and AutoDockTools4: automated docking with selective receptor flexibility. *J. Computational Chemistry*, 16, 2785-2791.
- Pantazis, D. A., Chen, X. Y., Landis, C. R., Neese, F. (2008) All-Electron Scalar Relativistic Basis Sets for Third-Row Transition Metal Atoms. *J. Chem. Theory Comput.*, 4, 908-919.
- Perdew, J. P. (1986) Density-functional approximation for the correlation energy of the inhomogeneous electron gas. *Phys. Rev. B.*, 33, 8822.
- Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996) Generalized Gradient Approximation Made Simple. *Phys Rev Lett.*, 77(18), 3865-3868.
- Singh, N., Pandurangan, A., Rana, K., Anand, P., Ahamad, A., & Tiwari, A. (2012). Benzimidazole: A short review of their antimicrobial activities. *International Current Pharmaceutical Journal*, 1(5), 110-118.
- Singh, U. C., & Kollman, P. A. (1984) An approach to computing electrostatic charges for molecules. *Journal of Computational Chemistry*, 5, 129-145.
- Spasov, A. A., Yozhitsa, I. N., Bugaeva, L. I., & Anisimova, V. A. (1999) Benzimidazole derivatives: Spectrum of pharmacological activity and toxicological properties (a review). *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 33, 232–243.
- Şahin-Bölükbaşı, S., Şahin, N., Tahir, M. N., Arıcı, C., Cevik, E., Gürbüz, N., ... & Cummings, B. S. (2019). Novel N-heterocyclic carbene silver (I) complexes: Synthesis, structural characterization, and anticancer activity. *Inorganica Chimica Acta*, 486, 711-718.
- Üstün, E., Koç, Ş., Demir, S., & Özdemir, İ. (2016) Carbon monoxide-releasing properties and DFT/TDDFT analysis of  $[\text{Mn}(\text{CO})_3(\text{bpy})\text{L}]\text{PF}_6$  type novel manganese complexes. *Journal of Organometallic Chemistry*, 815-816, 16-22.
- Üstün, E., Özgür, A., Coşkun, K. A., Düşünceli, S.D., Özdemir, İ., & Tutar, Y. (2017) Anticancer activities of manganese-based photoactivatable CO-releasing complexes (PhotoCORMs) with benzimidazole derivative ligands. *Transit Met Chem*, 42, 331–337.
- Weigend, F., & Ahlrichs R. (2005) Balanced basis sets of split valence, triple zeta valence and quadruple zeta valence quality for H to Rn: Design and assessment of accuracy. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 7, 3297–3305.
- Yiğit, B., Karaca, E. Ö., Yiğit, M., Gürbüz, N., Arslan, H., & Özdemir, İ. (2020). Active ruthenium (II)-NHC complexes for alkylation of amines with alcohols using solvent-free conditions. *Polyhedron*, 175, 114234.

## AQUEOUS PHASE REMOVAL OF HEAVY METALS FROM CONTAMINATED WASTEWATER USING SURFACE MODIFIED AGRICULTURAL WASTES

**Murjanatu MAGAJI**

Department of Pure and Industrial Chemistry Umaru Musa Yar 'adua University, Katsina state, PMB 2218, Nigeria

**Prof. Dr. Muhammad Saleh SALGA**

Department of Pure and Industrial Chemistry Umaru Musa Yar 'adua University, Katsina state, PMB 2218, Nigeria.

**Dr. Ahmed SALISU**

Department of Pure and Industrial Chemistry Umaru Musa Yar 'adua University, Katsina state, PMB 2218, Nigeria.

### ABSTRACT

This study determined the presence of heavy metals in contaminated wastewater and examined its removal using agricultural wastes as bio-sorbent. Heavy metals contamination in wastewater causes severe adverse effects on human health. Huge amounts of corn cob and wheat bran are produce from maize and wheat plantation every year. The efficacy of raw corn cob (CC) and raw wheat bran (WB) were also tested for the removal of cobalt(II) and nickel(II) from metal solution and contaminated wastewater. The agricultural waste (bio-sorbent) were characterised with Fourier transform infrared and X-ray florescence spectroscopic techniques. The FTIR result confirmed the interaction of (O-H, C-O and C-H) in (CC and WB) with heavy metals, the XRF result revealed that, both (CC and WB) contain high percent of  $K_2O$ . The sorption technique was conducted at room temperature. The method was applied for the removal of cobalt and nickel using Katsina yourth craft village (KYCV) and Gambarawa paint cottage (GPC) contaminated wastewater. The Microwave Plasma Atomic Emission Spectrometer (MP-AES) result revealed that corn cob is more effective removing Co(II) with (97%) removal efficiency and (77.6 mg/g) bio-sorption capacity in metal solution, (92% and 29.4 mg/g) and (80% and 3.2 mg/g) removal efficiency and bio-sorption capacity using (KYCV and GPC) contaminated wastewater while wheat bran is more effective in removing Ni(II) with (95% and 76 mg/g) removal efficiency and bio-sorption capacity from metal solution. This is cost effective and greener approach to utilize the agricultural wastes without any chemical treatment, making it user friendly bio-sorbent. The study concluded that corn cob and wheat bran can be used as cheap and safe bio-sorbents for uptake of heavy metals from contaminated wastewater.

**Keywords:** Bio-sorption, heavy metals, contaminated wastewater, corn cob, wheat bran

### INTRODUCTION

The application of bio-sorption in contaminated wastewater treatment has become a significant research area in the recent time. Contamination of wastewater with heavy metals such as cobalt, nickel,

zinc, lead and chromium, is an ongoing problem that attracted attention due to the rise in metal toxicity in the living species. These toxicities also affected the soil fertility, water resource and aquatic ecosystem (Majumdar *et al.* 2010). Heavy metals contamination in water sometimes are due to discharges from dyeing pits, pesticides, fertilizer applications, tanneries, discarded batteries, paper industries, refining ores, fixing agents, mordant and bleaching agents (Ullah *et al.* 2013). Other sources of heavy metal pollution are the paints and pigment industries, magnetic and stainless steels, electronics, porcelain, radioisotope therapy, galvanizing, battery recharging, mining operations, nuclear power plant grinding wheels and tanneries (Anirudhan *et al.* 2016).

Cobalt and nickel are toxic metal contaminants in water. According to Federal Environmental Protection Agency of Nigeria (FEPA) and World Health Organisation (WHO, 2010) *standards, the maximum discharge limits in contaminated water are 0.50 mg/L and 0.2 mg/L for cobalt and nickel respectively. Cobalt is toxic to living organism and if released into the environment can bio accumulate and enter the food chain, cobalt is known to cause* vomiting, lung irritation, diarrhoea, pneumonia, weight loss, heart failure and bronchitis. Strong exposure of nickel causes dermatitis, nausea, chronic asthma and coughing (Kokkins and Economou, 2016).

The conventional methods for removing cobalt and nickel contaminants from aqueous phases are mainly biological treatment, flocculation (Jawad *et al.* 2015), membrane separation processes, chemical precipitation, adsorption with activated carbon and ion exchange (Rosales *et al.* 2017). These methods are economically unfavourable or technically complicated, and used only on special cases of wastewater treatment.

Among these methods, bio-sorption of heavy metals is a relatively new technology for the treatment of contaminated water. Bio-sorbent material derived from low cost agricultural wastes can be used for the effective removal and recovery of heavy metal ions from contaminated water streams. The major advantages of bio-sorption technology are its effectiveness in reducing the concentration of heavy metals to very low levels and the use of inexpensive bio-sorbent materials (Qaiser *et al.* 2007). A variety of commercial adsorbent including chelating resins and activated carbon are available for metal sorption but are relatively expensive. In recent years, numerous low cost adsorbents have been proposed as potential bio-sorbents. This includes straw (Salem and Yakoot, 2016), wheat straw, bagasse, banana skin, walnut shell and corn cob (Tonucci *et al.* 2015), coconut shell Tang *et al.* (2017), avocado skin (Palma *et al.* 2016), olive powder (Pena *et al.* 2016), mustard, linen (Safa, 2016), cucumber (Lee *et al.* 2015).

The potential of using corn cob and wheat bran as agricultural wastes bio-sorbents are mainly due to the presence of organic and inorganic compounds, which are cellulose, hemicellulose, pectin and lignin present in the cell wall are the most important sorption sites. The important feature of these compounds is that they contain hydroxyl, carboxyl, carbonyl, amino, and nitro groups which are important sites for metal sorption (Volesky, 2003). There is significant contribution of various research groups on use of agricultural waste for heavy metals removal through the bio-sorption. The efficacy of charred corn cob husks and charred palm nut husk for the remediation of lead from contaminated water was investigated by Agwaramgbo *et al.* (2014). The residual lead concentration was determined by atomic absorption spectrophotometer (AAS). The results indicated that, the two biosorbents were very effective in removing lead from contaminated aqueous solution with 99% removal efficiency.

Bandela *et al.* (2016) studied the removal of Copper from aqueous solution using local agricultural wastes as low cost adsorbent via batch adsorption method and was found that the carbons made from wheat, corn, sugarcane and *bajra* agro-wastes can be effectively used in the reduction of copper from aqueous solution. *Bajra* was one of the most efficient wastes with an ability to reduce copper by approximately 98%. Sajjanar and Kumar, (2018) also explored the removal of heavy metals such as Chromium, Copper and Zinc from industrial wastewater using low cost adsorbents like 'used tea powder' and 'saw dust', these two adsorbents were tested and was known that used tea powder and saw dust has a carbon content of 62.26% and 67.52% respectively and hence has a high probability of removing heavy metals from the waste water. Corn cob and wheat bran were used as low-cost, cheap and effective bio-sorbents for the removal of cobalt and nickel from metal solution, Katsina youths craft village tie-die contaminated wastewater and Katsina Gambarawa paint cottage contaminated wastewater.

## MATERIALS AND METHODS

### Chemical and reagents

All glassware's and plastic containers were washed with detergents, rinsed with distilled water and then soaked in a 10% HNO<sub>3</sub> solution for 24 hrs. They were then washed with deionised water and dried in an oven for 42 hrs at 80°C (Todorovi *et al.* 2001)

Distilled, deionised water, Analytical grade reagents used as received by BDH chemicals company England, freshly prepared metal solutions of CoCl<sub>2</sub>. 6H<sub>2</sub>O and NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O with desired concentration were used as a source of heavy metals ion. Sulphuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (specific gravity 1.83 g/cm<sup>3</sup>, percentage purity 98.3% w/v), Nitric acid (HNO<sub>3</sub>) (specific gravity 1.51g/cm<sup>3</sup>, percentage purity 68% w/v) and Hydrochloric Acid (HCl) (specific gravity 1.49 g/cm<sup>3</sup>, percentage purity 36% w/v).

### **Biosorbents Collection and pre-treatment**

The procedure used by Hussain and Shariff, (2014) was modified and adopted. Corn cob and wheat bran were collected from a local corn mill in central market Katsina, Katsina local government area, Katsina state, Nigeria. The samples were washed thoroughly with tap water to remove the dust and other adhering particles followed by deionized water, dried in an oven at 70 °C for 14 h, crushed into fine powder and sieved with a 2 mm mesh sieve for homogeneity. The samples were kept in a closed container for further analysis.

### **Contaminated Water Collection and Pre-treatment**

The procedure used by Asubiojo and Ajelabi, (2008) was modified and adopted. Samples were collected from two different types of manufacturing factories in Katsina local Gov. Katsina state, Nigeria. Wastewater was obtained from tie-dye department of Katsina youth craft village, labeled as KYCV and paint contaminated water was obtained from Gambarawa paint cottage Katsina, labeled as GPC. The samples were collected into 1L polythene plastic bottles already rinsed with water followed by several washing contaminated water to be stored. They were tightly sealed and kept in the refrigerator before use.

### **Preparation of Cobalt and Nickel Chloride Solution**

The analytical grade Cobalt (II) chloride hexahydrate ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) and Nickel(II) chloride hexahydrate ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) were obtained from the laboratory without any further treatment. 4.037g and 4.049g of cobalt and nickel chloride were weighted accurately and dissolved in small volume of distilled deionised water in separate beakers and the solution were transferred to 1.0 litre volumetric flask to make 1L stock solution (Ibrahim and Jimoh, 2010). The cobalt(II) chloride hexahydrate ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) solution was labelled as Co(II) solution and nickel(II) chloride hexahydrate ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) solution as Ni(II) solution. All other experimental Co and Ni solutions of desired concentrations were prepared from the stock solution by serial dilution using the formula.

### **Treatment of Cobalt and Nickel Metal Solution with CC and WB.**

The procedure used by Agwaramgbo *et al.* (2014); was modified and adopted, where a 5 g of CC powder was labelled treated with 200 ml of 2 mg/L of cobalt and nickel chloride solution prepared above respectively. The mixture was shaken using laboratory shaker at a speed of 250 rpm for 20 minutes interval and the reaction vessels were allowed to stand un-agitated for 48hr at room temperature. After 48 h the mixture was filtered and the filtrate analysed for heavy metals concentration by MP-AES while the residue was dried in an oven at a temperature of 110°C for 18 h and kept in a desiccator. After which it was digested and analyse for heavy metal concentrations by

MP-AES. Same procedure were repeated for wheat bran. The methods was applied for removal of cobalt and nickel from Katsina youth craft village (KYCV) and Gambarawa paint cottage (GPC) contaminated water without the addition of metal solution.

### **Digestion of KYCV and GPC Contaminated Water Samples**

The digestion method described by Srikanth *et al.* (2013) was modified and adopted, where a 100 ml of KYCV wastewater was measured and transferred into Pyrex beakers containing 10 ml of concentrated nitric acid (HNO<sub>3</sub>) respectively. The sample was boiled slowly and then evaporated on a hot plate to the lowest volume (15 ml). The beakers were allowed to cool and another 5ml of concentrated Nitric acid were added. Heating was continued with addition of concentrated (HNO<sub>3</sub>) as necessary until digestion was complete. The samples were evaporated again to dryness (but not baked) and the beakers were cooled, followed by addition of 5ml of hydrochloric acid (HCl) solution. The solutions was warmed and 5ml of 5M sodium hydroxide(NaOH) solution was added and then filtered. The filtrates was transferred to 100ml volumetric flasks and diluted to the mark with distilled water. It was transferred quantitatively to a capped screwed polythene plastic bottle. This solutions were then used for the elemental analysis for Co and Ni concentration determination by MP-AES. Same procedure was repeated for GPC contaminated water.

### **Digestion of the residue treated with metal solution and contaminated water**

The procedure used by Turek *et al.* (2019) was adopted and modified, where a 1g of the corn cob residue was weighted and placed in 250 cm<sup>3</sup> conical flasks, moistened with 4 cm<sup>3</sup> de-ionised water and added 5 cm<sup>3</sup> of concentrated sulphuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and 10 cm<sup>3</sup> of concentrated nitric acid (HNO<sub>3</sub>). The flask was slightly heated (frothing and carbocation) and the sample heated at a temperature of 100°C in a fume cupboard until appearance of white fumes. After then, the sample was allowed to cool down at room temperature. 10 ml of de-ionised water was added to the sample and then filtered. The solution was made to 100 cm<sup>3</sup> mark volumetric flask by adding de-ionised water. It was transferred quantitatively to a capped screwed polythene plastic bottle. Same procedure was repeated for wheat bran. The digests were analyzed for Co and Ni concentration by MP-AES.

The percentage of bio-sorption removal (%R) known as bio-sorption efficiency for the metal ion was evaluated from the following equation:

$$\% \text{Removal Efficiency} = \frac{C_o - C_t}{C_o} \times 100$$

Where:  $C_0$  and  $C_t$  are the initial and final bio-sorbents concentrations respectively.

The gram of a particular metal adsorbed per unit gram of bio-sorbents otherwise known as bio-sorption capacity after a given time was calculated using the expression below (Puglla *et al.* 2020).

$$q_e = \frac{(C_0 - C_t)V}{W}$$

Where:  $V$  = Volume of the solution

$W$  = Mass of the bio-sorbent

### **X-ray Fluorescence (XRF) Analysis.**

X-ray fluorescence spectroscopy is a non-destructive analytical technique, it was used to determine the oxide content (wt. %) in raw (CC and WB) in the samples. It works by measuring the fluorescence (secondary) X-rays emitted from a sample when excited by a primary X-ray source (Jenkins, 1998).

### **Microwave Plasma Atomic Emission Spectrometry (MP-AES).**

The MP-AES consists of a microwave induced plasma interfaced to an atomic emission spectrophotometer (AES). It is used for simultaneous multi-analyte determination of major and minor elements. MPAES employs microwave energy to produce a plasma discharge using nitrogen supplied from a gas cylinder or extracted from ambient air, which eliminates the need for sourcing gases in remote locations or foreign countries. Samples are typically nebulized prior to interaction with the plasma in MP-AES measurements. The atomized sample passes through the plasma and electrons are promoted to the excited state. The light emitted electrons return to the ground state light is separated into a spectrum and the intensity of each emission line measured at the detector. Most commonly determined elements can be measured with a working range of low part per million (ppm) to weight percent (wt. %). MP-AES is a technique comparable to traditional AA and AES but with several potential advantages including lower cost of operation and elimination of the requirement for flammable gasses. MP-AES instruments are bench top instruments (Balaram *et al.* 2014).

### **Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)**

Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy analysis was used to reveal the functional groups of the (CC and WB) before and after treatment with Co(II) and Ni(II) aqueous solution, dye and paint



wastewater respectively. The absorption spectra were obtained using VERTEX 70/70<sub>v</sub> Spectrophotometer (Agilent Technologies) within wavenumber range of 4000-650cm<sup>-1</sup> (Szymanski and Erickson, (1970).

**RESULTS AND DISCUSSION**

**X-ray Fluorescence (XRF) Analysis Result.**

The oxides composition of agricultural wastes (CC and WB) were analysed by X-ray fluorescence (XRF) and the result revealed that, the major components are K<sub>2</sub>O, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and CaO while the minor components are MnO, Na<sub>2</sub>O and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as shown in Table 1. The percentages of the elements varied. The higher percent of K<sub>2</sub>O in (CC and WB) bio-sorbents are due to application of potassium in fertilizer as macro nutrients to regulate stomatal opening and closing and to regulate plant structure. In addition to this, may be attributable to the nature of the specie, soil composition, season and geographical area of the farmland and also has a favourable effect on soil physical property and permeability as contained in a similar report of Kiran and Chaudhan, (2013).

**Table 1.** Oxides composition of raw (CC and WB) powder (% weight)

Oxides	Composition of CC (wt%)	Composition of WB (wt%)
K <sub>2</sub> O	1.024	1.051
Na <sub>2</sub> O	0.055	0.035
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.009	0.000
MgO	0.210	0.257
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.133	0.058
CaO	0.174	0.271
MnO	0.005	0.017

**Microwave Plasma Atomic Emission Spectrometry (MP-AES) Result**

The agricultural wastes (CC and WB) bio-sorbents were treated and digested for cobalt and nickel removal using metal solution, (KYCV) and (GPC) contaminated wastewater respectively, and the resulting solutions were analysed by (MP-AES). The analytical result are provided in Table 2 - 5 respectively. The (MP-AES) result of metal solution treated by agricultural wastes (CC and WB) biosorbents shows that (CC) shows higher efficacy of Co(II) removal in filtrate solution after treatment (0.06 mg/L) and it also contain higher residue concentration of (0.95 mg/L) followed by (WB) has the least cobalt removal with (0.17 mg/L) filtrate concentration after treatment and residue concentration of (0.42 mg/L), while (WB) shows higher efficacy of Ni(II) removal (0.10 mg/L) concentration in it filtrate solution and it contain higher residue concentration of Ni(II) (0.85 mg/L), all in the order

(CC>WB)). The result indicate that (CC) has higher efficacy of Co(II) removal while (WB) shows higher efficacy of Ni(II) removal as shown in table 4. The result also shows higher absorption of Co(II) ion when compared to Ni(II) ion, signifying higher affinity of Co(II) ion toward (CC and WB) biosorbents, some biosorbents tended to prefer some metals more than others, the agricultural wastes capacity for metal removal depends on metallic elements and operating conditions (Nguyen *et al.* 2013). The result is similar to the reported of Benaissa, (2006) on the capacity of four inexpensive materials which are peels of peas, broad bean, medlar and fig leaves, to remove Cd from aqueous solutions; it was noted that the broad bean peel has the maximum adsorption capacity for Cd.

The percent removal efficiency and bio-sorption capacity of Co(II) and Ni(II) ions by bio-sorbents indicates that (CC) possess highest percent removal efficiency (97%) with (77.6 mg/g) bio-sorption capacity while (WB) has highest percent removal efficiency of Ni(II) (95%) with (76mg/g) bio-sorption capacity then (CC) has the least removal efficiency of Ni(II) and (WB) has the least removal of Co(II). The result shows that, the bio-sorbents demonstrate good efficacy and bio-sorption capacity of heavy metals removal from metal solution as shown in Table 4 data. These results are consistent with those reported by (Abdelfattah *et al.*, 2016) in which peanut husk removed cobalt and nickel from metal solution with 90% removal efficiency. The MP-AES result also revealed the presence of the heavy metals [Co(II) and Ni(II)] in the KYCV and GPC contaminated wastewater, the varied concentration of the heavy metal indicates that the contaminated wastewater from (KYCV) has highest concentration of (0.80 mg/L and 0.90 mg/L) for Co (II) ion and Ni(II) respectively while (GPC) has the lowest concentration of (0.10 mg/L and 0.78 mg/L) for Co and Ni respectively as shown in table 3. The result shows that (CC and WB) bio-sorbents were able to reduce cobalt and nickel concentration from (KYCV and GPC) contaminated wastewater to lowest level after treatment. (WB) has the highest removal efficiency of Co(II) (92.5%) and bio-sorption capacity of (29.6 mg/g) and it has higher Ni(II) removal efficiency of (52.2 mg/L) and bio-sorption capacity of (18.8 mg/g) than (CC) using (KYCV) contaminated wastewater respectively while using (GPC) contaminated wastewater shows that (WB) has the highest Co(II) removal efficiency (80%) and bio-sorption capacity of (3.2 mg/g) while (CC) the highest Ni(II) removal efficiency and bio-sorption capacity than (WB) as shown in Table 5. The result shows that WB has high Co removal efficiency while CC has high Ni removal efficiency from contaminated wastewater. The concentration of heavy metals in (digested) residue revealed that WB has higher removal of Ni in both the contaminated wastewater. The agricultural wastes (CC, WB) manifested a good efficacy of heavy metal removal from contaminated wastewater. The higher percent removal of (WB) may be attributed to its powdery nature which make it more porous with larger

surface area and thus making its particles compact easy to participate in the bio-sorption of the metal ions. Furthermore, the efficacy of these agricultural wastes materials in cobalt and nickel removal from contaminated water is similar to the reported of Farajzadeh and Monji, (2004) on cadmium and copper removal using wheat bran in contaminated water. This result seems to be less than the removal obtain using the standard single metal solution investigated. Since (KYCV and GPC) contaminated water samples may contain other ions, the reason is may be due to the possibility of competition for sorption sites. The level of cobalt and nickel in KYCV and GPC exceeded the permissible exposure limit set by FEPA and WHO for effluent water.

**Table 2.** Concentration of Co(II) and Ni(II) after treatment with (CC and WB) bio-sorbents using metal solution

Bio-sorbents	Metal ions	Concentration in filtrate (mg/L)	Concentration in residue (mg/L)
(CC)	Co(II)	0.06	0.95
(WB)	Co(II)	0.17	0.05
(CC)	Ni(II)	0.41	0.29
(WB)	Ni(II)	0.10	0.85

**Table 3.** Concentration of Co(II) and Ni(II) after treatment with (CC and WB) bio-sorbents using (KYCV and GPC) contaminated wastewater

Bio-sorbents	Metals ions	Concentration before treatment (mg/L)	Concentration after treatment (mg/L)	Concentration in residue (mg/L)
KYCV-(CC)	Co(II)	0.80	0.09	0.42
KYCV-(WB)	Co(II)	0.80	0.06	0.35
KYCV-(CC)	Ni(II)	0.90	0.68	0.94
KYCV-(WB)	Ni(II)	0.90	0.43	1.02
GPC-(CC)	Co(II)	0.10	0.03	0.37
GPC-(WB)	Co (II)	0.10	0.02	0.31
GPC-(CC)	Ni(II)	0.78	0.53	0.95
GPC-(WB)	Ni(II)	0.78	0.76	1.02

**Table 4.** Removal and Biosorption capacity (mg/g) of Co(II) and Ni(II) by (CC, WB and SB) as biosorbents using metal solution

Biosorbents	Metal ions	%Removal Efficiency	Biosorption capacity (mg/g)
(CC)	Co(II)	97	77.6
(WB)	Co(II)	91.5	73.2
(CC)	Ni(II)	79.5	63.6
(WB)	Ni(II)	95	76

**Table 5.** Removal and Biosorption capacity (mg/g) of Co(II) and Ni(II) by (CC and WB) as biosorbents using (KYCV and GPC) Contaminated Wastewater

Bio-sorbents	Metal ions	%Removal Efficiency	Bio-sorption capacity (mg/g)
KYCV-(CC)	Co(II)	88.75	28.4
KYCV-(WB)	Co(II)	92.5	29.6
KYCV-(CC)	Ni(II)	24.4	8.8
KYCV-(WB)	Ni(II)	52.2	18.8
GPC-(CC)	Co(II)	70	2.8
GPC-(WB)	Co(II)	80	3.2
GPC-(CC)	Ni(II)	32	10
GPC-(WB)	Ni(II)	2.5	0.8

**Fourier Transform Infra-red (FTIR) Analysis Result**

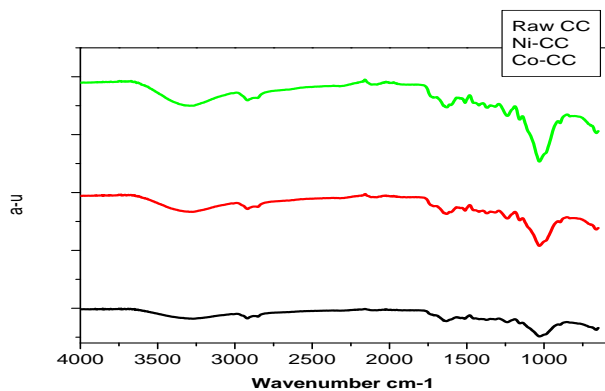
Infrared spectroscopic analysis. Infrared spectroscopy is a useful technique for the determination of functional groups and any changes takes place in the functional groups of any compounds. Figure 1 and 2 shows the Fourier Transform infrared (FTIR) of the samples.

The table 6 shows the interpretation of raw-(CC) spectra before and after biosorption with Ni(II),Co(II), (KYCV and GPC) contaminated water uptakerespectively. The spectra of raw-(CC) exhibited a sharp absorption band at 3398  $\text{cm}^{-1}$  assigned to vinyl (O-H) stretching vibrations of carboxylic group, the band at 2834  $\text{cm}^{-1}$ , 2921  $\text{cm}^{-1}$ , due to C-H stretching indicate presence of methyl and methylene groups, the 899  $\text{cm}^{-1}$  and 668  $\text{cm}^{-1}$  band are due C-H bending in aromatic compounds, the region at 1637  $\text{cm}^{-1}$  indicate the presence of N-H bending in secondary amine, the peak at 1240 $\text{cm}^{-1}$ , 1320 $\text{cm}^{-1}$  due to C-O stretching vibration in alky aryl ether and aromatic ester, the band at 1715 $\text{cm}^{-1}$  indicate the C=O stretching in  $\alpha,\beta$ -unsaturated ester and the peak at 1033  $\text{cm}^{-1}$  indicate the stretching band of C=C. After interaction of raw-(CC) with Co(CC), Ni(CC), KYCV-(CC) and GPC-(CC), the spectra shows that,the characteristic bands of OH groups were shifted to lower wavenumber from 3398  $\text{cm}^{-1}$  to 3301  $\text{cm}^{-1}$  to 3312  $\text{cm}^{-1}$  3335  $\text{cm}^{-1}$  and 3286  $\text{cm}^{-1}$  in raw-(CC), Co-(CC) and Ni-(CC), KYCV-(CC) and GPC-(CC) respectively after bio-sorption, due to interaction of bio-sorbents functional groups with heavy metal ions. The band of C-H stretching vibration of methyl and methylene has also shifted from 2921  $\text{cm}^{-1}$  to 2948  $\text{cm}^{-1}$  to 2899  $\text{cm}^{-1}$  to 2918  $\text{cm}^{-1}$   $\text{cm}^{-1}$  to 2903  $\text{cm}^{-1}$  in raw-(CC), Co-

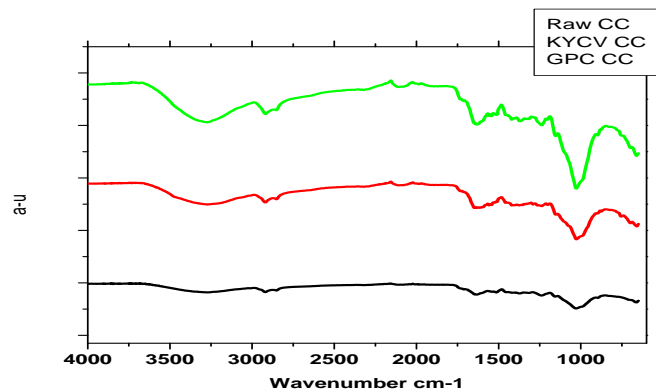
(CC) and Ni-(CC), KYCV-(CC) and GPC-(CC) respectively due to loading of heavy metals. The N-H band was also shifted in from  $1637\text{cm}^{-1}$  to  $1607\text{cm}^{-1}$  to  $1592\text{cm}^{-1}$  to  $1629\text{cm}^{-1}$  for Co, Ni, KYCV and GPC respectively, the carbonyl peak at  $1715\text{cm}^{-1}$  were shifted and disappeared in KYCV spectra, the C-O band at  $1240\text{cm}^{-1}$  were shifted to  $1240\text{cm}^{-1}$ ,  $1236\text{cm}^{-1}$ ,  $1238\text{cm}^{-1}$ ,  $1246\text{cm}^{-1}$ , and  $1242\text{cm}^{-1}$ , after bio-sorption with Co-(CC), Ni-(CC), KYCV-(CC) and GPC-(CC) respectively, the C=C stretching band at  $1033\text{cm}^{-1}$  stretching band were not significantly shifted. Table 7 shows the infrared bands of (CC) before and after the bio-sorption.

The spectra of raw-(WB) exhibited a sharp absorption band at  $3398\text{cm}^{-1}$  assigned to O-H stretching vibrations in alcohols, C-H stretching regions were observed at  $2899\text{cm}^{-1}$ , due presence of methyl and methylene groups,  $899\text{cm}^{-1}$  and  $665\text{cm}^{-1}$  are due to trans-C-H out of plane bend and C-H stretching in aromatic compounds, the peak at  $1640\text{cm}^{-1}$  indicate presence of N-H bend in secondary amine, the region at  $1242\text{cm}^{-1}$  due to C-O stretching vibration in alky aryl ether, the band at  $1707\text{cm}^{-1}$  indicate the C=O stretching in  $\alpha,\beta$ -unsaturated ester and the peak at  $1022\text{cm}^{-1}$  indicate the stretching band of C=C. As shown in Table 4.2. After sorption process, the bio-sorbents spectra showed that, the main characteristic peaks have shifted to lower frequencies, the stretching bands of the OH groups were shifted to  $3875\text{cm}^{-1}$  to  $3279\text{cm}^{-1}$  to  $3276\text{cm}^{-1}$  to  $3275\text{cm}^{-1}$  and  $3257\text{cm}^{-1}$  in raw-(WB), Co-(WB) and Ni-(WB), KYCV-(WB) and GPC-(WB) respectively. The C-H stretching vibration of methyl and methylene has also shifted from  $2899\text{cm}^{-1}$  to  $2921\text{cm}^{-1}$  to  $2918\text{cm}^{-1}$  to  $2921\text{cm}^{-1}$  to  $2921\text{cm}^{-1}$  in raw-(WB), Co-(WB) and Ni-(WB), KYCV-(WB) and GPC-(WB) respectively due to loading of heavy metals. The N-H band was also shifted in from  $1640\text{cm}^{-1}$  to  $1629\text{cm}^{-1}$  to  $1640\text{cm}^{-1}$  to  $1611\text{cm}^{-1}$  and  $1629\text{cm}^{-1}$  for Co, Ni, KYCV and GPC respectively, the carbonyl peak C=O at  $1707\text{cm}^{-1}$  was shifted to  $1719\text{cm}^{-1}$  in KYCV and GPC spectra and disappeared in Co-(WB) and Ni(WB) spectra due bio-sorption process, the C-O band at  $1242\text{cm}^{-1}$  was disappear in Co-(WB) and shifted to  $1236\text{cm}^{-1}$ ,  $1229\text{cm}^{-1}$  and  $1324\text{cm}^{-1}$ , in Ni-(WB), KYCV-(WB) and GPC(WB) respectively, the C=C stretching band at  $1022\text{cm}^{-1}$  stretching band were not significantly shifted. As shown in Figure 3 and 4. The rest of stretching and bending infrared bands e.g. C=C and C-O etc., were not significantly shifted. There was significant shift in the infrared of O-H, C=O, C-O, C-H after bio-sorption process. The shifting and appearance of new infrared band suggest that bio-sorption of metal ions on to (CC, WB and SB) bio-sorbents has taken place (Baby *et al.*, 2019). Table 3 shows the infrared bands of (WB) before and after the bio-sorption.

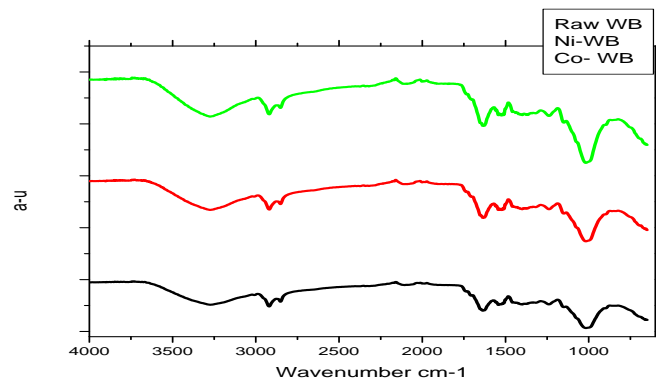
**Figure 1.** Shows the spectra of raw-(CC) before and after biosorption with Co-(CC), Ni-(CC)



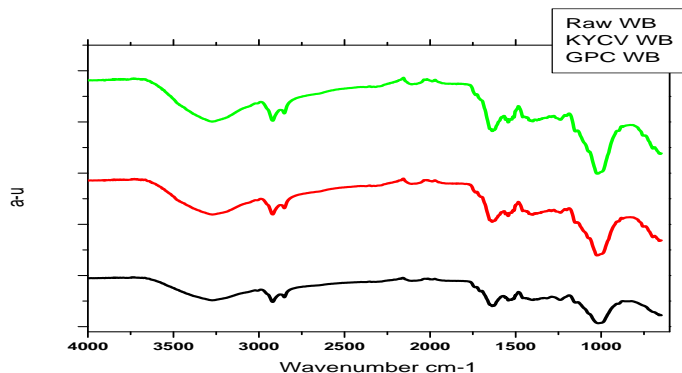
**Figure 2.** Shows the spectra of raw-(CC) before and after biosorption with (KYCV-CC) and (GPC-CC)



**Figure 3.** FTIR spectra of raw-(WB) before and after bio-sorption with Co-(WB) and Ni-(WB)



**Figure 4.** FTIR spectra of raw-(WB) before and after bio-sorption with (KYCV-WB) and (GPC-WB)



**Table 6.** Assignments of FTIR spectra of raw-(CC) before and after bio-sorption with Co-(CC), Ni-(CC), (KYCV-CC) and (GPC-CC)

Biosorbents	(O-H) (cm <sup>-1</sup> )	(C-H) (cm <sup>-1</sup> )	N-H (cm <sup>-1</sup> )	C=O(cm <sup>-1</sup> )
Raw-(CC)	3398	2921	1637	1715
Co-(CC)	3301	2948	1637	1652
Ni-(CC)	3312	2899	1607	1722
KYCV-(CC)	3335	2918	1592	-
GPC-(CC)	3286	2903	1629	1722

**Table 7.** Assignments of FTIR spectra of raw-(WB) before and after bio-sorption with (Co-WB), (Ni-WB), (KYCV-WB) and (GPC-WB)

Biosorbents	O-H (cm <sup>-1</sup> )	C-H (cm <sup>-1</sup> )	N-H (cm <sup>-1</sup> )	C=O (cm <sup>-1</sup> )
Raw-(WB)	3875	2899	1640	1707
Co-(WB)	3279	2921	1629	-
Ni-(WB)	3276	2918	1640	-
KYCV-(WB)	3275	2921	1611	1719
GPC-(WB)	3275	2921	1629	1719

**Table 8.** Comparison of bio-sorption capacities of (CC and WB) bio-sorbents for Co(II) and Ni(II) with different bio-sorbents.

Biosorbents	Metal ions	Biosorption capacity (mg/g)	Reference
Corn cob (CC)	Co(II)	77.6	Present work
Wheat bran (WB)	Co(II)	73.2	Present work
Corn cob (CC)	Ni(II)	63.6	Present work
Wheat bran (WB)	Ni(II)	76	Present work
Pine saw dust	Co(II)	56	Musapatika <i>et al.</i> , (2012)
Lemon peel	Co(II)	22	Bhatnagar <i>et al.</i> , (2010)
<i>Amarantus hybridus</i>	Co(II)	19.5	Egila <i>et al.</i> , (2010)
Saw dust	Ni(II)	35	Adie <i>et al.</i> , (2012)
Peanut husk	Ni(II)	20	Abdelfattah <i>et al.</i> , (2016)

**Comparative studies.** A Comparison of the bio-sorption capacity of the bio-sorbents (CC and WB) of the present work with some literature reported values for the removal of (Co(II) and Ni(II)) heavy metal ions are listed in Table 8. It can be observed that different bio-sorbents such as Pine saw dust, Lemon peel, *Amarantus hybridus*, Saw dust, Peanut husk are applied for the removal of heavy metals Co(II) and Ni(II) from contaminated wastewater. The comparative studies of bio-sorption reveal that corn cob (CC) and wheat bran (WB) used in present work are much more efficient compared to the other bio-sorbents.

## CONCLUSION

This study was conducted for the development of natural, cheap, easy to prepare and effective technology for the removal of heavy metals from contaminated water, the selected agricultural waste (CC, WB) bio-sorbents have successfully remove Co(II) and Ni(II) from contaminated water. The result demonstrated that both (CC and WB) effectively removed Co(II) and Ni(II) with (97%) removal efficiency and (77.6 mg/g) bio-sorption capacity in metal solution, (92% and 29.4 mg/g) and (80% and 3.2 mg/g) removal efficiency and bio-sorption capacity from (KYCV and GPC) contaminated wastewater. Among the selected bio-sorbents (WB) possess higher sorption efficiency.

## REFERENCES

Abdelfattaha, I., Ismail, A. A., Al Sayed, F., Almedolab, A. (2016). Biosorption of heavy metals ions in real industrial wastewater using peanut husk as efficient and cost effective adsorbent. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management* (6) 176– 183 <http://dx.doi.org/10.1016/j.enmm.2016.10.007>

Adie, D.B., Okuofu, C.A., Osakwe, C. (2012). Comparative analysis of the adsorption of heavy metals in wastewater using *Borrassus aethiopicum* and *Cocos nucifera*. *Int. J. Appl. Sci. Technol.* 2: 314–322.

Agwaramgbo L, Iwuagwu A, Alinnor J. (2014). Lead removal from contaminated water by corn and palm husk, *British Journal of Science & Technology*, 4(36): 4992-499.



- Agwaramgbo L, Thomas C, Grays C, Small J, Wright-Young T. (2012). An evaluation of edible plant extracts for the phytoremediation of lead contaminated water. *Journal of Environmental Protection*. 3(8): 722-730.
- Anirudhan, T.S., J.R. Deepa, J. Christa. (2016). Nanocellulose/nanobentonite composite anchored with multi-carboxyl functional groups as an adsorbent for the effective removal of Cobalt(II) from nuclear industry wastewater samples, *J. Colloid Interf. Sci.*, 467: 307–320.
- Asubiojo, O. I. and Ajelabi, O. B. (2009). Removal of heavy metals from industrial waste waters using natural adsorbents. *Toxicological & Environmental Chemistry*. 91(5): 883–890.
- Baby, R., Saifullahi, B. and Hussein, M. Z. (2019). Palm Kernel Shell as an effective adsorbent for the treatment of heavy metal contaminated water. *Scientific Report*. 9:18955. Doi: 10.1038/s41598-019-55099-6.
- Balaram, V., Dharmendra, V., Roy, P., Taylor, C., Satyanarayanan, M., Kar, P., Subramanyam, K. S. V., Kumar, R. A., Krishnaiah, A. (2014). Analysis of geochemical samples by microwave plasma-AES. *At. Spectrosc.* 35: 65-78
- Bandela, N. N., Babrekar, M. G., Jogdand, O. K., Geetanjali, K. (2016). Removal of Copper from aqueous solution using local agricultural wastes as low cost adsorbent. *J. Mater. Environ. Sci.*, 7 (6): 1972-1978.
- Benaissa, H. (2006). Screening of new sorbent materials for cadmium removal from aqueous solutions. *Hazard Mater* 132:189–195
- Bhatnagar, A., Minocha, A.K., Sillanpaa, M. (2010). Adsorptive removal of cobalt from aqueous solution by utilizing lemon peel as biosorbent. *Biochem. Eng. J.* 48: 181–186.
- Egila, J.N., Dauda, B.E.N., Jimoh, T. (2010). Biosorptive removal of cobalt (II) ions from aqueous solution by *Amaranthus hybridus* L. stalk wastes. *Afr. J. Biotechnol.* 9: 8192–8198.
- Farajzadeh, M. A. and Monji, A. B. Adsorption characteristics of wheat bran towards heavy metal cations. *Separation and Purification Technology* 38 (3): 197–207.
- Hussain, A. Z. and Mohamed Sheriff, K. M. (2014). Removal of heavy metals from wastewater using low cost adsorbents. *Scholars Research Library. Archives of Applied Science Research*, 6 (6): 52-54
- Ibrahim, M. B. and Jimoh, W. L. O. (2010). Biosorption of Cr(VI), Ni(II) and Fe(II) by Maize (Zea Mays) Cob. *Chemsearch Journal*. 1(1): 43 – 47
- Jawad, A.H., Rashid, R.A., Mahmud, R.M.A., Ishak, M.A.M., Kasim, N.N., Ismail K., (2015). Adsorption of methylene blue onto coconut (*Cocos nucifera*) leaf: optimization, isotherm and kinetic studies. *Desalin. Water Treat.* 57(19): 8839- 8853.
- Jenkins, R. (1998). X-Ray Fluorescence Spectrometry. John Wiley and Sons, Inc. QD96.X2J47
- Kiran, G., Chaudhari. (2013). Studies of parameters of different soil samples. *Achieves of applied science research*, 5(6): 72-73
- Kokkinos, C. and A. Economou. (2016). Microfabricated chip integrating a bismuth microelectrode array for the determination of trace cobalt (II) by adsorptive cathodic stripping voltammetry, *Sensor. Actuat. B: Chem.* 229: 362–369.
- Lee, L.Y., Gan, S., Tan, M.S.Y., Lim, S.S., Lee, X.J., Lam, Y.F. (2015). Effective removal of Acid Blue dye using overripe *Cucumis sativus* peel as an eco-friendly biosorbent from agricultural residue. *J. Clean Prod.* 113: 194-203.
- Majumdar, S., Das, S. K., Chakravarty, R., Saha, T., Bandyopadhyay, T. S. and Guha, A. K. (2010). A study on lead adsorption by *Mucorrouxii* biomass. *Desalination*, 25: 96–102. Doi: 10.1016/j. desal.2009.09.137
- Musapatika, E.T., Singh, R., Moodley, K., Nzila, C., Onyango, M.S., Ochieng, A. (2012). Cobalt removal from wastewater using pine sawdust. *Afr. J. Biotechnol.* 11: 9407–9415.
- Nguyen, T. A. H., Ngo, H. H., Guo, W. S., Zhang, J., Liang, S., Yue, Q. Y., Li, Q., Nguyen, T. V. (2013). Applicability of agricultural waste and byproducts for adsorptive removal of heavy metals from wastewater. *Biores Technol* 148: 574–585
- Palma, C., Lloret, L., Puen, A., Tobar, M., Contreras, E. (2016). Production of carbonaceous material from avocado peel for its application as alternative adsorbent for dyes removal. *Chin. J. Chem. Eng.* 24(4): 1038 521-528.

- Pena, D., Lopez-Pineiro, A., Albarran A., Rato-Nunes, J.M., Sanchez-Llerena, J., Becerra, D. Ramirez, M., (2016). De-oiled two-phase olive mill waste may reduce water contamination by metribuzin. *Sci. Total Environ.* 541: 638-645.
- Puglla, E. D., Guaya, D., Tituana, C., Osorio, F. and García-Ruiz, M. J. (2020). Biochar from Agricultural by-Products for the Removal of Lead and Cadmium from Drinking Water. *Water journal.* 12: 2933. Doi: 10.3390/w12102933
- Qaiser, S., Saleemi, A. R., Ahmad, M. M. (2007). Heavy metals uptake by agro based waste materials. *Electronic Journal of Biotechnology*, 10: 3. Doi: 10.2225/vol10-issue3- fulltext-12
- Rosales, E., Mejjide, J., Pazos, M., Sanromán, M. A. (2017). Challenges and recent advances in biochar as low-cost biosorbent: From batch assays to continuous-flow systems. *Bioresour. Technol.* 246: 176-192.
- Safa, Y., (2016). Utilization of mustard and linseed oil cakes: novel biosorbents for removal of acid dyes. *Desalin. Water Treat.* 57(13): 5914-5925.
- Sajjanar, D. B., Kumar, S. (2018). An Experimental Study on Removal of Heavy Metals Using Low Cost Adsorbents (Pilot Study). *International conference on sustainable Engineering and Technology.* AIP Conf. Proc. 2039: 0220012-1-020012-7; Doi-10.1063/1.5078971
- Salem, N.A., Yakoot, S.M. (2016). Research article non-steroidal anti-inflammatory drug, ibuprofen Adsorption using rice straw based biochar. *Int. J. Pharm.* 12: 729-736.
- Srikanth, P., Somasekhar, S. A., Kanthi, G.K., Babu, K. R. (2013). Analysis of Heavy Metals by Using Atomic Absorption Spectro-scropy from Samples Taken around Visakhapatnam. *International Journal of Environment, Ecology, Family and Urban Studies.* 3(1): 127-132
- Szymanski, H. A. & Erickson, R. E. (1970). *Infrared Bands Hands book*, Plenum Press, New York, 2Voumes.
- Tang, C.F., Shu, Y., Zhang, R.Q., Li, X., Song, J.F., Li, B., Zhang, Y.T., Ou, D.L. (2017). Comparison of the removal and adsorption mechanisms of cadmium and lead from aqueous solution by activated carbons prepared from *Typha angustifolia* and *Salix matsudana*. *RSC Adv.* 26: 16092-16103.
- Turek, A. Kinga Wieczorek, K., Wojciech M. Wolf, M.W. (2019) Digestion Procedure and Determination of Heavy Metals in Sewage Sludge-An Analytical Problem. *Sustainability*, 11: 1753. Doi: 10.33390/ su1161753
- Tonucci, M.C., Gurgel L.V.A., Aquino, S.F.D. (2015), Activated carbons from agricultural byproducts (pine tree and coconut shell), coal, and carbon nanotubes as adsorbents for removal of sulfamethoxazole from spiked aqueous solutions: Kinetic and thermodynamic studies. *Ind. Crop. Prod.* 74: 111-121.
- Todorovi, Z., Pol, P., Dgordjevi, D. and Autoni, J. S. (2001). Lead Distribution in Water and its Association with Sediments Constituents of the Baije Lake. *J. Serb. Chem. Soc.* 66(1), p697-708
- Ullah, I., Nadeem, R., Iqbal, M. and Manzoor, Q. (2013). Biosorption of chromium onto native and immobilized sugarcane bagasse waste biomasses, *Ecological Engineering*, 60: 99-107.
- Volesky, B. (2003). Sorption and Biosorption. Montreal-St. Lambert, Quebec, Canada, *BV Sorbex* .316 p.
- World Health Organization (WHO). (2010). Guidelines for Drinking Water Quality. Volume 2. Health Criteria and other supporting information. Second edition. Geneva 27. Switzerland. 185-190.

## ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE SPECTROSCOPY TO EXPLORE INTERFACIAL CHARACTERISTICS OF LIQUID-LIQUID SYSTEMS

**Assoc. Prof. Dr. V. N. LAD**

Chemical Engineering Department, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology – Surat, Ichchhanath, Surat - 395007, Gujarat, India.

**Sunilkumar V. DABHANI**

Chemical Engineering Department, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology – Surat, Ichchhanath, Surat - 395007, Gujarat, India.

**Z. V. P. MURTHY**

Chemical Engineering Department, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology – Surat, Ichchhanath, Surat - 395007, Gujarat, India.

### ABSTRACT

Electrochemical impedance spectroscopy has been used to characterize water-oil systems as a useful and non-destructive technique. In this study, we studied the behaviour of water-oil system by electrochemical impedance spectroscopy to check the formation of droplets or a distinct interfacial film. On the basis of this study one can easily understand the pressure drop of transferring fluid in water-oil emulsion with the aim to compare their electrochemical behaviour under continuous operation. In this experimentation study we have used the three-electrode system for carrying out the impedance measurement. Impedance data were collected in the electrolytic cell. The electrochemical impedance spectroscopy experiments were conducted with the help of IVIUM electrochemical measurement system. To check the stability of prepared emulsion of oil containing some water in it can be easily predicted by the Nyquist plot. The three-electrode impedance measurement arrangements having platinum wire acting as a counter electrode, the second electrode silver oxide acting as a reference electrode, and a Platinum microwire serving as a working electrode. The experiments were performed at the temperature range of 25-30°C. The experiments were performed by varying the location of the electrodes near the interface.

**Acknowledgements:** This research was funded by Gujarat Council on Science and Technology, Department of Science and Technology, Government of Gujarat, Gandhinagar.

**A REVIEW ON METHODS OF MEASURING THERMAL CONDUCTIVITY****Sujeet SINGH**

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**Sarken KAPAYEVA**

Department of Mechanical Engineering, D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University,

Ust-Kamenogorsk, 070004, Kazakhstan

**Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY****ORCID NO:** <https://orcid.org/0000-0001-7885-0353>

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**ABSTRACT**

The thermal conductivity is calculated using Fourier's law based on the measured temperature gradient and heat flow through the sample until the temperature of each point in the sample has become constant in steady-state measurements. There are many methods for the measurement of the thermal conductivity of a material, every single method is suitable for a certain range of the materials depending on the temperature of the medium and other thermal properties. This paper provides a thorough review of the different approaches for measuring thermal conductivity. As stated in this study, since there were no thermal conductivity measuring parameters, there were several variations in measurement methodology, measurement instruments, and sample preparation. As a result of these differences, the thermal conductivity values become ambiguous, leading to a distorted understanding that can be used by other researchers for possible comparisons. An extensive literature review was undertaken in order to provide the researchers with a concise summary and recommendations. Transient plane source method, transient hotwire, laser flash, guarded hot plate, thermo pairs, heat flow metre, modulated DSC, and  $3\omega$  method were used for measurement purpose. Repetition and ambiguity analyses are necessary to comprehend the differences in findings obtained by the various approaches discussed in this study. Researchers remain divided on which technique is best for various TES materials, and several techniques are yet to be thoroughly explored. Depending on the substance tested within the same technique, the sample size, uncertainty, and temperature range of the measurement differ greatly.

**Key words-** Thermal conductivity, measuring techniques, transient hot wire, hot plate, temperature gradient.

**RECENT ADVANCES IN THE STUDY ON THE PROPERTIES OF SOLID, LIQUID AND GASES: A REVIEW****Nikimoni DAS**

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**Sarken KAPAYEVA**Department of Mechanical Engineering, D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University,  
Ust-Kamenogorsk, 070004, Kazakhstan**Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY****ORCID NO:** <https://orcid.org/0000-0001-7885-0353>

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**ABSTRACT**

The main objective of this research paper is to evaluate emerging progress in solid, liquid, and gas properties. A screened exact-exchange (SXX) approach is used to calculate the optical properties of solids efficiently and accurately. This method works on both small and large-scale semiconductors with low computational costs. Some of the researchers found a 2D mapping method for solid-state material focusing on the quantum-mechanical definition of electron sharing and transmission. With the help of this technique characteristics of ionic, metallic, and covalent bonding in a variety of compounds can be identified. This specific area is known recently as metavalents bonding.. In recent years, the implementations of liquid metal (LM) have become very well recognized.. The successful implementation of these systems requires an understanding of the thermo-physical properties of PCMs as well as the choice of a material with a specific melting point. This also applies to composite PCMs, in which paraffin is mixed with porous media to improve the total conductivity. Various researchers also performed research works on the implementation of radiation transfer in high-temperature gas systems in the engineering field and describe the feasible methods of forecasting the related radiative transmission. In the engineering field, ionic liquid gel material offers an opportunity to better use ionic liquids combined with the diversified applications of ionic liquids for green and renewable chemical applications... Mainly as a result of secondary stirring currents, the most effective decrease in impurity levels occurred at a lower limit of the electromagnetic energy was observed as 87%. It is observed from the detailed review that it requires more research work still to be done in this area.

**Keywords:** Solids, liquids and gases, properties, composite conductivity, viscosity, ionic liquids**1. INTRODUCTION**

Everything around us consists of matter. Matter can be characterized as something with mass and space and a phase change may occur. Matter consists of some tiny particles called atoms that are not visible to the naked eye or with a normal microscope. It is present in four main states solid, liquid, gas, and

plasma. When matter consists of firmly packed atoms is known as solids. It has a definite shape, mass, volume and there is no inter-atomic space. Because of their stable composition, solid atoms can just vibrate and cannot travel in their average location. On the other hand, particles are less densely packaged in a liquid state. The liquids have inter-atomic space and can also have movement. Liquids do not have a definite shape; it takes the shape of the jar where it is kept. The attraction force is less than solids between the atoms. Again, gases cannot retain their shape but flow from one place to another. The inter-atomic space is maximum in gases. There is no fixed shape or volume of gases, but they may extend to fill the container. In the case of gases, intermolecular forces are less or even insignificant and thus free to move. For liquids and gases, the motion is transitional. The fourth phase of matter is considered plasma. This is not normal on the earth, but 90% of the matter is in plasma. The ionosphere is a cloud of low-density charged particles in the high atmosphere of the Earth, naturally produced plasma. The state of plasma is identical to the state of gases in that it has no atoms or molecules. Instead, subatomic particles such as negatively charged electrons and positive ions constitute plasmas.

### **1.1. Properties of matter**

Properties of a matter are those that define the characteristics. The properties (e.g. colour, odour, mass, temperature, melting point, boiling point, and electrical conductivity) of a matter describe the physical and chemical characteristics of the substance. It is necessary to understand the characteristics of different states of matter in chemical processes with temperature and pressure variations in the chemical sector. The composition, temperature, and pressure affect the physical state of the material. The theory of kinetic particles describes the conditions such as melting, boiling, freezing, and condensing.

### **1.2. Physical properties of matter**

#### **(a) Density and compressibility**

Solids have the highest density and gases have the lowest density. Because the solid atoms are closely packed and intermolecular force is larger than the liquids and gases. Hence, in the case of gases, the atoms can easily spread out. Compressibility is highest in gases and lowest in solids due to the presence of inter-atomic space. Liquids cannot be compressed easily due to the small distance among the particles. Hence, massive pressure is required to compress the liquid or fluid. Solids are very hard to compress as the space between the molecules is negligible. Thus, pressure rise has almost no impact on a solid's volume.

**(b) Diffusion**

Diffusion of solids is nearly inevitable since the atoms are closely packed and intermolecular forces are very strong. Diffusion in liquids is much slower than in gases, as particles have less room to travel in and collision takes place. Diffusion is more rapid in gases in comparison to liquids and solids because of the intermolecular force.

**(c) Heat and electricity conduction**

Except for metals, most of the solids are weak conductors of heat energy, unlike gases and liquids. The heat conductivity of solid (except non-metals) is highest because the density of solids is maximum than the liquid and gases. The heat conductivity of liquids is much higher than gases. The heat caused by the thermal energy of the circulating atoms is very poorly conducted by all liquids and gases. Electrical conductivity of liquids and gases depend on the presence of free ion or electrons. The electrical conductivity of gas is less than the solids and liquids due to the absence of ionized form. In solids, the particles cannot move freely except metals that are why the solid ionic compounds have less electrical conductivity.

**2. RECENT DEVELOPMENTS ON THE PROPERTIES OF MATTER****2.1. Methods for modifying optical properties of solids**

Yang Z. H. et. al. [2] presented a screened exact-exchange method approach to calculate the optical properties of solids efficiently and accurately. It is a cost-effective method that works well for both small and large-scale semiconductors for binding excitons and continuous spectrums. Asahara A. et. al. [3] characterized the dynamic optical properties of solids by dual-comb spectroscopy technique in near-infrared areas. With the established method and Fourier analysis, the specific spectral configurations in the complex refractive index of an Er: YAG are effectively deducted. The findings show the promise of DCS as an effective method for measuring solids rapidly and completely. Yang B. et. al. [12] thoroughly researched the optical properties of electrochromic devices due to the versatile energy-saving and vision-friendly qualities. ECD's have applications in the field of electronic displays, smart windows, and automotive rearview mirrors. As important parts of ECD, the electrolytes give necessary ions to facilitate the electro-chromic reactions and to offset the residual loads affecting the switching power. The Electrolytes of EDS are one of the most important options over the conventional solid, organic, or inorganic salt, ionic liquid, and ionic electrolytes. The WIEN2k program uses the augmented plane wave plus local orbitals (APW+lo) technique to find the solution of Kohn–Sham density theory equations. According to Blaha P. et. al. [1], this process can be used very effectively with WIEN2k. The fundamental properties such as electronic bandstructure or optimized atomic

structure, to more specialize including the nuclear resonance protection tensor or the electro polarisation may be measured. The different functional interchange correlation choices, properties, and accessible approaches and the external libraries or programs which can be employed for the WIEN2k are also listed.

## 2.2. Liquid metal development

In recent years, the prospect of liquid metal (LM) has become very broad. Liquid metals are defined as the metal or basic metals which are in liquid form at room temperature. Typical liquid metals are primarily mercury, gallium, and cesium at standard temperatures. Liquid metal room temperature usually consists of Gallium or Gallium-Indium-based eutectic metal. These liquids have dual fluid and metallic compounds properties. Moreover, the conductivity of liquid metal is very high as it contains free moving electrons. It boils at a temperature higher than 2000 °C and melts at a temperature lower than 300 °C. These alloys include mostly zinc group metals and post-transition. Liquid metal has excellent features in the manufactures of many practical materials for its special physical and chemical properties. It has applications in various fields such as 3D printing, catalysts, and micro-driven machines as tensile conductors, lightweight sensor, and skin material. The use of liquid metal has so far reached many areas of natural sciences and engineering such as medical, energy, and electronic devices. In addition, the 3D liquid metal printer was able to print electronic devices automatically and directly at room temperature. The use of liquid metal is increasingly prevalent as it breaks the limitations of conventional manufacturing and encourages the advancement of the modern industrial revolution because of its special characteristics. He J. et. al. [5] reflected the recent research and implementations of liquid metal materials in five important areas. The implementation of aldehyde reaction, photocatalysis, and electrocatalysis of liquid metal catalyst has also been explored. It has been shown that the liquid metal flow can generate heat, electricity, sound, magnetism, and light. To further improve the LM materials and their uses, good fundamental research funding was provided in the future for the advancement of liquid metal technology. Dickey M. D. [11] mentioned the application of gallium-based liquid metals for electronics. Such kinds of electronics can work during deformation in electronics, soft-robotics sensors, etc. For such uses, liquid metals are persuasive materials since they are indefinitely deformable while maintaining metallic conductivity. Unlike Hg, gallium-based liquid metals have low toxicity and no vapour pressure and are thus considered safe to treat. Although the majority of liquids are beads for surface energy, their inclusion enables them to be modelled using several methods such as fluid injection and 3D printing, to minimize their surface energy. These metals



can be effectively used to shape memory equipment, sensors, and diodes, which are made of soft materials, not just for the formation of excellent conductors.

### **2.3. Liquid paraffin and composite phase change materials (PCM)**

Simple or industrial paraffin is commonly used as a phase-change material for specialized thermal storage or thermal control systems. The successful implementation of these systems requires an understanding of the thermo-physical properties of PCMs as well as the choice of a material with a specific melting point. This also applies to composite PCMs, in which paraffin is mixed with porous media with a high melting point and high thermal conductivity to improve the total conductivity. Li Z. and Gariboldi E. [6] described literature information on pure or industrial paraffin above the moulded temperature, structure, melting temperature, and temperature dependence on the thermo-physical properties (density, specific heat). Based on available literature evidence, simple fittings models presented in the literature are assessed and analyzed for the temperature and composition dependency of the aforesaid properties. The successful thermo-physical properties for composite PCMs with pore structures in Al or Cu are computed once the appropriate models for paraffin properties are described. PCMs show an electric and optical difference between amorphous and crystalline phases in new neuro-morphic or photonic implementations. Focusing on the quantum-mechanical definition of electron sharing and transmission, a 2D map for solid-state material is created by Raty J. Y. et. al. [4]. The main character of ionic, metallic, and covalent connections in a variety of components and binary compounds is intelligently identified, and the specific area for a process known recently as "metavalents' bonding" is emphasized. These studies and methodological methods provide a new avenue for customized content characteristics.

### **2.4. Liquid gels**

Whenever a liquid is distributed in a continuous solid stage, the material is represented as a gel. A gel is considered as a colloidal system i.e. a solid, fluid, and gas mixture. The name gel comes from a contraction of the word gelatin. Gels are also hard to categorize since a gel can be smooth, rigid, or liquid. The substance should be manufactured from two or more parts, one of them a liquid, present in a significant amount to qualify as a gel. In general, the term gel is employed to characterize a substance with behaviour between a solid and a liquid. The gel may be identified as a heterogeneous mixture of solid and liquid because a liquid to gel transformation is also found. Intermolecular forces between the elements of a liquid gel are the basis for the microstructure of a gel.

### **Ionic liquid gels**

The ionic liquid gel solution is a molten salt contain a solid continuous phase and ionic liquid phase. Here, the electrostatic interactions bind cation and anion loads like regular salts. In contrary to solid salts, ionic liquids are not packaged very well with ions that allow freedom of movement and thus enable the dirt to take over the flow property. The liquid can be regarded as a sea of charges which, while maintaining great bonds, cannot be arranged in a very normal form. The macromolecular or lipid, Ionic liquid gels, and Colloidal ionic liquid gels are categorized.

### **Applications of ionic liquid gels in energy**

In recent decades, substantial development has been observed in energy applications in the area of ionic liquids. It can be used as capacitor and super-capacitor material, fuel cells, and electro-catalysis. In the next few decades, energy generation and storage will become more important and the use of ionic liquid gels in this area is projected to be growing. Combined with the wide range of ionic liquids, the wide array of gel processes delivers an infinite array of products for green and safe use. According to Marr P. C. and Marr A. C. [8], ionic liquid gel material offers an opportunity to better use ionic liquids in engineering uses. Combined with the various uses of ionic fluids, the supervised and directed mounting of gels permits the establishment of a mixture of materials adapted to the functionality of the complex and realistic manufacture of ionic fluid gels. Ionic liquid gels have all degree flexibility and it allows custom fabrics for a variety of applications. This broad range of materials will provide renewable and sustainable chemical, electronics, medical, fruit, cosmetics, and other practical materials. According to Ahmad N. N. R. [10], the technical progress in the field of carbon capture and storage has acquired international attention, due to the impact on the atmosphere of CO<sub>2</sub>. Due to high affinity to CO<sub>2</sub> it has an outstanding ability to absorb ionic acid, also identified as a designer solvent. For more efficient use of ionic fluid, the synthesis of ionic fluid and membrane technology has been adopted. This study describes the use of ionic liquid for CO<sub>2</sub> isolation in the membrane which focuses on the latest developments in ionic liquid-based MMM. Heintz A. [13] analyzed the latest results, covering new trends and prospects of prospective empirical studies. The properties of ILse are conductivity, viscosity, density, surface tension, and refractive indices. Krossing I. and Slattery J. M. [14] explained the synthesis and use of new ILs in a growing variety of areas. In comparison, comparatively few experiments have been carried out to analyze and forecast the basic physical characteristics of ILs, which are highly significant for their implementations. A significant aim in IL science is to quantitatively estimate the physical properties of unidentified salts.

## 2.5. Radiative Properties of Gases

For characterizing energy transfers in the Earth's atmosphere or elsewhere, astrophysics, combustion systems including furnaces, stoves, boilers, gas turbines, internal fire engines, forest and building fires, atmospheric re-entry of spacecraft, and so forth, is necessary the capability to effectively model thermal transport of heat in gas media. These radiative transmission requirements are considered by the molecular gaseous media's optical properties which are characterized by the complex dependency on the gas absorption coefficient on the wavelength. The dependency on perception and modelling is essential for correctly predicting complete radiation transfer in the respective structures. In certain applications of the engineering field, radiation transfers in high-temperature gas systems are extremely important. To predict the physical phenomenon, it is also necessary to comprehend the basic physical phenomena involved with radiative transmission within these ecosystems. Solovjov V. P. et. al. [7] described the basic physics of radiative transfer in high-temperature gases and examine the feasible methods of forecasting the related radiative transmission. The main characteristics of molecular gases essential for the radiative transfer equation are the cross-sectional gas spectral absorption and spectral absorption. The concepts of narrow-band models of gas radiation and global models are developed in the paper. Lastly, the implementation in the non-uniform gas environment of the global models for radiative transfer estimation is outlined.

192

### Method for improving heat and electrical conductivity

One of the biggest problems facing the chemical sector nowadays is to develop novel methods to reduce contamination, upgrade chemicals and achieve high energy efficiency. Specific solutions for these specifications are provided by micro-chemical technologies. It is expected that micro-chemical technologies will provide many benefits to chemical manufacturing as an efficient way of intensifying processes. In these systems, higher heat and mass transfer rates enable high exothermic, rapid reactions in almost isotropic conditions, thus improving overall performance in comparison to the conventional reactors. To improve the system output (i.e., by replicating the working micro-structured device), micro-chemical technology is often used as a numerical method for facilitating the scale-up. In addition to varying customer needs, it further enhances supply versatility. In a range of relevant industrial mass transmission activities and reactions, Gas-liquid micro-reaction technology has demonstrated tremendous promise. Losev G. et. al. [9] performed experimental studies to understand the purification procedure of the electrically conducting liquid made from electromagnetic effect non-conductive particles. The author examined the effects on purification performance of the electromagnetic power magnitude, transit flow rates, and the corresponding strength of secondary flows and canal geometry.

Mainly as a result of secondary stirring currents, the most effective decrease in impurity levels occurred at a lower limit of the electromagnetic energy. The overall concentration reduction was 87%. The geometry of the purging channel has been changed based on the known patterns. Chen et. al. [15] summarised the current state of research into reactor architecture, hydrodynamics, mass transfer, and reaction implementations of this technology. Often summarised are the potential problems of this critical technology.

### **3. MECHANICAL PROPERTIES OF MATTER**

#### **3.1. Mechanical properties of solids**

For smoother, cost-effective efficiency, knowledge of material and properties of the material is very important. The structure's ability to withstand stress and load indicates many mechanical properties in solids.

##### **Strength and Stiffness**

A body tends to deform as we apply loads. Because of this deformation, an internal force has been generated to oppose this transition. This internal resistance force per unit area is called stress. Three types of stresses are tensile, compressive, and shear. The ultimate stress caused in a material before its breakdown is known as strength. The strength of a material cannot be described by a single parameter. It depends on different parameters. Because a material may be weak for a parameter but it may be strong for another parameter. Stiffness is a material's capacity to withstand stress-induced deformation. The young's modulus indicates stiffness.

##### **(b) Elasticity and Plasticity**

The deformation occurs when a body is subjected to an external load. However, solids have a special property, which enables them to retrieve the initial shape and size until the load is removed. This characteristic is referred to as elasticity. The property is known as plasticity if the material keeps the deformation under load permanently.

##### **(c) Ductility, Brittleness and Malleability**

This is the material property that allows a material to be pulled into the wire under tensile force. Brittleness is the property by virtue of which a material breaks down with little permanent deformations. Malleability is a unique situation of ductility that allows the rolling and hammering of materials into sheet form.

##### **(d) Toughness, Hardness and Resilience**

Toughness is a material's property that resists fracture caused by heavy impact loads such as hammer strikes. Hardness relates to the ability to resist wear, scratch, and deformation. It means the capability

of a material to cut another material. Resilience is the property of material for energy absorption and shock and impact resistance. It is determined by the total energy consumed per unit volume within elastic limits.

**(e) Creep and Fatigue**

If a component is constantly exposed to high temperatures stress for a long duration, it is slowly and permanently deformed which is known as creep. If a component is under repeated stress, then the component will fail stresses below the stress of the yield point. This kind of failure is known as fatigue. The failure is characterized by a gradual, normally fine microcrack formation.

**3.2. Mechanical properties of liquids**

**(a) Viscosity ( $\nu$ ) and Kinematic viscosity ( $\mu$ )**

Viscosity is also called absolute or dynamic viscosity. It is known as the liquid property that increases the resistance to moving one fluid layer over some other neighboring liquid layer due to cohesion and interaction of particles. Kinematic viscosity is the ratio between dynamic viscosity and liquid density.

$$\mu = \frac{\nu}{\rho} \tag{1}$$

where;

$\nu$  : Absolute viscosity (N-s/m<sup>2</sup>)

$\mu$  : Kinematic viscosity (m<sup>2</sup>/s)

$\rho$  : Density of the liquid (Kg/m<sup>3</sup>)

**(b) Compressibility**

Compressibility is the liquid property that allows liquids to change volumes as to the pressure changes. It is the reciprocal of the bulk modulus. Bulk modulus is described as the ratio of compressive stress to volumetric strain.

**(c) Surface tension and Capillarity**

Surface tension is defined as the liquid property by virtue of which it can withstand tensile stress. Capillarity is described as a process in which liquid surface rises or falls in a narrow vertical tube that is retained in a liquid relative to the general liquid level. The height of rise or fall in the tube is indicated by

$$H = \frac{4\sigma \cos \alpha}{\rho d} \tag{2}$$

Where;

$\sigma$  : Surface tension (N/m)

$\omega$  : Specific weight of the liquid ( $\text{N/m}^3$ )

$d$  : Diameter of capillary tube (m)

$\alpha$  : Angle of contact of the liquid surface

### 3.3. Properties of gases

The physical characteristics of gases are defined by the pressure, volume, and gas temperature. The behaviour of a perfect gas experiencing any fluctuation in these parameters is regulated by the Boyle law, Charles Law, Gay-Lussac law, and Ideal gas law. Ideal gas law is given as

$$PV = mRT \quad (3)$$

Where;

P : Pressure of the gas (Bar)

V : Volume of the gas ( $\text{m}^3$ )

T : Temperature of the gas (K)

R : Gas constant (J/Kg.K)

M : Mass of the gas (Kg)

## 4. CONCLUSION

- A screened exact-exchange (SXX) approach is used to calculate the optical properties of solids efficiently and accurately. It is a cost-effective method that works well for both small and large-scale semiconductors.
- The dynamic optical properties of solids can be characterized by dual-comb spectroscopy technique in near-infrared areas. With the established method and Fourier analysis, the specific spectral configurations in the complex refractive index of an Er:YAG are effectively deducted. The findings show the promise of DCS as an effective method for measuring solids rapidly and completely.
- Liquid metal has applications in various fields such as 3D printing, catalysts, and micro-driven machines as tensile conductors, lightweight sensor, and skin material due to its excellent physical and chemical properties.
- Simple or industrial paraffin is commonly used as a phase-change material (PCM) for specialized thermal storage or thermal control systems.

- In the engineering field, ionic liquid gel material offers an opportunity to better use ionic liquids combined with the diversified applications of ionic liquids for green and renewable chemical applications.

## REFERENCE

- [1] Blaha P. et. al. (2020). WIEN2k: An APW+lo program for calculating the properties of solids. The Journal of Chemical Physics. Vol 152. 074101. 31 pages
- [2] Yang Z. H. et. al. (2015). Simple Screened Exact-Exchange Approach for Excitonic Properties in Solids. Physical Review B 92. 035202. 5 Pages
- [3] Asahara A. et. al. (2016). Dual-comb spectroscopy for rapid characterization of complex optical properties of solids. Optics Letters. 41(21). 4971-4974
- [4] Raty J. Y. et. al. (2019). A Quantum-Mechanical Map for Bonding and Properties in Solids. Advanced Materials. 31(3). 6 pages
- [5] He J. et. al. (2021). Recent Development in Liquid Metal Materials. Chemistry Open. 10(3). 360–372
- [6] Li Z. & Gariboldi E. (2021). Review on the temperature-dependent thermophysical properties of liquid paraffins and composite phase change materials with metallic porous structures. MaterialToday Energy 100642. Vol. 20
- [7] Solovjov V. P. et. al. (2017). Radiative Properties of Gases. Handbook of Thermal Science and Engineering Springer. 1-74
- [8] Marr P. C. & Marr A. C. (2016). Ionic liquid gel materials: applications in green and sustainable chemistry. Green chemistry. 18(1). 105-128
- [9] Losev G. et. al. (2021). Model of Electromagnetic Purification of Liquid Metal. Magneto-hydrodynamics (0024-998X). 57(1). 79-84
- [10] Ahmad N. N. R. (2021). Recent progress in the development of ionic liquid-based mixed matrix membrane for CO<sub>2</sub> separation: A review. International Journal of energy research. 45(7), 9800-9830
- [11] Dickey M. D. (2017). Stretchable and Soft Electronics using Liquid Metals. Advanced Materials. 29(27). 1606425
- [12] Yang B. et. al. (2021). Recent advances in poly (ionic liquid)s for electrochromic devices. Journal of **Material Chemistry**. 9(14). 4730-4741
- [13] Heintz A. (2005). Recent developments in thermodynamics and thermophysics of non-aqueous mixtures containing ionic liquids. A review. The Journal of Chemical Thermodynamics. 37(6), 525-535
- [14] Krossing I. & Slattery J. M. (2006). Semi-Empirical Methods to Predict the Physical Properties of Ionic Liquids: An Overview of Recent Developments. Z. Phys. Chem. Vol. 220. 1343–1359
- [15] Chen et. al. (2008). Gas-Liquid Micro reaction Technology: Recent Developments and Future Challenges. Chinese Journal of Chemical Engineering. 16(5). 663-669

**METHODS OF MEASURING TEMPERATURE IN CUTTING ZONE: A REVIEW****Nikimoni DAS**

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**Sarken KAPAYEVA**Department of Mechanical Engineering, D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University,  
Ust-Kamenogorsk, 070004, Kazakhstan**Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY****ORCID NO:** <https://orcid.org/0000-0001-7885-0353>

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**ABSTRACT**

This review paper examines the latest research done in the area of cutting zone temperature measurement. The temperature on the chip work interface is a critical parameter to control the machining operation. The temperature of the primary shear zone influences the mechanical properties of the work-chip. The temperatures in the tool -face chip and interfaces for job tools affect the use of tools on both sides. During the metal cutting process, the physical and chemical reactions are closely linked to cutting temperature. Different forms of tool wear and tear arise as a result of complicated tribological phenomena on cutting tools and these are the primary cause of tool life reduction. For the efficiency of the tool and quality of the final product and the heat generating at the tooltip is critical during metal cutting. By understanding the cutting temperature on the knife tip, the machining and tool life can be increased. Therefore, this paper provides a brief review of different cutting zone temperature measuring techniques. As the feed rate of the chips increases, stress and cutting temperature also increases. Increase the cutting depth and increase the chip thickness leads to increased friction of the chip and tool. The highest temperature produced during the machining process was 141.5°C in the cutting tool edge. Rapid Cutting Speed at a low depth and medium feed rate at lower temperature increases at the edge of the knife is the optimum conditions to achieve the better surface finish. Through conducting proper testing and using the required procedures, the component quality is improved and the life span of the cutting tools can be extended.

**Keywords:** Cutting zone, tool life, tool wear, surface finish, interface, tribological phenomena**1. INTRODUCTION**

Metal cutting is a popular thermo-mechanical operation of machining in the metal-cutting industry. During a machining process, energy is dissipated due to high shear and friction and the temperatures are normally high in main and secondary shear areas, affecting the deformation of the shear and the wear. Shear and friction on the chip of the tool and the work interface generate energy throughout the process. Heat is created in three separate zones in one point cutting, i.e. the primary shear area, the chip interface, and the tool working part interface. Approximately, 90% of the heat produced during metal



cutting is taken away by the sawdust and the remainder is transmitted to the tool and work. The parameters that affect metal cutting are speed, feed, and depth of cut. The complicated geometry of the job, as well as difficulties in extracting sawdust and applying the cooler and lubricant create complex temperature phenomena occurs on the cutting part of the tool. The familiar regularity of thermal energy derivation and distribution during metal cutting greatly contributes to solving many problems arising during the metal cutting. It indicates procedures for increasing the tool's cutting efficiency, optimizing the working cycle and improving accuracy of the cutting process [1,2,3,16].

The parameters such as cutting speed, surface defect, and metallurgical changes in the machined surface and the residual stresses in the finished component will depend on the maximum temperature of each part, its temperature gradient, and the rate of cooling at different points of the tool-work. The tool life, new tool material production and other technological developments rely on an increase in temperature and heat generation for three heat-generation areas [5]. It is also beneficial to estimate heat production and the temperature increase in different tool, chip, and work-piece points to optimize machinability in advance by different variables. Since then researchers have been evolving numerous strategies and procedures to approximate the temperature differences at different points of the tool, chip, and work. The methods can be divided into three main classes into experimental, computational and FEA. Each has its qualifications and virtues [5]. Research has been performed to study the increase in temperature at different points in the tool, chip, and work so that different variables can be adapted to boost the machinability. Advancements in the experimental techniques for temperature increase (heat generation) observations while machining operations are described here. The heat transfer from the cutting area depends on the raw materials' heat capacity and configuration. The increased temperature of the cutting zone can reduce the cutting speed and depth, cause tool wear and reduce the life of the cutting area, and cause thermal stress in the raw material and surface disruptions. The temperature of the cutting area is thus highly optimal and linked to the cutting efficiency parameters (depth of cut, cutting velocity, feed, and power) [12].

### **1.1. Effect of cutting temperature on machining**

The heat phenomena are closely related to the wear rate, machinery rate of the work, tool life, and many other machining features in both the small and wide ranges of the cutting area. It is understood that when the work is transformed into chips, large amounts of heat are released due to energy transformations in the cutting region. The produced heat distributed in work-pieces, in tools, and chips depend on work-piece material, cutting speed, and feed rate, cutting depth, geometry of tools, lubricant etc. The heat produced by metal cutting, in addition to the effect on tool wear, affects machining

productivity, surface efficiency and accuracy. Almost all the energy dissipated during plastic deformation in the cutting process is converted into energy which in turn increases the heat in the cutting region. The established temperature is a critical factor in the transformation of the machined layer of the work into a chip. It also affects the phenomenon occurring during tool wear cutting (abrasive, adhesive, diffusive), Temperature developments affect the size of the components of the cutting force, and residual stress [2]. The potential adverse effects on the cutting tool (edges) from the high cutting temperature are rapid wear that decreases tool life, plastic deformation of the edges when the tool material has low hardness and strength, thermal flaking, thermal shocking, and built-up-edge formation. The potential damaging effect of the operating temperature on the generated products is: the dimensional error of the work before and after the cutting due to thermal distortion and expansion contractions, surface degradation by oxidation, accelerated corrosion, burning, etc. and tensile residual stress and micro-surface cracks [5,6,7]. The high cutting temperature helps to decrease the strength of the cutting force to some extent by softening or reducing the shear strain. In metal cutting, the strength of the temperature at the tool chip interface will depend on the cutting parameters. The temperature directly affects the output. The integrations of the various measurement techniques became important to achieve accurate temperature data due to the sensitivity of the machining processes. It is evident that the tool temperature increases with an increase in cutting speed, feed rate, and cutting depth. In the assessment of the increased temperature, the cutting speed was found to be the most important parameter. By controlling the tool cutting temperature, machinability can be boosted.

## 2. ESTIMATION OF CUTTING TEMPERATURE

There are two methods to calculate the cutting temperature:

**1. Analytically** – whether accessible or available, using statistical formulas (equations). This approach is easy, quick, cheap but less reliable and accurate

**2. Experimentally** – this is a more consistent, accurate, and confident approach

### 2.1. Theoretical calculation of Cutting Temperature, $\theta_s$

The main important temperatures are

$\theta_s$  : Average shear zone temperature

$\theta_i$  : Average (and maximum) temperature at the chip-tool interface

$\theta_f$  : Temperature at the work-tool interface (tool flanks)

$\theta_{avg}$ : Average cutting temperature

**(a) Average shear zone temperature,  $\Theta_s$**

The cutting energy per unit time i.e.  $P_z V_c$  gets used to cause primary shear and to overcome friction at the rake face as

$$P_z V_c = P_s V_s + F \cdot V_f$$

Where;

$V_s$  : slip velocity along the shear plane

$V_f$  : average chip – velocity

$$\text{So; } P_s V_s = P_z V_c - F \cdot V_f \quad (1)$$

Equating amount of heat received by the chip per minute from the shear zone and the heat contained by the chip, we get

$$\frac{A \cdot q_1 (P_z V_c - F \cdot V_f)}{J} = C_v a_1 b_1 V_c (\Theta_s - \Theta_a) \quad (2)$$

Where;

A : Fraction of shear energy that is converted into heat = 0.95-1

$q_1$ : Fraction of heat that goes to the chip from the shear zone = 0.7-0.9

J : Mechanical equivalent of heat of the chip / work material

$C_v$  : Volume specific heat of the chip

$\Theta_s$  : Average shear zone temperature

$\Theta_a$  : Ambient temperature

$a_1, b_1$ : Cross sectional area of uncut chip =  $t_{s0}$

Therefore, 
$$\Theta_s = \frac{A \cdot q_1 (P_z V_c - F \cdot V_f)}{J t_{s0}} + \Theta_a \quad (3)$$

$$\Theta_s \approx \frac{A \cdot q_1 (P_z - F/\zeta)}{J t_{s0}}$$

Generally A varies from 0.95 to 1.0 and q from 0.7 to 0.9 in machining like turning.

**(b) Average chip – tool interface temperature,  $\Theta_i$**

Using the two dimensionless parameters,  $Q_1$  and  $Q_2$  and their simple relation (Buckingham),

$$Q_1 = C_1 Q_2^n \quad (4)$$

$$Q_1 = \frac{C_v \Theta_i}{E_c} \quad Q_2 = \frac{V_c C_v a_1}{\lambda}^{0.5}$$

Where;

$C_v$  : Volume specific heat

$\lambda$  : Thermal conductivity

$C_1$  : A constant

$n$  : An index close to 0.25

Amongst all,  $\theta_i$  is the highest and its value is maximum at the middle of the chip-tool contact length.

## 2.1 Experimental methods of measuring cutting temperature

For process analysis or controlling, the temperature of the tool-chip interface should also be calculated. One of the most challenging and complex method of metal cutting is temperature determination. Due to their complexity, in the contact point between the tool and work, a model for temperature calculation is extremely challenging. Due to this challenge, accurate and repeatable temperature assessment continues to be a challenging process. It is very difficult to measure the temperature because heat is very near to the cutting edge in the region. Owing to the lack of adequate experimental proof, a mathematical model cannot be verified. Nevertheless, several attempts were made to measure the temperature in the work of machining [10].

### Thermocouple technique

One of the most detailed ways of temperature testing is the use of thermocouples. Thermocouples are based on the theorem of a thermocouple states that two contact materials have electromotive energy because of the different temperatures of cold and warm junctions. The tool thermocouple has become a popular tool used during cutting operations in temperature records. This approach is extremely effective for illustrating the impact of the cutting speed, feed rate cuts depth, and tool dimensions on the temperature. The chip-tool interface forms the hot connection in the tool-work thermocouple, and the cold connection forms the tool ends. The instrument and work part must be isolated from the machine tool electrically. This method for measuring the temperature of the chip-tool interface during metal cutting is simple to use for the measurement of all contact areas [3,4,10,16]. To convert calculated emf's to interfacial temperatures, a typical K-type thermocouple in the work has been used. The thermocouple for metalwork could also be used for the temperature measurement at the tool cutting point. The thermocouple temperature measurement theory is that when these components, known as the hot and the cold joints, are held at two temperatures, an electromotive force (emf) is created between these two junctures as two separate metals come into contact. The emf is based on the materials and the temperatures of the joints used by the thermocouple. A thermo-electrical emf is generated between the tool and the workpiece in processing applications. The tool temperature was determined with a

thermocouple of the K-type in this sample. The method relies on Seebeck influence. Consequently, the variations in temperature between hot and cold interconnections between two different metals provide a voltage difference between interconnections. The voltage difference is configured to calculate an increase in temperature in the cutting areas. This approach helps link different parameters of cutting (speed, feed, and cutting depth) with temperature change. The benefits of the use of temperature measuring thermocouples are simple, easy to calculate, flexible, and inexpensive. Stephenson forecasts that such a procedure would provide very successful outcomes when inserting tungsten carbide in the one-point workflow. Moreover, Stephenson points out that the rough cutting process at high speeds is unacceptable. The thermocouple of the tool works according to the see-back effect theory which says that if there is a temperature variation between any two junctions, emf develops between them. As the feed rate rises from the uncoated tool temperature, the coated tool increases at high levels [4]. As can be seen in mechanical experiments, the temperature on the tool rake is increased with increasing cutting speed or feed rate. Because of machining advancement, the tool can be equipped with high temperatures. This heat generation can be resisted by the use of a coated tool. The decreased tool temperature increases the tool's strength and the roughness of the work. The experimental data indicates, in comparison with the non-coated instrument, that the covering of the tool increases the tool's durability at the same cutting speed or lifetime. At a higher cutting speed, it can be used faster than a non-coated tool. There were two sets of thermocouples on both sides of the cutting route to measure the temperature distribution in the work based on the progress of the drill in recent decades [10,12,16,23]. To calculate the temperature of a cutting tool during spinning, **Ghodam S. D. et. al.** [4] used a thermocouple tool. The temperature at the cutting point of the tool is a critical parameter for controlling the machining operation. The importance of the temperature measurement knowledge at the cutting point of the knife was correctly identified because of the severe impact on the tools and working parts properties, as a result of the changes in its cutting situation. The heat is produced during the process from three sources: primary, secondary, and tertiary.

### **Natural or dynamic thermocouple**

The calculation of temperature using the natural thermocouple is based on two metals produced by the contact and the voltage difference is proportional to the shift of temperature of the metals in contact. The measurement is based on a natural thermocouple. If all these metals are tool and work-piece, they can be weighed at the boundary surface of the tool and work-piece at medium temperature after calibration. The failures of this process include the insulation of the tool and work from the unit, cools and lubricants, calibration is required for any changes in machining conditions, etc. if the deposits are

done inaccurately etc [1,8]. In this research work, **Trajcevski N. et. al. [8]** performed research on temperature by using high-speed turning. Consequently, the intensity of the temperature in the cutting zone concerning process parameters is critical in the machining process. The natural thermocouple process, where the natural thermocouple consists of the cutting tool and work is the most prevalent among the experimental methods. Natural thermocouple methods can be easily used, but requires an understanding of the natural thermocouple's thermal electro-characteristics which is determined experimentally. The development of new cutting materials, in particular ceramics, provides requirements for the use of considerably higher cutting speeds.

### (i) **Artificial or embedded thermocouple technique**

A special material is inserted in places close to the trim region with previously formed thermocouples. This device can be done at a time at one or more places, boiling or placing a hole on the exterior surface of the device. The precision of the measuring point depends primarily on the distance to the cutting area. The maximum temperature cutting values calculated by the natural thermocouple are up to 600°C. The temperature in the workpiece is about 45 degrees for aluminum boilers, 70 °C to 300 °C for milling, and at most 500 °C when using for artificial thermocouples. With the application of artificial thermo-pieces, cutting temperatures on the cutting plate were up to 900°C in especially boiled holes. Besides, the maximum temperature measurements at boils were given by placing artificial thermocouples at a maximum of 230 C and 650 C for the mill [1]. Work with tools temperature measurement thermocouple has become a common instrument for metal cutting. This approach is very helpful for indicating the effects on the temperature of the cutting speed, feed rate, cutting depth, and tool parameters. Temporary measurement methods involve thermocouples. Based on a physical measurement, each technique has its benefits and disadvantages. Most of the most often used experimental techniques for temperature measurement in machining are thermocouples. Thermocouples are conducting and cost-effective and can be used over a wide variety of temperatures. The thermocouple also does not evaluate a specific temperature, but the heat zone between the tool and the work is influenced by a mean temperature. The estimate of the heat flow in any element of the toolset is determined at the interface. Inverted heat management methodology on the chip-tool interface is used to measure the temperature and heat flow [7]. Various thermocouple techniques are tool-work thermocouple technique, transverse thermocouple technique, and single wire technique and embedded thermocouple technique [19]. The temperature of cutting was determined by **Nedić B. P. and Erić M. D. [1]** with artificial thermocouple technique and the issue of the mechanization by metal was

examined. The machinability was investigated by placing the artificial thermocouple directly below the cutting top of the insert and by screw holes on the face surface. The paper examines the use of the efficient method for calculating temperature in areas around the cutting area to collect the data needed for the study of the machinability of the materials.

### **Direct thermocouple technique**

In a thermocouple two, dissimilar but electrically conductive metals are connected at two junctions. Whenever one of the junctions is heated, the difference in temperature at the hot and cold junctions produces a proportional current which is detected and measured by a millivoltmeter. In machining like turning the tool and the job constitute the two dissimilar metals and the cutting zone functions as the hot junction. Then the average cutting temperature is evaluated from the mV after thorough calibration for establishing the exact relation between mV and the cutting temperature. Direct measurement of temperatures can be made by making a hole in the tool close to the cutting edge and inserting a thermocouple to measure the temperature at a particular position. This can then be repeated with holes in various positions to give an estimate of the temperature distributions. Significant errors may occur where the temperature gradients are steep, as the holes for the thermocouples may cover a considerable range of temperature. Besides, the presence of the holes may distort the heat flow and temperature fields in the tool.

### **(ii) Transverse Thermocouple Technique**

Transverse thermocouples are intended to analyze in three dimensions the tool's extreme, clearance, and rake face distributions within the chip-tool interface. The process is related to the thermo-coupled tool and work, with the exception that as the cutting continues, the touch point between chip and tool varies steadily. The thermoelectric junction is the tool material and a sharp sample of another material. As the sample travels, a constant temperature distribution is recorded relative to a certain edge. A 3D distribution of the temperature is the special product of this process and the position of tool wear can be detected. The procedure has to be set up in a complicated way and cannot be cooled [15]. The method thermocouple protocol is used to measure the median temperature on the interface, but the changes in temperature at different points and ears are not proven for this approach. Arndt and Brown have created a cross thermocouple technique to let the tool know the temperature through a move at various points to solve this problem. For measuring this method, a high-speed steel and carbide sensor is used or vice versa.

### (iii) Tool-Work Thermocouple Technique

This technology is very easy to arrange. Shaw forecasts that during cutting operation the difference in the temperature on the tool-work interface is easily determined. Accurate measurement as a thermocouple pair of tools and work materials is challenging. This approach can identify the rise in temperature at the single-point tool. In the case of tool inserts, the technology is commonly employed. To identify the increase in temperature distribution at different points of the tool, this method will not be employed in a single configuration. Simple and inexpensive but gives only average or maximum value.

### (iv) Single wire thermocouple

The expression "single wire thermocouple" is used to cut a portion of the work throughout the cutting line into two parts. Furthermore, via the work is a thin isolated wire attached. The thin wire is easy to use and signal processing with standard equipment is carried out. A complete setup can be obtained at a low cost and it is easy to meet the standard remote measurement criteria. Multiple repeats and variance research includes short contact cycles and electrical drive problems. Fluid cooling increases inaccuracy and ineffectiveness [15]. Abrupt changes in tool temperature can lead to unnecessary use and shorten the life, in particular during the machining of hard-to-machine materials. In this research, **Optical thermocouple**

#### (a) Calorimetric method

#### (b) Decolorizing agent

#### (c) Thermal Paint Technique

It is used in various tool points for determining temperature and one of the simplest and the cheapest. This method has been used by Schallbroach and Lang, Bickel, and Widmer. Okushima and Shimoda used this approach for calculating the temperature profile in the tool joints. In a given cutting vector, Rossetto and Koch investigated the thermal distribution on the surface of the tool flank and defined the temperature isotherms in different points concerning flank surface area distance in x and y-direction. The information collected by this approach is typically regarded as preliminary and findings from some other approach are suggested to be confirmed. Approximate maximum temperature values are stated to be exposed to cuts and/or tools. Before the experiment, the paint is added to the areas of concern. The recommended practice is a split-cutting tool setup. A split setup is practical to configure the cutting tool



into symmetrical halves. On one hand, the paint is sprayed and the instrument is installed. The technique can be used easily, cost-effective, Efficient for proper distribution of temperature, Regulated environment of heat transfer, Not appropriate for cooling/ lubrication applications, low accuracy, Another very important aspect is that the approach is straightforward and cost-effective. It is appropriate for heat input regulated under dry conditions [15].

#### **(d) Metallographic methods**

A typical feature of its thermal experience is the microstructure of the metal alloy[9]. This theory is used for metallographic methods: the microstructure can be compared with the temperature the sample was subjected to. The experimental sample microstructure is compared and the temperature calculated with reference microstructures. Similarly, the hardness is compared with the reference knowledge using a microhardness test[9]. By recording microstructure and hardness values in a material sample at desired stages, it is possible to monitor isotherms of tempers and to assess the temperature history. The findings are reasonably correct, This approach is suitable for cooling use, This method is ideal for exposure to high temperatures and even for excessive wear., This is not appropriate for many widely used materials, including carbide or ceramic tungsten, For machining research, this approach is very practical, because it can be used when cooling is becoming a vital component of contemporary machining. If this technique is to be well discriminated against, it must be operated at high temperatures which produce unnecessary wear of tools which does not reflect manufacturing conditions. This reduces the technique's effectiveness and appeal.

#### **(e) PVD coatings**

This technique is used to calculate by using a PVD layer, which is placed in an aqueous solution on a split tool. Temperature limits are registered by observed melted coatings as they are surpassed. In this way, a solid body can decide its internal temperature during framing. The coating is made up of different materials with different melting points, deposited physically on the separated surface of the knife for cutting. Although the data are gathered at a time for one powder form, the temperature isotherms are combined to determine the boundary lines of the different samples. During microscopic exams, a clear visual contrast can be made between the melted and the unmelted regions, which enhances repeatability. Because of its quick visual transformation and the regular melting points, it is easy to repeat chemical powder for temperature detection. Each temperature repeat must be seen as a constraint. There is no high-pressure cooling since the powder is isolated from the interface [15].

### **Methods based on radiation**

It is a method to test the temperature of the indoor pyrometer in one location and the surface-indoor thermography in one spot). They are contactless techniques with a range of advantages over the previously described contact strategies. The underlying disadvantage is that chips protect the surface or damage measuring devices. Besides, it is difficult to know which temperature is determined for the exact value of the surface-emission coefficient. Measured scraping temperature ranges from 320oC to 900°C, and frying temperature ranges from 450oC [1]. The electromagnetic radiation induced by the material over absolute zero is thermal. Thermal radiation is the emissivity and temperature of an object. The ratio of body radiation and dark body radiation at the same temperature is defined as the property of the substance ( $T_i$ ). ( $\mu$ ) In addition to absolute thermocouple (for example) measurement in the temperature, emissivity is generally measured by using the thermal radiation equation determined by the object temperature. The exactness of thermal radiation temperature measurements depends directly on emissivity accuracy. To decode instrument-based reading, the temperature and the presence of oxide layers are complex. This puts radiation thermometry in the fields of science instead of industry [10,15].

#### **(f) Infrared Radiation (Ir) Pyrometer Technique**

#### **(h) Optical Infrared Radiation Pyrometer Technique**

#### **(i) Infrared Photographic Method**

This modern and powerful method is based on taking an infra-red photograph of the hot surfaces of the tool, chip, and/or job and gets temperature distribution at those surfaces. Proper calibration is to be done before that. This way the temperature profiles can be recorded on PC. The fringe pattern readily changes with the change in any machining parameter which affects cutting temperature. This modern and powerful method is based on taking an infra-red photograph of the hot surfaces of the tool, chip, and/or job and gets temperature distribution at those surfaces. Proper calibration is to be done before that. The fringe pattern readily changes with the change in any machining parameter which affects cutting temperature. Based on the thermal energy emitted, the surface temperature of the body is measured using the IR technique. The IR technique is used for the use of cameras with films or IR-sensitive chips in temperature measurement data. As the feed rate an increase, chip segment increases and the stress grows consequently the temperature is increased. Through these interactions, it is apparent that in the primary and secondary cutting areas, the highest temperatures in the simulation are achieved. The greatest contributor to volatility in temperature is the work emissivity.

### (j) Photo-cell technique

This unique technique enables accurate measurement of the temperature along the shear zone and tool flank. The electrical resistance of the cell, like PBS cell, changes when it is exposed to any heat radiation. The amount of change in the resistance depends upon the temperature of the heat radiating source and is measured in terms of voltage, which is calibrated with the source temperature. The cell starts receiving radiation through the small hole only when it enters the shear zone where the hole at the upper end faces a hot surface. Receiving radiation and measurement of temperature continues until the hole passes through the entire shear zone and then the tool flank.

### (k) Infra ray detection method

The aforesaid method is feasible but varies w.r.t. accuracy, preciseness, and reliability as well as complexity or difficulties and expensiveness.

Some other techniques are Spectral radiance thermometry, Spectral thermometry with optical fibre, radio thermometry with optical fibre, micro-resistance thermometer, fine powder technique, thermo-chemical powders, **using compound tool, indirectly from hardness and structural transformation.**

## CONCLUSION

- Cutting speeds are closely related to the chip-tool interface temperature. As the cutting speed and pressure increases, the temperature in the cutting area is also increased.
- As the feed rate of the chips increases, stress and cutting temperature also increases.
- Increase the cutting depth and increase the chip thickness leads to increased friction of the chip and tool.
- The highest temperature produced during the machining process was 141.5°C in the cutting tool edge.
- Rapid Cutting Speed at a low depth and medium feed rate at lower temperature increases at the edge of the knife is the optimum conditions to achieve the better surface finish.
- Through conducting proper testing and using the required procedures, the component quality is improved and the life span of the cutting tools can be extended.

**REFERENCES**

- [1] Nedić B. P. & Erić M. D. (2014). Cutting Temperature Measurement and Material Machinability. *Thermal Science*. 18(1). 259-268
- [2] Akhil C. S. et. al. (2016). Measurement of Cutting Temperature during Machining. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*. 13(2). Ver. I. 108-122
- [3] Abhang L. B. & Hameedullah M. (2010). Chip-Tool Interface Temperature Prediction Model for Turning Process. *International Journal of Engineering Science and Technology*. 2(4). 382-393
- [4] Ghodam S. D. et. al. (2014). Temperature Measurement of A Cutting Tool in Turning Process By Using Tool Work Thermocouple. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. 3(4). 831-835
- [5] Goyal A. et. al. (2014). A Study of Experimental Temperature Measuring Techniques used in Metal Cutting. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*. 8(2). 82-93
- [6] Ares E. et. al. (2013). Temperature and Strain Measurement During Chip Formation in Orthogonal Cutting Conditions. A tutorial review: Proc. 5th Manufacturing Engineering Society International Conference.
- [7] Carvalho S. R. et. al. (2006). Temperature Determination at the Chip Tool Interface Using an Inverse Thermal Model Considering the Tool and Tool Holder. *Journals of Materials Processing Technology*. 97- 104
- [8] Trajcevski N. et. al. (2009). Investigation of Temperature During Machining Process by High Speed Turning. A tutorial review: 10th International Scientific Conference on Flexible Technologies. 86-103
- [9] Jung J. W. & Lee C. M. (2009). Cutting Temperature and Laser Beam Temperature Effects on Cutting Tool Deformation in Laser Assisted Machining. Vol. 2. 978-988
- [10] Yifrach Y. & Ben-Hanan U. (2013). Cutting Zone Temperature and Specific Cutting Energy Measurement and Evaluation in Machining Metals. 13th International Conference on Fracture. June 16–21. Beijing, China
- [11] Sutter G et. al. (2003). An experimental technique for the measurement of temperature fields for the orthogonal cutting in high speed machining. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Elsevier. Vol 43. 671-678
- [12] Czan A. et. al. (2017). Identification of Temperatures in Cutting Zone when Dry Machining of Nickel Alloy Inconel 718. *Procedia Manufacturing* 14. 66–75
- [13] Conradie P.J.T. et. al. (2012). Overview of work piece temperature measurement techniques for machining of Ti6Al4V. *S. Afr. J. Ind. Eng.* 23(2). Pretoria
- [14] Longbottom J. M. & Lanham J. D. (2005). Cutting temperature measurement while machining – a review. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*. 77(2). 122–130
- [15] Aydin M. et. al. (2013). Prediction of surface roughness and cutting zone temperature in dry turning processes of AISI304 stainless steel using ANFIS with PSO learning. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol 67. 957–967
- [16] Möhring H. C. et. al. (2018). Temperature calculation in cutting zones. *CIRP Annals*. 67(1). 61-64
- [17] Özbek O. & Saruhan H. (2020). The effect of vibration and cutting zone temperature on surface roughness and tool wear in eco-friendly MQL turning of AISI D2. *Journal of Materials Research and Technology*. 9(3). 2762-2772
- [18] Grzesik W. (2006). Determination of temperature distribution in the cutting zone using hybrid analytical-FEM technique. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. Vol 46. 651–658
- [19] Tamizharasan T. et. al. (2012). Optimisation of cooling fin parameters in turning by using DoE, AGA and SAA based on cutting zone temperature. *Int. J. Machining and Machinability of Materials*. 11(2). 115-136
- [20] Ferri C. et. al. (2014). Internally cooled tools and cutting temperature in contamination-free machining. *Proc IMechE Part C: J Mechanical Engineering Science*. 228(1). 135–145

**DETERMINE THE DIMENSIONAL VARIATION OF DHOKRA CASTING****PhD Scholar Soumyajit ROY****ORCID NO:** <https://orcid.org/0000-0002-2846-5518>

Dept. of Metallurgical and Material Engineering, Jadavpur University, Kolkata-700032, India

**Prof. Dr. Akshay Kumar PRAMANICK**

Dept. of Metallurgical and Material Engineering, Jadavpur University, Kolkata-700032, India

**Prof. Dr. Prasanta Kumar DATTA**

Dept. of Metallurgical and Material Engineering, Jadavpur University, Kolkata-700032, India

**ABSTRACT**

Thin walled Investment casting process is a surface dominated system, i.e., surface-volume ratio is much more than regular cast products. So, it is complicated to produce defect free thin walled investment casting. But a sophisticated Indian ancient tribal casting process named “Dhokra casting” or “Dokra Casting” is a lost wax casting process in Hot Mold to produce intricate and complicated precision casting products. The process is almost 5000 years old. Only few tribes from different parts of India are practicing the process. Despite the products are made by hand, the dimensional accuracy is noticeable. An experiment was designed to measure the frequency distribution of dimensional variation in six-sigma scale, which shows the discrepancy of dimensional accuracy for repetitive production.

**Keywords:** Thin walled Investment casting, Lost wax process, “Dhokra casting” or “Dokra Casting”, Hot Mold, dimensional variation, Six sigma.

**PPS TERMOPLASTİK MALZEMELER İÇİN REZİSTANS KAYNAĞI  
PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ****H. Mehmet SEVER****ORCID NO:** 0000-0001-8082-7400Turkish Aviation and Space Industry, Kahramankazan, Ankara  
Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Aeronautics and Space Sciences, Aerospace  
Engineering Department, Altındağ, Ankara**Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK****ORCID NO:** 0000-0001-9517-7957Turkish Aviation and Space Industry, Kahramankazan, Ankara  
Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Nature Sciences, Mechanical  
Engineering Department, Keçiören, Ankara**Remzi Ecmel ECE****ORCID NO:** 0000-0002-8797-4224

Turkish Aviation and Space Industry, Kahramankazan, Ankara

**Merve ÖZKUTLU DEMİREL****ORCID NO:** 0000-0002-3176-4842

Turkish Aviation and Space Industry, Kahramankazan, Ankara

**ÖZET**

Havacılık endüstrisinde rekabetçi bir ortam olmasından dolayı, pazarın gereksinimlerini karşılayabilmek için sürekli iyileştirme vizyonu ile şirketler kendilerini yenilemektedir. Hava aracının kullanım süresi boyunca hava aracının maliyeti ve işletme maliyetlerini azaltabilmenin bilinen en önemli parametresi ağırlığının azaltılmasıdır. Ağırlık azaltılırken, mekanik özelliklerin korunması ve hatta mümkünse iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla karbon fiber takviyeli termoset kompozit malzemeler, metalik malzemelere göre daha düşük yoğunlukta olmalarından dolayı tercih edilmektedir. Termoset malzemelerin de sınırlı raf ömrü, geri dönüştürülemez, proses maliyetlerinin uzun süreli ve yüksek maliyetli olması gibi dezavantajlarından dolayı, termoplastik kompozit malzemeler üzerine yapılan araştırmalar günümüzde önem kazanmıştır. Termoplastik malzemelerin, hızlı ve nispeten daha ucuz olan üretim yöntemleri, raf ömrünün sınırsız olması, geri dönüştürülebilmesi, termoset malzemeler yerine kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Termoplastik malzemelerin kullanım oranlarının artması ile birlikte üretim yöntemleri ve birleştirme yöntemlerinin önemi de artmakta ve buna paralel olarak bu konular ile ilgili yapılan araştırmalar da artmaktadır. Termoplastik malzemelerin birleştirme yöntemleri arasında, mekanik birleştirme, yapıştırıcı ile birleştirme ve füzyon birleştirme teknikleri öne çıkmaktadır. Klasik yöntemler olan mekanik birleştirme ve yapıştırıcı ile birleştirme yöntemlerinin dezavantajları, füzyon birleştirme teknikleri üzerine yapılan çalışmalara yoğunlaşmaya neden olmuştur. Bu çalışmada; füzyon birleştirme yönteminin bir alt dalı olan rezistans kaynağı prosesi araştırılmış, PPS termoplastik malzemelerin rezistans kaynağı ile birleştirilmesi prosesinin parametreleri ayrı ayrı

incelenerek optimum parametrelerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Rezistans kaynağı parametreleri olarak, basınç, akım değeri, süre değerleri ele alınmış, deney tasarımı yöntemi ile deney sayısı ve numune sayıları belirlenmiştir. Kaynak ile birleştirilen numuneler, mekanik test sonrası kimyasal testlere tabi tutulmuş ve sonuçlar kıyaslanmıştır. Düşük amper değerleri (12 A) ve düşük ısıtma süresinde (30 s) kaynak işleminin başarılı olmadığı gözlemlenmiştir. Termoplastik malzemelerin yeterli ergime sıcaklığına ulaşamamasından dolayı kaynak işlemi gerçekleşmemiştir. Malzemelerin ergime sıcaklığının üzerinde akım uygulanması durumunda ise kaynak ile birleştirme oluşmakta fakat bölgesel erime ve istenmeyen fiber hareketlerinden dolayı mekanik özelliklerde düşüş görülmektedir. Sürenin uzun tutulması da birleşme yüzeylerinde kötüleşen değişikliklere neden olabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** PPS, Termoplastik Kompozit, Füzyon Birleştirme, Rezistans Kaynağı

### INVESTIGATION OF RESISTANCE WELDING PARAMETERS FOR PPS THERMOPLASTIC MATERIAL

#### ABSTRACT

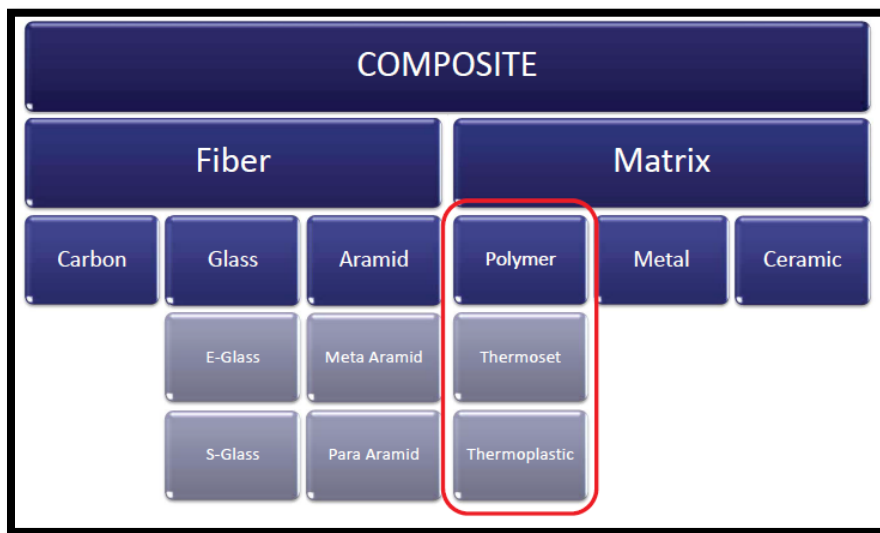
The companies in the aviation industry are renewing themselves with a vision of continuous improvement to meet the market's requirements in terms of competitive pricing. The most important known parameter of reducing aircraft and its operation costs in product life cycle is weight reduction. While reducing the weight, it is aimed to preserve the mechanical properties and, if possible, improve them. For this purpose, carbon fiber reinforced thermoset composite materials have been preferred due to their lower density than metallic materials. Research on thermoplastic composite materials has gained importance due to the disadvantages of thermoset materials such as limited shelf life, non-recyclability, long-term and high process costs. The rapid and relatively cheaper production methods, unlimited shelf life and recyclability properties of thermoplastic materials cause to be widely used instead of thermoset materials. With the increase in the usage of thermoplastic materials, its production methods and joining techniques gain importance as well, consequently these result in increasing the research on these issues. Mechanical fastening, adhesive bonding and fusion bonding techniques stand out among the bonding methods of thermoplastic materials. The disadvantages of classical methods such as mechanical fastening and adhesive bonding methods, cause, increasing the studies on fusion bonding technique. In this study, the resistance welding, which is a sub-branch of the fusion bonding method, was investigated, the resistance welding and the joining process parameters of PPS thermoplastic materials are examined separately and the optimum parameters are aimed to be obtained. Pressure, current value, and time are selected as being the resistance welding parameters, the number of experiments and the number of samples are determined by the experiment design method. Samples

joined by fusion bonding are subjected to chemical tests and compared after mechanical testing. It is observed that at lower current values and short durations, welding operation is not successful. Welding process do not take place due to the insufficient melting temperature of thermoplastic materials. If current is applied above the melting temperature of the materials, welding occurs, but a decrease in mechanical properties is observed due to local melting and unwanted fiber movements. Long periods of time can also cause deteriorating changes in the joint surfaces.

**Keywords:** PPS, Thermoplastic Composites, Fusion Bonding, Resistance Welding

### 1. INTRODUCTION

The most important parameter of reducing aircraft and its operation costs in product lifecycle in the aviation industry is to reduce the weight of the aircraft. Composite materials with low density and superior mechanical properties are used instead of metallic materials for this purpose. Fiber and matrix are the two main components of composite materials. The matrix supports and bonds fibers and keeps them in position. Typical matrices are; polymer / resin, metal and ceramic. The polymer is the fundamental part of the resin; there are two main types; thermoset and thermoplastics. Classification of composite materials is given in Figure 1.1.



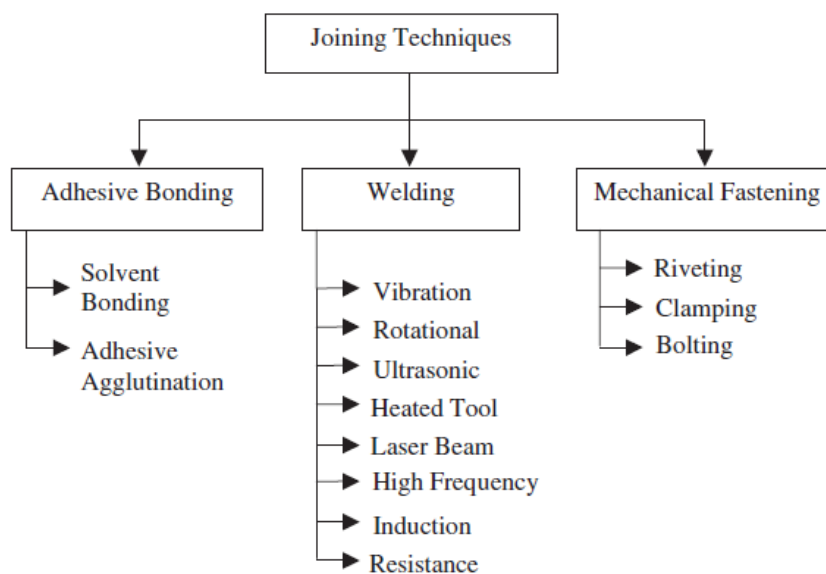
**Figure 1.1** Classification of composite materials

Firstly, thermoset composite materials were preferred instead of metallic materials. Using of the thermoset composites supply significant reduction in the weight, thus in the fuel consumption (Schuster et al., 2018). However, there are some drawbacks of the thermosets such as their long processing times, the un-ability of recycling due to their crosslinking structure, their high thermal conductivity and hardness which is not preferable in the regions that are exposed to vibration and limited-service life. These concerns trigger the industry to the improvement of new types of materials. Thermoplastic



materials may offer several advantages over thermoset materials. Fast processability and formability out of autoclave are the main reasons behind the preference of the thermoplastics instead of thermosets. The production methods for the thermoplastic parts can reduce the process time with respect to the classical autoclave method of thermosets. Another reason is their reparability. In case of a damage, a simple thermal process can retain the properties of the composite. Besides, thermoplastic materials can be re-used via recycling processes after their service life. Another advantage is that thermoplastics can be stored at room temperature without any requirements which enlarge their shelf life (Diaz and Rubio, 2003).

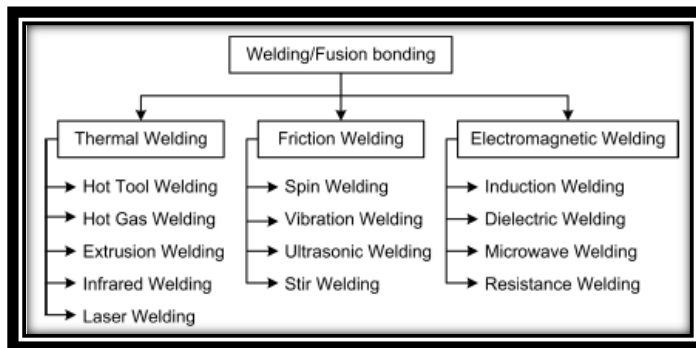
Processing and joining methods of thermoplastic materials becomes crucial due to the overgrowing demand in the aerospace industry. Production of a large thermoplastic composite design is generally constrained by the production methods of thermoplastic materials. Therefore, the simple geometry parts should be joined together. However, these joints are sources of weakness. The search for new technologies on thermoplastic joining methods has gained momentum to increase the mechanical and chemical properties. Mechanical fastening and adhesive bonding are classified as traditional methods for thermoplastic joining. Figure 1.2 shows the joining types of thermoplastic materials.



**Figure 1.2**Joining techniques of thermoplastic composites

Galvanic corrosion, weight increase, stress concentration, delamination, extensive labor are the main disadvantages of mechanical fastening. Adhesive bonding method is another classical technique. Long curing times and extensive surface preparation are the main disadvantages of this technique. Welding (fusion bonding) is the most effective method to compose two parts of thermoplastic components.

By using this technique, the welded joint can approach the mechanical properties of the adherent. Fusion bonding is a well-established joining method that uses the property of thermoplastic matrices to flow when heated above their glass transition temperature ( $T_g$ ) (for amorphous polymers) or the crystalline melting temperature ( $T_m$ ) (for semi-crystalline polymers). Welding methods are generally called by the method to create heat such as, induction welding, ultrasound welding, stir welding and resistance welding (Stavrov and Bersee, 2005). Figure 1.3 shows the classification of fusion bonding types.

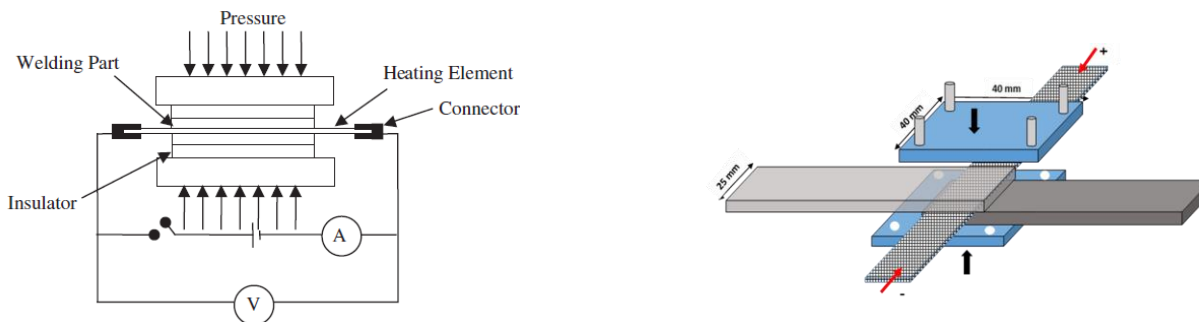


**Figure 1.3** Classification of fusion bonding types

In this study, the resistance welding parameters were studied and optimum process parameters were determined. Process parameters such as, pressure, welding time, and current were considered.

**2. EXPERIMENTS**

For aerospace applications, due to fast processing time and simple tooling, resistance welding has great potential for thermoplastic materials. Welding can be carried out under constant load control. Stainless steel with a mesh size of 61  $\mu\text{m}$  and diameter of 0.04 mm is used as the heating element, Toray-Cetex TC1100 PPS/T300JB Carbon 280 gsm FAW 5HS Woven Fabric Reinforced Laminate PPS thermoplastic specimens welded by resistance welding technique. Figure 2.1 shows the sketch of resistance welding experiment.



**Figure 2.1** Sketch of resistance welding experiment

A stainless steel mesh as heating element is located between two specimens to be welded. Electrical current is applied to heating element from both sides. Interface of thermoplastic materials heats up, molecule diffusion at the interface occurs. During welding process, pressure should be applied over the interface area to promote molecular diffusion. Thermoplastic matrix starts to melt when the temperature rises. After cooling time, resistance welding operation is completed.

$$E = I^2 \times R \times t \tag{1}$$

In this Equation (1), definitions and units given below:

*E* : Energy dissipated from the resistor (Joules)

*I* : Current (Ampere)

*R* : Resistance ( $\Omega$ )

*t* : Time (second)

Specimens welded by lap-shear joint method. Dimensions of specimens were 25.4 mm x 101.2 mm. Welding machine that used for resistance welding was Tig 4300 AC/DC. Design of experiment method was used to determine the number of experiments. Table 2.1 represents the experiments.

**Table 2.1.** Design of experiment values

Exp. #	Current (A)	Pressure (MPa)	Time (s)
1	15.0	0.10	30
2	15.0	0.10	60
3	15.0	0.50	30
4	15.0	0.50	60
5	18.0	0.10	30
6	18.0	0.10	60
7	18.0	0.50	30
8	18.0	0.50	60

### 3. CHARACTERIZATION STUDIES

#### 3.1. Morphology

The morphology of the fracture surfaces of the welded specimens after lap shear test was investigated via scanning electron microscopy (SEM) with QUANTA 400F Field Emission SEM. The samples were cut using cut off and grinding machines, mounted on stubs and sputter-coated with Au/Pd.

#### 3.2. Mechanical Test

Single lap shear test was performed according to ASTM D1002. Before the test, the 25.4 x 25.4 mm<sup>2</sup> plates were cut from the same laminates and stacked to the ends of the lap shear specimens using

Loctite 496 to correct the alignment. The tests were performed at room temperature (and relative humidity of 50%). The apparent lap shear strength (LSS) of the joints was calculated as the maximum load divided by the total overlap area.

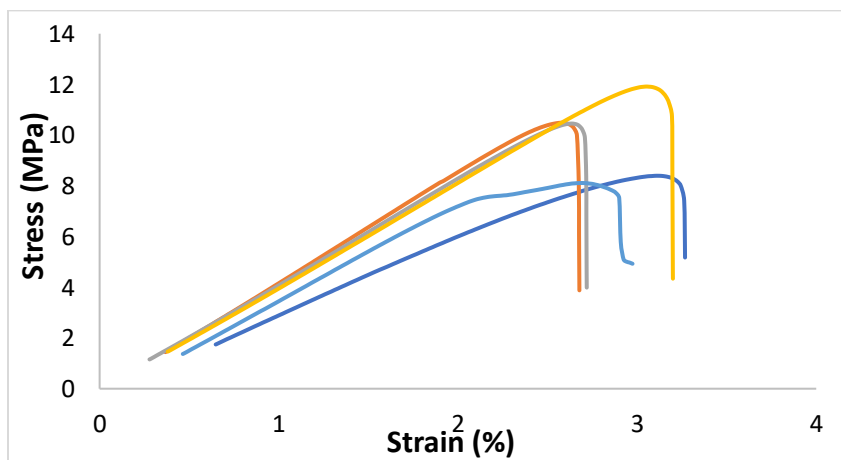
#### 4. RESULTS AND DISCUSSION

Pressure, current values and heating time directly affects the strength of joints. In order to understand the effects of welding parameters on the welding performance, single lap shear tests were performed. In general, higher the shear strength means better joining properties during service. The results of the lap shear strength at the studied experimental conditions are given in Table 4.1.

**Table 4.1.** Results of the lap shear strength

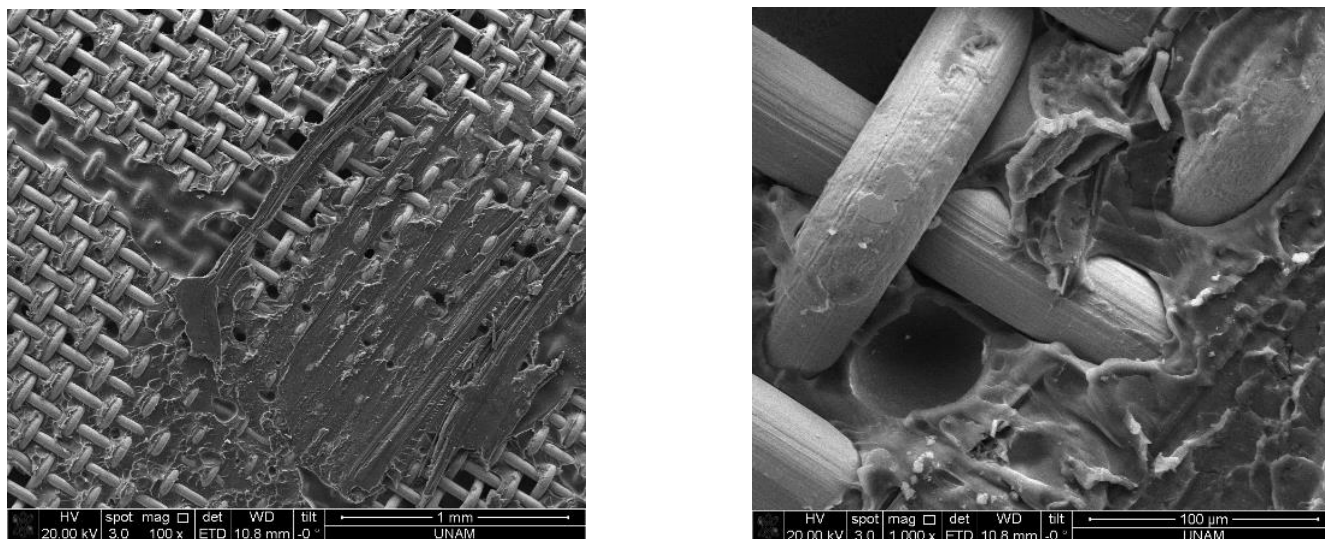
Exp. #	Current (A)	Pressure (MPa)	Time (s)	Lap shear strength
1	15.0	0.10	30	9.78 ± 1.56
2	15.0	0.10	60	15.93 ± 1.12
6	18.0	0.10	60	12.58 ± 2.32

As a prior experiment, experimental conditions of 12 A, 0.1 MPa, and 30 seconds were studied. It was observed that the welded joints deformed without applying any force. At this lowest level of current, the heat generated due to resistance was not sufficient to soften the material which results in insufficient welding performance. However, at higher levels, it produces the required heating and produce good bonding at the interface. The stress strain curve of the lap shear test specimens which were processes at 15 A, 0.1 MPa, and 30 s was given in Figure 4.1.

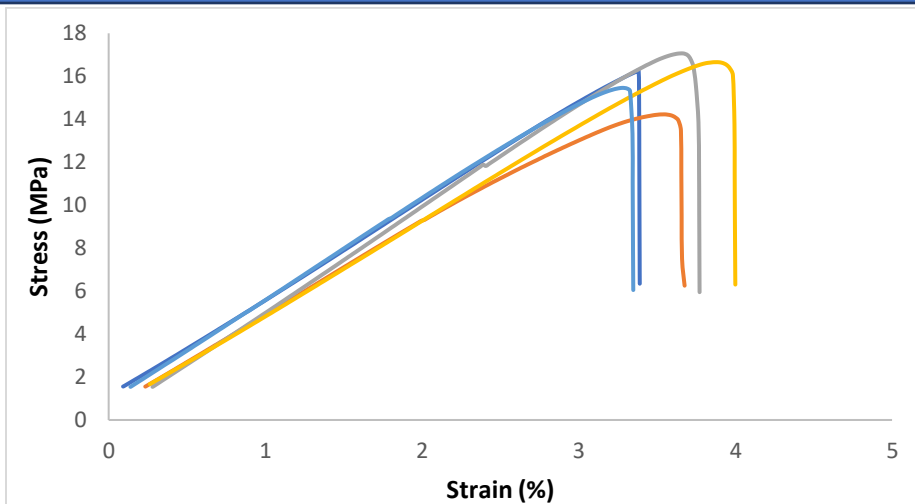


**Figure 4.1** Lap shear test results of the welded specimens which were processed at 15 A, 30 s and 0.1 MPa. The CF/PPS specimens exhibited a linear load-displacement curve up to the maximum load. A brittle fracture follows the maximum load. According to the test results, the average lap shear strength of the specimens was found to be 9.78 MPa. To understand the failure mechanism of these specimens,

morphology analyses were carried out on the fracture surfaces via SEM. Figure 4.2 represents the SEM images of the fracture surface of the single lap joint specimens.

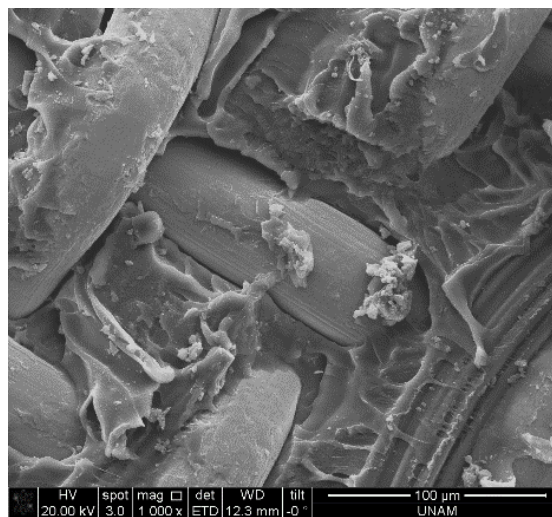
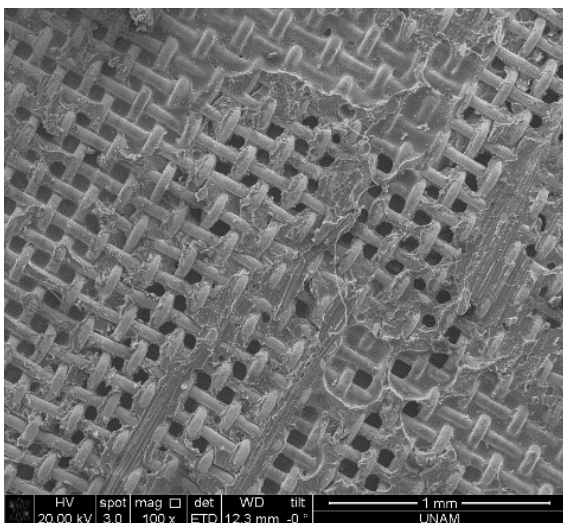


**Figure 4.2** SEM images of the fracture surface of welded specimens which were processed at 15 A, 0.1 MPa, and 30 s. As a result of good integration of stainless steel mesh with composite laminates, the shear strength has been increased. The molten polymer fills the gaps between the metal mesh and composite by providing the welding of two composite parts. On the other hand, no adherence was observed between the wires of the heating element and the PPS polymer, which means that the weld relied on mechanical interlocking rather than interfacial bonding. Due to mesh tearing, dominant failure mode for these specimens was found as interlaminar failure (fiber–matrix debonding). To generate the required amount of heat, current must flow through the connection for the required time cycles. For this purpose, the welding time was increased to 60 s at the same experimental conditions. The stress-strain plots of the single lap shear stress test for the specimens which were processed at 15 A, 0.1 MPa, and 60 s are given in Figure 4.3.



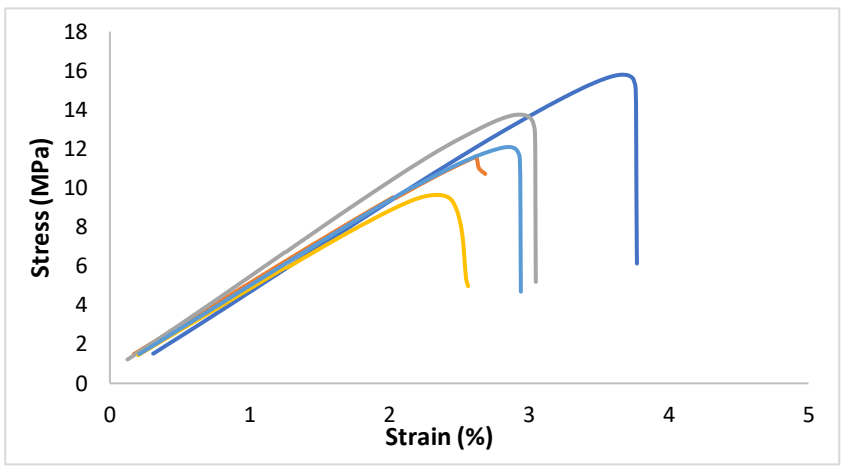
**Figure 4.3** Lap shear test results of the welded specimens which were processed at 15 A, 60 s, and 0.1 MPa

By increasing the welding time, the average single lap shear strength of the specimens was increased from 9.78 to 15.93 MPa. The SEM images of the fracture surface of the specimens are given in Figure 4.4.



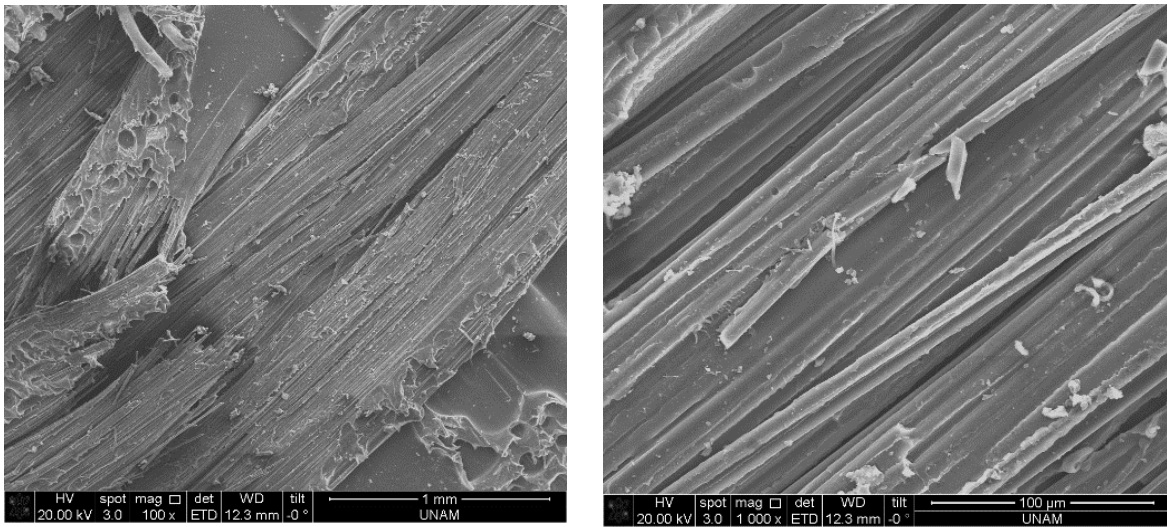
**Figure 4.4** SEM images of the fracture surface of welded specimens which were processed at 15 A, 0.1 MPa, and 60 s.

According to Figure 4.4, this welding conditions provided a better weld quality which led to an overall better mechanical performance than all the other welding conditions. It was observed that integration of stainless steel at the joint interfaces was brilliant. Fiber-matrix debonding was found to be the dominant failure mechanism for joints welded for 60 s. In order to understand the effects of applied current on the welding performance of the CF/PPS laminates, experiments with 18 A, 0.1 MPa, and 60 s were carried out and the stress strain plots of the specimens are given in Figure 4.5.



**Figure 4.5** Lap shear test results of the welded specimens which were processed at 18 A, 60 s, and 0.1 MPa

The average lap shear strength of the test specimens which were processed at 18 A, 0.1 MPa, and 60 s was found to be 12.58 MPa. This value was lower than the average lap shear strength of the test specimens which were processed at 15 A, 0.1 MPa, and 60 s (15.93 MPa). In addition, the trend of the stress-strain curves of this group of the specimens were inconsistent. In order to understand the failure behavior of these specimens SEM analyses were carried out and the corresponding images are given in Figure 4.6.



**Figure 4.6** SEM images of the fracture surface of welded specimens which were processed at 18 A, 0.1 MPa and 60 s

Figure 4.6 represents that the fracture surface of the PPS specimen consists of carbon fibers. This can be due to the decomposition of the PPS matrix and thus the failure arises from the surface of the fibers. At this high level of current, the shear strength tends to decrease due to decomposition of molten material from the interface. For the consolidation of joints, certain level of heat is needed.

At lower level, it produces higher strength joints, whereas strength decreases with the increase in current. Prolonged heating can lead to deteriorating changes at the interface. Overheating of part induce localized melting and undesirable fiber motions. Compressing flow of material causes reducing in strength of materials.

## 5. CONCLUSION

In this research, resistance welding was applied for PPS thermoplastic welding. Process parameters of the resistance welding such as, pressure, welding time, and current were deeply studied. Following conclusion were drawn:

- Optimum current and process time were needed for good welding of specific thermoplastic composite materials.
- Prolonged heating can lead to deteriorating changes at the interface.
- Fiber-matrix debonding was found to be the dominant failure mechanism for the joints.

## REFERENCES

- Ageorges, C., Ye, L., & Hou, M. (2001). Advances in fusion bonding techniques for joining thermoplastic matrix composites: A review. *Composites - Part A: Applied Science and Manufacturing*, 32(6), 839-857.
- Ageorges, Christophe, Ye, L., & Hou, M. (2000a). Experimental investigation of the resistance welding for thermoplastic-matrix composites. Part I: Heating element and heat transfer. *Composites Science and Technology*, 60(7), 1027-1039.
- Ageorges, Christophe, Ye, L., & Hou, M. (2000b). Experimental investigation of the resistance welding of thermoplastic-matrix composites. Part II: Optimum processing window and mechanical performance. *Composites Science and Technology*, 60(8), 1191-1202.
- da Costa, A. P., Botelho, E. C., Costa, M. L., Narita, N. E., & Tarpani, J. R. (2012). A review of welding technologies for thermoplastic composites in aerospace applications. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 4(3), 255-265.
- Diaz J., Rubio L. "Developments to manufacture structural aeronautical parts in carbon fiber reinforced thermoplastic materials" *Journal of Materials Processing Technology* 143-144, 342-346, 2003.
- Dubé, M., Hubert, P., Gallet, J. N. A. H., Stavrov, D., Bersee, H. E. N. E. N. H. E. N., Yousefpour, A., Wang, X., Yan, J., Li, R., Yang, S., Villegas, I. F., Moser, L., Yousefpour, A., Mitschang, P., Bersee, H. E. N. E. N. H. E. N., Hou, M., Friedrich, K., Yamamoto, Y., Hashimoto, M., ... Tarpani, J. R. (2012). Experimental investigation of the resistance welding for thermoplastic-matrix composites. Part I: Heating element and heat transfer. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 3(8), 181-189.
- Dubé, M., Hubert, P., Gallet, J. N. A. H., Stavrov, D., Bersee, H. E. N., & Yousefpour, A. (2012). Metal mesh heating element size effect in resistance welding of thermoplastic composites. *Journal of Composite Materials*, 46(8), 911-919.
- Hou, M., Ye, L., & Mai, Y. W. (1999). An Experimental Study of Resistance Welding of Carbon Fibre Fabric Reinforced Polyetherimide (CF Fabric/PEI) Composite Material. *Applied Composite Materials*, 6(1), 35-49.
- Hou, Meng, & Friedrich, K. (1992). Resistance welding of continuous glass fibre-reinforced polypropylene composites. *Composites Manufacturing*, 3(3), 153-163.



- Panneerselvam, K., Aravindan, S., & Noorul Haq, A. (2012). Study on resistance welding of glass fiber reinforced thermoplastic composites. *Materials and Design*, 41, 453-459.
- Shi, Huajie, Villegas, I. F., Oceau, M. A., Bersee, H. E. N., & Yousefpour, A. (2015). Continuous resistance welding of thermoplastic composites: Modelling of heat generation and heat transfer. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 70, 16-26.
- Stavrov D, Bersee HEN, Beukers A. The influence of the heating element on resistance welding of thermoplastic composite materials Proceedings of ICCM-14 Conference. San Diego, July 2003. ID-1581.
- Talbot, E., Yousefpour, A., Hubert, P., & Hojjati, M. (2005). Thermal behavior during thermoplastic composites resistance welding. *Annual Technical Conference - ANTEC, Conference Proceedings*, 3(514), 221-225.

## THE EFFECT OF DIFFERENT FUEL INJECTION LOCATIONS ON A HYDROGEN-FUELLED SCRAMJET COMBUSTOR FOR INFLOW MACH NUMBER 2.75

**Namrata BORDOLOI**

National Institute of Technology, Silchar 788010, Assam

**Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY**

National Institute of Technology, Silchar 788010, Assam

**Dr. Kushal KUMAR SHARMA**

National Institute of Technology, Silchar 788010, Assam

### ABSTRACT

The development of supersonic combustor ramjets has been the burning topic among the researchers. These air breathing engines uses the atmospheric oxygen to undergo the phenomenon of combustion. Although, a lot of research has already been done addressing most issues in combustor designing. However, the variation of different inlet conditions and alteration of the wall geometries has seen rare in the literature. The objective of the paper is to understand the effect of different injection locations for inflow Mach number 2.75. The study also administers the understanding of the characteristics of the flow field and performance parameters. The computational model taken in the study is validated with an experimental model already addressed in the literature. The wall static pressure distribution for the experimental and the simulations were compared and were in good agreement. The 2D computational model uses the Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS) equation along with Standard K- $\epsilon$  turbulence model. The results of the simulation are carried out using three different fuel injection locations namely Case-I (strut only), Case-II(wall only) and Case-III(strut+wall). The flow field characteristics for all the cases chows clear formation of oblique shock waves. However, for Cases-I and II, the shock waves generation is observed with the initial injection of the fuel but for Case-III, the initial shock waves generation is not identified clearly. Furthermore, the performance parameters are estimated with the combustion and mixing efficiency. The maximum combustion and mixing efficiencies are observed for Case-III and Case-I respectively.

**Keywords:** Computational, Fuel, Injection, K- $\epsilon$ , Performance.

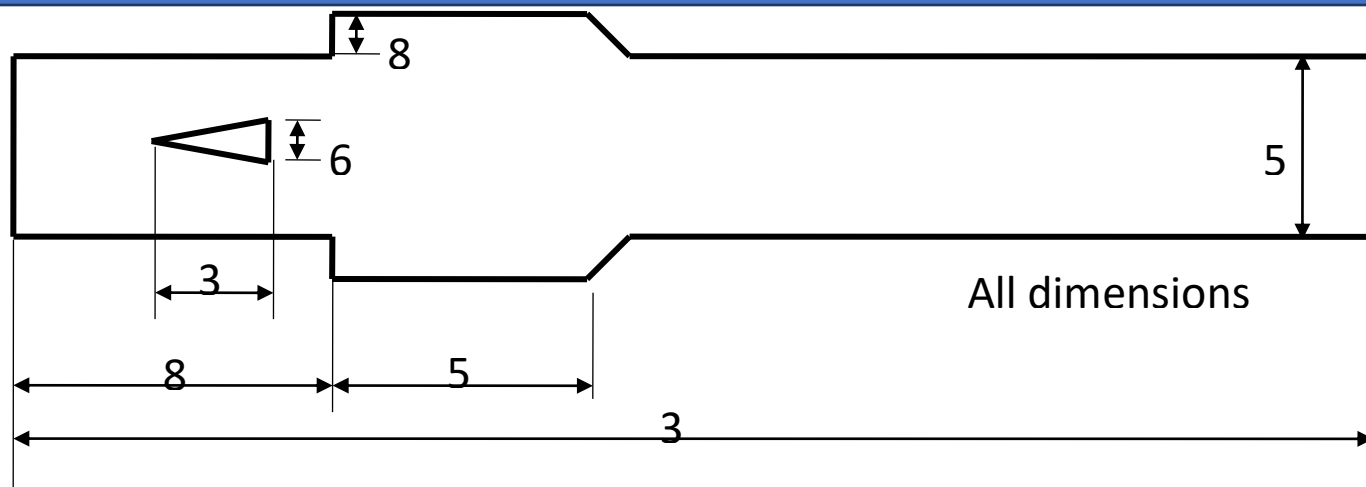
### 1. INTRODUCTION

The hypersonic industry is thriving with the development the Supersonic combustor ramjet (SCRAMJET). The successful testing of X-43 and X-51A has given immense positive attitude for the development of the SCRAMJET technology[1]. This technology created vehicles that provides larger payload unlike other convention system as it do not carry any fuel oxidizers[2]. It uses the atmospheric oxygen undergo the combustion process[3]. Therefore, also known as air breathing engines. These

engines cannot function independently, it requires a carrier to start the ignition process, which is also one of the major drawbacks of the system. The scramjet flights operates at higher velocities, thus within milliseconds the combustion process is completed in the engine. The scramjet applications are majorly seen in military as well as civil applications. Nowadays, renowned space technology organization like NASA, ISRO etc. are taking interest in the development of launch vehicles using scramjet technology. The concept of scramjet was first proposed by Antonio Ferri in 1950[4]. The geometry of the scramjet engines is very simple which consist of an inlet, isolator, fuel injection system, combustion chamber and exhaust nozzle. The area of research selected for the study is the combustion chamber. The flow is hypersonic inside the combustor and the process of combustion is completed within milliseconds. Since less time is available for the fuel to mix with the incoming air, it is often observed inappropriate mixing of air and fuel which affects the combustor performance of the engine[5]. The researchers around the globe are constantly putting efforts in the combustor designing by introducing different turbulent inserts and fuel injection mechanisms with the motive to obtain the desirable results. The section below shows some of the studies from the literature regarding the combustor designing and fuel selection are stated. Shi et al. [6] studied the effects of flame holding mechanism on a kerosene fuelled scramjet combustor to the appropriate L/D ratio in order to get the optimum performance of the system. The study used three different types of flame holder mechanisms. The results showed that the stable flame was obtained for the two tandem cavity flame holder. It was also found that at  $L/D = 9$  for both reacting and non-reacting flow the tandem cavity flame holder shows the maximum performance. Thus the uses of tandem cavities resulted better than single cavity scramjet combustor. Pandey and Roga [7] studied the inlet combustor inlet combustor interaction for Mach 6 in a cavity based scramjet combustor. The results of the study concluded that the a modified shock wave with high heat release was observed for the reacting flow case. Manna et al. [8] computationally modeled 3D scramjet model to understand the influence injection methods on the performance of the combustor. The study used Kerosene as the fuel. The results of the study reveals that the modified strut and fuel injection mechanism yielded better performance. Kummitha[9] modified the standard DLR scramjet combustor by implanting different turbulence inserts in the combustor region. Three different inserts were considered for the study, circular bum in the combustor configuration results in better performance of the system. Huang and Yan[10] studied the cross flow pressure ratio and inlet boundary condition on a strut based scramjet combustor to estimate the ram to scram process. The results of the study reveal that for low Mach number the ramjet mode was visible and as the mach number was increased the model operated at the scramjet mode. Pandey and Sivasakthivel[11] modeled a planer

strut in a scramjet combustor to understand the flame holding mechanism. The study considered two different working conditions namely engine ignition and cold flow. The cold flow working condition resulted in high pressure than the other condition. Pandey and Thangavel[12] investigated the flow field characteristics in a strut based scramjet combustor. To achieve the stated objective different strut injectors such as strut with the circular injector and strut with planer injector were used. The results of the simulations reveal that the planer injector yielded enhance mixing and combustion phenomenon. Incomplete combustion was observed for strut with circular injection hence, the combustor length must be increased for complete combustion to occur. The static pressure was found to increase for both the injector in case reacting flow. This rise in pressure was due to the impingement of reflected shock waves. Additionally, the presence of subsonic regions was observed at the symmetry axis which was responsible for flame holding. Kumaran et al.[13] modeled a kerosene fuelled scramjet combustor to understand the impact of injection schemes in the reacting and non reacting flow. The results of the study concluded that staged injection scheme showed better performance with consuming high amount of fuel for high ER. Gerlinger and Bruggemann [14] used a hydrogen based scramjet combustor to understand the mixing behaviour of the supersonic jets by using different injector geometries. The results of the study shows that there was no considerable impact on mixing efficiency with increase in the mixing layer thickness. Wang et al. [15] studied the combustion characteristics for a cavity based scramjet combustor. The flow variables showed the formation of shear layer which was spreading gradually in the downstream. The results concluded that to sustain the heat release around the cavities the model may operate at cavity stabilized mode.

From the studies stated above shows that the combustor designing is very important for achieving the desired results. The studies also reveal that introducing different inserts such as cavities, strut , ramp etc in the combustor helps in improving the performance the system. The numerically solved problems are generally considered for the investigation of any system as it saves time and provides the desirable results with the appropriate boundary conditions. The paper studies a computationally developed model to estimate the influence of fuel injection location on the characteristics of the flow field and performance parameters. The computational model is also validated with two well established experimental studies.



**Figure 1:** Schematic diagram of the Scramjet combustor

## 2. MODELLING OF THE GEOMETRY AND GRID GENERATION

By using the Ansys Fluent 15.0. environment, a 2-dimensional model of the scramjet combustor is developed. The current model is a modified version of the combustor as described by Yang et al. [16], [17]. The model is a conjunction of the parallel cavities and a wedged shaped strut implemented in the combustor with the motive to achieve enhance performance. The wedge shaped strut design and dimensions are derived from the DLR experiment described by Waidmann et al.[18] The detailed dimensions and design of the combustor is shown figure 1. The air is injected into the combustor at Mach 2.75 and fuel used in the study is hydrogen. The different fuel injection techniques used in the study are discussed in the next sections in details. Moreover, the geometry is symmetrical in nature, to save the computational time, one the upper half of the geometry is modelled. The proper meshing of the model is important for the accurate prediction of the shock waves and interactions. The paper uses the structural meshing for 227896elements.

226

## 3. NUMERICAL MODELING

### 3.1. Numerical modeling

The selection of the appropriate governing equations is very necessary for numerically solved problems. The scramjet combustor is categorized by complex flow variations and addressing these complexities required the engagement of compressible and turbulent flow equations. The paper uses the Reynolds averaged Navier-Stokes equations (RANS)[19][20][21][22] and turbulent flow equations namely turbulent kinetic energy and dissipation rate equations. Furthermore, to discussed the reacting species involvement in the combustion process, species transport equation is considered. The equations are discussed below:

**Continuity equation**

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0, \text{ where } i=1,2,3 \dots \dots \dots (1)$$

**Momentum equation**

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i u_j) = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\tau_{i,j}), \text{ where } i,j=1,2,3 \dots \dots \dots (2)$$

**Energy equation**

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho H) + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_j H) = \frac{\partial}{\partial x_i} (\tau_{ij} u_i - q_i), \text{ where } i,j=1,2,3 \dots \dots \dots (3)$$

Where  $q_i$  = heat flux vector  $q_i$  due to conduction and convection.

**Turbulent Kinetic energy(K)**

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho K) + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_k K) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left[ \left( \frac{\mu_l}{Pr} + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial K}{\partial x_k} \right] + S_K \dots \dots \dots (4)$$

**Turbulent dissipation rate( $\epsilon$ )**

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \epsilon) + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_k \epsilon) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left[ \left( \frac{\mu_l}{Pr} + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_k} \right] + S_\epsilon \dots \dots \dots (5)$$

$$S_K = \tau_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_k} - \rho \epsilon$$

$$S_\epsilon = C_{e1} \tau_{ik} \frac{\partial u_i}{\partial x_k} - C_{e2} \frac{\rho \epsilon^2}{K}$$

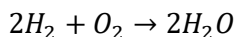
**Species conservation governing equation**

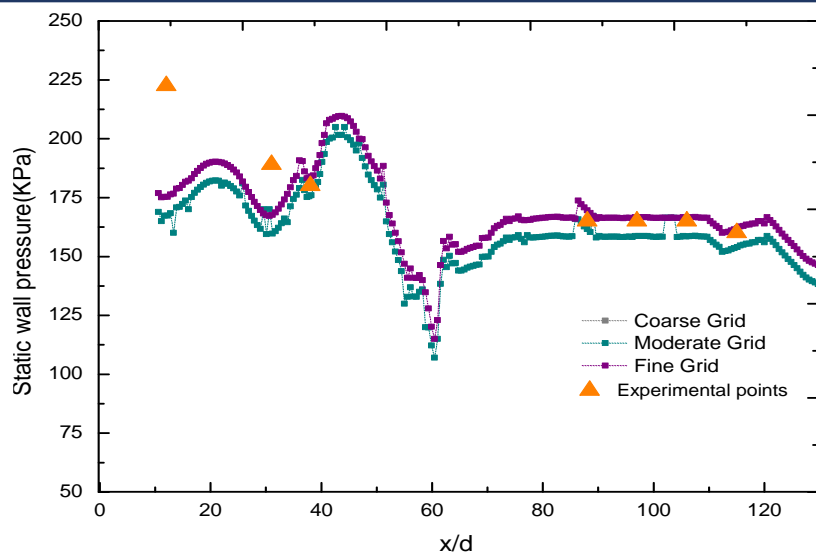
$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho Y_i) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j Y_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j Y_i) + w_i \dots \dots \dots (6)$$

Where  $\rho$  = density;  $u_i$  = velocity components;  $Y_i$  = mass fraction of chemical species and  $w_i$  = chemical source term of species  $i$

**3.2. Combustion modeling**

The paper uses single step kinetic model due to its simplicity and accuracy[23]. Also, the model minimizes the computational time and cost. The species transport equation with eddy dissipation/finite rate reactions is used to address the process of combustion. The combustion reaction involved is shown below:





**Figure 2:** Wall pressure distribution along L/D(Grid Independence Test)

#### 4. VALIDATION AND GRID INDEPENDENCE TEST

The computationally solved problems demands the considerable agreement of the different flow field properties obtained from the simulations with an already available data of an experiment to proceed with the work. The present work considers two experiments which well known in the literature to undergo the validation procedure. The paper shows the comparison wall static pressure distribution along the length of the combustor, cross-velocity profiles and the contours obtained from the simulations with experimental data. All the simulation is carried out the Ansys Fluent 15.0 environment. The wall pressure distribution along the length is done by considered the scramjet combustor as described by Yang et al.[16], [17]. The combustor consists of two parallel cavities, hydrogen fuel is injected from the wall at Mach 1 and air flows at Mach 2.52. The wall pressure distribution is estimated at 6 locations for the experiment as shown in figure.....which shows considered agreement. It can seen from the figure.....that the maximum pressure rose to 180KPa observed near the cavities and for the remaining length the pressure is 170KPa. The pressure rise was observed due the continuous combustion in that area. Additionally, to study the cross stream velocity profiles and contours of pressure and density, the DLR experiment as described by Waidmann et al. and simulation results obtained by Oevermann[24] is considered. The scramjet combustor consist of a triangular strut place at the centrally, hydrogen fuel is injected from the strut at Mach 1. The shadow images and contours obtained from the experiment and simulations are compared simultaneously with the cross stream velocity profiles at x=125mm and 207mm in figure 4 (a), (b) and (c).

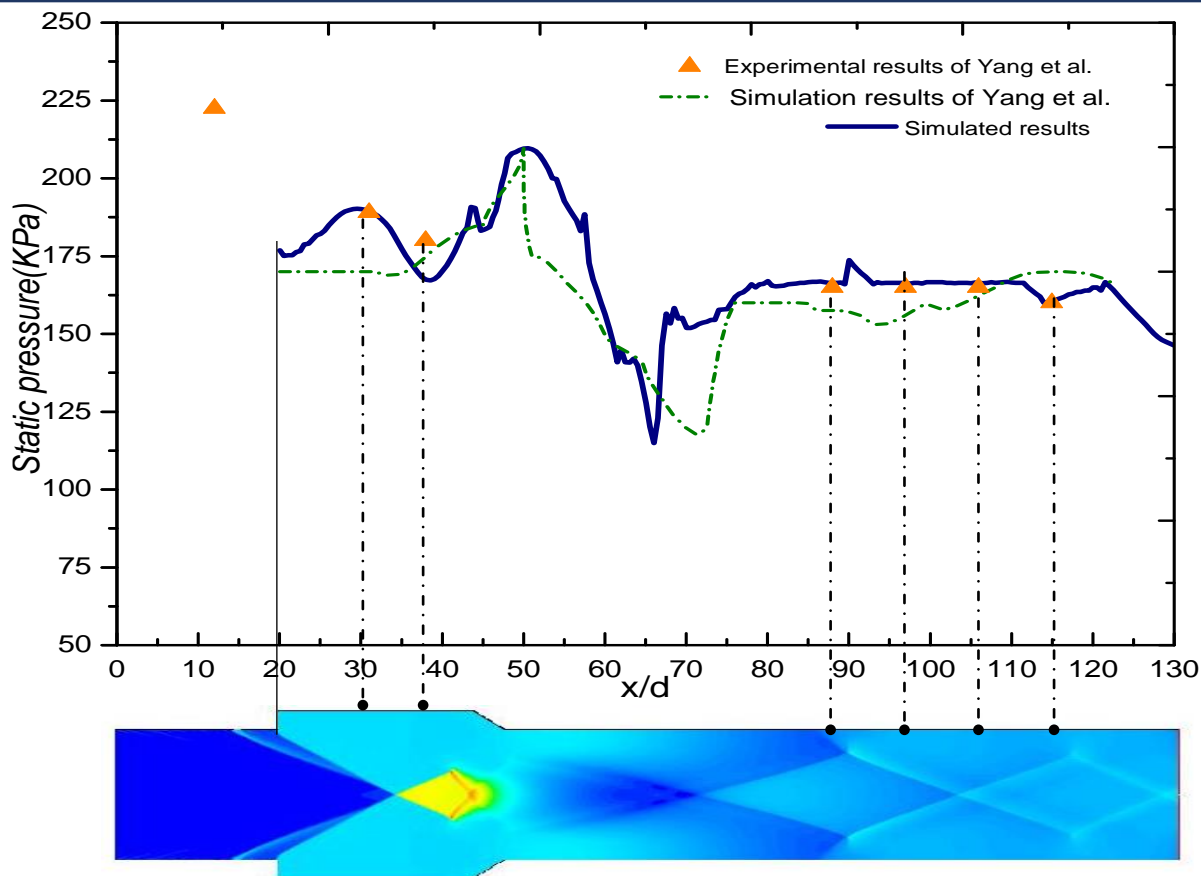
Both the qualitative validation and cross profile validation shows considerable agreement. With this, the current model can be progressed to fulfill the objective of the study.

Another important step in computationally solved problems is the selection of the proper mesh elements and grids. To achieve the same, the study considers different levels of elements and grids. The wall static pressure distribution for all the different levels of elements and grids is shown in figure2 to estimate the suitable mesh elements for the simulations. The study shows three meshes namely fine, moderate and coarse. All the simulation are carried out using K- $\epsilon$  turbulence modeling. All the meshes mostly show the same trend of the pressure variation along the length. However very small changes are observed among the three mesh sizes, the fine mesh size is considered as acceptable for the further simulations.

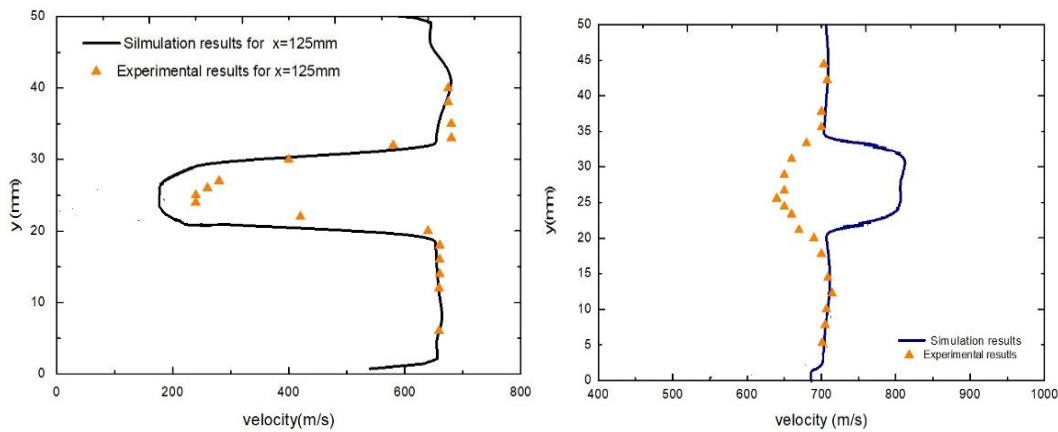
## 5. BOUNDARY CONDITIONS AND ASSUMPTIONS

The boundary condition always plays important role in achieving the desired results in any computationally problem. The paper involves the usage of different boundary conditions to mark the required boundaries for the simulation. The model uses Dirichlet boundary condition for the inflow boundaries and Neumann boundary condition for the outflow boundary. Furthermore, for the walls, no slip boundary with zero heat flux is considered. The detail of the boundary conditions used in the study is shown in Table 1. The air flow enters the combustor at Mach 1 and turns hypersonic after interaction with the fuel, thus all the solutions are initialized using incoming inlet conditions. The Courant Friedrich's Lewy number considered is 0.5 during the simulations [25].

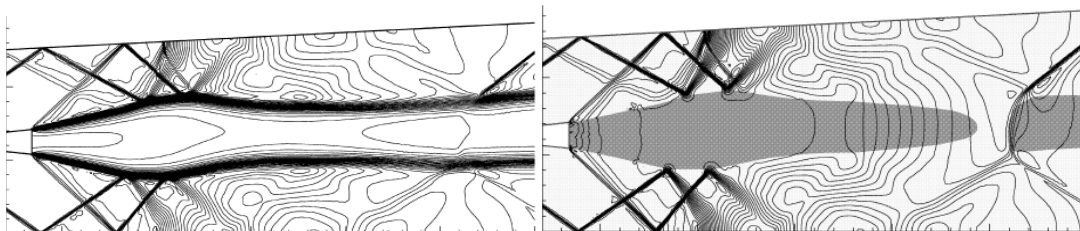




**Figure 3:** Wall static pressure distribution along the length of the combustor with experimental and simulation results

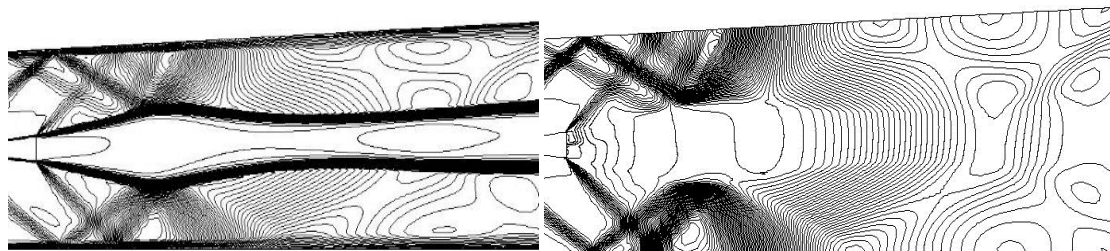


(a)



(b)

(c)



**Figure 4:**(a) Cross stream velocity profiles at location  $x=125\text{mm}$  and  $207\text{mm}$  for Oevermann ; (b) comparison of the shadow images and contours of the density obtained from experiment and simulation; (c) comparison of the shadow images and pressure contours obtained from experiment and simulation

**Assumptions**

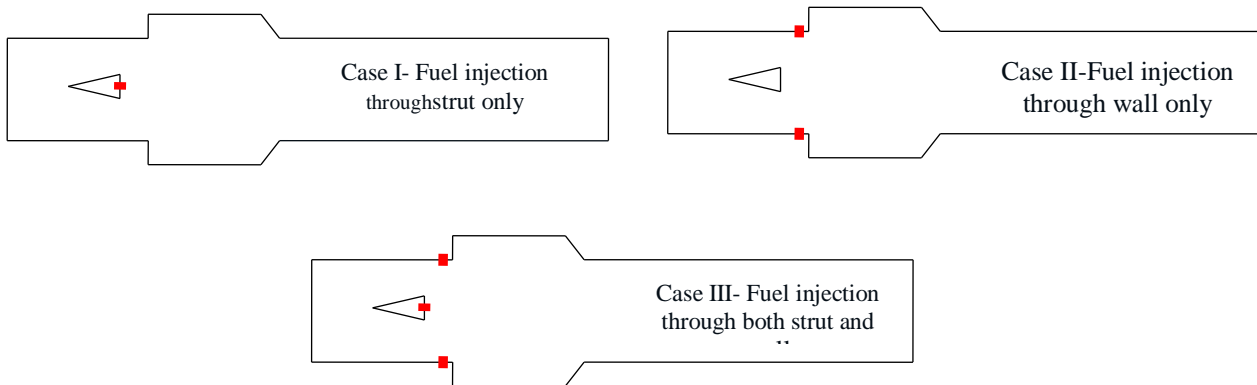
- The flow is steady state compressible flow.
- The gas considered is ideal gas.
- The turbulence model used in the study is K- $\epsilon$  model.

**6. RESULTS AND DISCUSSION**

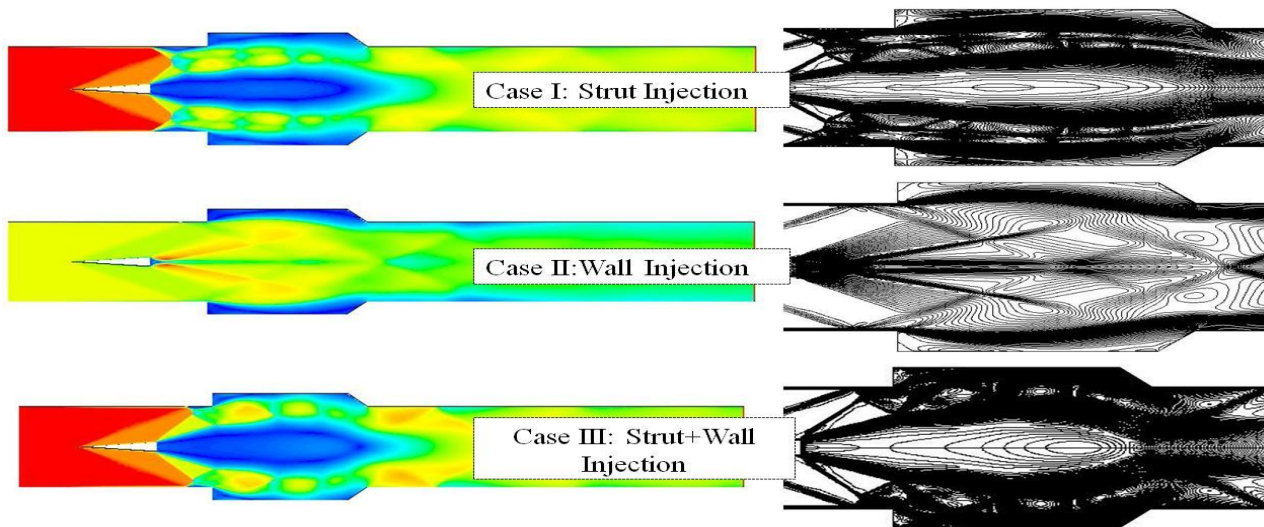
The computationally modeled scramjet combustor is analyzed by using different fuel injection locations to understand the influence on the flow field characteristics and performance parameters for a constant inflow Mach number 2.75. The injection locations used in the study are namely injection through strut(case I), injection through wall(Case II) and injection through Strut+wall(Case III). The fuel jet is injected through the strut through a hole of diameter 2mm and the fuel jet injected from the wall through a hole of diameter 2mm. For better understanding of the cases schematic diagram of the scramjet combustor is shown in figure5.

**Table 1:** Boundary Conditions

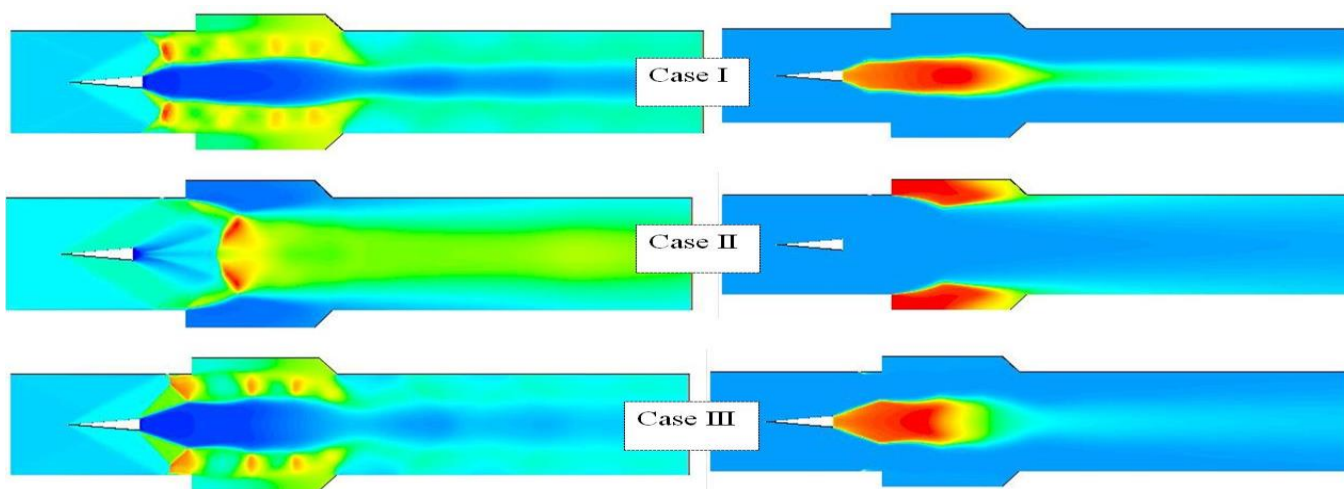
Sl no.	Quantities	Units	Air	Fuel
1.	Mach number	M	2.25	1
2.	Static Pressure	$P_o$ (Pa)	100000	100000
3.	Static temperature	$T_o$ (K)	340	250
4.	Turbulent dissipation rate	$\epsilon$ ( $\text{m}^2/\text{s}^3$ )	10	2400
5.	Turbulent Kinetic rate	$k$ ( $\text{m}^2/\text{s}^2$ )	650	1e8
6.	Oxygen mass fraction	$Y_{O_2}$	0.232	0
7.	Water mass fraction	$Y_{H_2O}$	0.032	0
8.	Nitrogen mass fraction	$Y_{N_2}$	0.736	0
9.	Hydrogen mass fraction	$Y_{H_2}$	0	1



**Figure 5:** Schematic diagram of the scramjet combustor showing all the cases



**Figure 6:** Mach number contours for M-2.75



**Figure 7:** Density contours(left) and H<sub>2</sub>O concentration contours(right) for M-2.75

### 6.1. Impact of injection location on flow-field parameters

The study introduces three different fuel injection locations to understand the influence of the injection location on the flow field parameters. The results are analyzed on the basis of the contours of Mach number, density and H<sub>2</sub>O concentration. The number Mach contours are studied to understand the influence on the flow field for all the cases as shown in figure 6. The contours show the behaviour of the flow which is initially constant at a specific Mach number before encountering the hydrogen fuel. For cases I and III, eddies and vortices formations and reflected shock waves are not clearly at M-2.75. Unlike case II, which indicate the generation of shock waves more clearly after the initial injection of the fuel which are reflected by the upper combustor walls. In all the cases the presence of subsonic regions near the cavities are also observed. The flow tends to accelerate towards the centerline of the combustor for cases I and III. The behaviour of both the cases appears to almost similar in nature. However, the presence of the cavities helps in sustaining the flame for a longer duration.

The density contours help in identifying the formation of shock waves and help in estimating the amount of the mixing of fuel and air in the combustor. For all the cases, the density contours for Mach number 2.75 indicated that the angle between the bow shock formed after fuel injection and the trailing edge of the cavities is observed to decrease for case II as compared to the I and III as shown in figure 7. For cases I and III, the generation of small high pressure regions near the recirculation region is observed. These high pressure regions cause the occurrence of eddies and vortices which enhance the mixing. However, only one such high pressure region is seen in case I which led to the process of combustion. The contours of H<sub>2</sub>O mole fraction concentration show that the maximum H<sub>2</sub> penetration is seen at the middle of the combustor. It is observed that the flow gains acceleration from the trailing end of the strut for cases I and III. The maximum H<sub>2</sub> penetration into the air stream was observed for Case I on comparing with the other two cases.

### 6.2. Performance Analysis

The performance analysis is the overall estimation of the system without which it becomes difficult to understand how efficient is the considered system. The performance parameters are discussed below:

#### Combustion efficiency

For the determination of occurrence of combustion phenomenon, the combustion efficiency is considered. The combustion efficiency equation is given below as described by Gerlinger et al.

$$\eta_c(x) = \frac{\dot{m}_{H_2, jet} - \int A(x) \rho Y_{H_2} U dA}{\dot{m}_{H_2, jet}} = 1 - \frac{\int A(x) \rho Y_{H_2} U dA}{\dot{m}_{H_2, jet}} = 1 - \frac{\dot{m}_{H_2, x}}{\dot{m}_{H_2, jet}}$$

Where  $\eta_c(x)$  is the combustion efficiency,  $\dot{m}_{H_2, x}$  is the mass flow of hydrogen fuel at selected cross-section,  $\dot{m}_{H_2, jet}$  is the mass flow rate of injected hydrogen fuel,  $A(x)$  is the cross-sectional area at different locations  $x$ ,  $U, Y_{H_2}, \rho$  are velocity, mass fraction of hydrogen, density respectively. Table 2 represents the combustion efficiency obtained from all the cases. All the

**Table 2:** Mixing and Combustion efficiency for M-2.75

Sl no.	Mach no.	Case	Combustion efficiency	Mixing efficiency
1.	2.75	Case I	86.75%	98%
2.		Case II	85.32%	95.82%
3.		Case III	88.04%	97.81%

cases showed significant combustion efficiency; however, the maximum combustion efficiency was 88.04% for case III.

**Mixing efficiency**

The proper mixing of the species in the reaction is very essential for achieving the required heat release. The equation is stated below as described by Burle et al.

$$\eta_{mix} = \frac{\int_A \alpha \rho u Y_{H_2} dA}{\int_A \rho u Y_{H_2} dA} = \frac{\int_A \alpha \rho u Y_{H_2} dA}{\dot{m}_{H_2, x}}; \alpha = \begin{cases} \frac{1}{\phi} & \phi \geq 1 \\ 1 & \phi < 1 \end{cases}$$

Where  $\phi$  is the equivalence ratio, the study used  $\phi = 1$  estimating the mixing efficiency. The Table ...represents the mixing efficiency for M-2.75 for all the cases. The maximum mixing efficiency is observed for case I which is 98%. The simulation did not resulted in 100% mixing.

**7. CONCLUSION**

The study focuses on investigating the influence of injection locations on the flow field variables and performance parameters at M-2.75. The simulations used compressible RANS and K- $\epsilon$  turbulence governing equations for estimating the results. The Mach number, density, H<sub>2</sub>O concentration contours and performance parameters are considered for analyzing the results. The important findings of the study are discussed as below:

- The meshing operation of the model used structural meshing with 227896 elements. For the validation two well established experimental studies is considered. The simulation results is on good agreement with the experimental results.
- To understand the effect of different injection locations on the flow parameters three cases are considered for a constant inflow mach number 2.25. The cases I and III behaves almost in the same manner, in this case it did not show the clear formation of eddies and vortices. However, case II shows the formation of shock waves is visible very clearly .
- For cases I and III, the generation of small high pressure regions near the recirculation region is observed. These high pressure region causes leads to occurrence of eddies and vortices which enhances the mixing. However, only one such high pressure region seen in case I which led to the process of combustion.
- The maximum H<sub>2</sub> penetration into the air stream was observed for Case I on comparing with the other two cases.
- On studying the performance parameters for all the cases, the maximum combustion efficiency was observed for case III(88.04%) and maximum mixing efficiency was observed for case I(98%).

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express respect and acknowledgment to the Mechanical Engineering Department of National Institute of Technology, Silchar and TEQIP-III for providing the Computational Laboratory to carry out the simulation work.

## REFERNECES

- [1] J. Tishkoff, J. Drummond, T. Edwards, and A. Nejad, "Future directions of supersonic combustion research - Air Force/NASA workshop on supersonic combustion," 2013, doi: 10.2514/6.1997-1017.
- [2] E. T. Curran, "Scramjet Engines: The First Forty Years," *J. Propuls. Power*, vol. 17, no. 6, pp. 1138–1148, 2001, doi: 10.2514/2.5875.
- [3] A. M. Bonanos, C. P. Goynes, R. W. Barnwell, and J. J. Wang, "Scramjet Operability Range Studies of an Integrated Hydrogen and Hydrocarbon Fuels," 2005.
- [4] A. FERRI, "Review of scramjet propulsion technology.," *J. Aircr.*, vol. 5, no. 1, pp. 3–10, 1968, doi: 10.2514/3.43899.
- [5] B. J. Matkowsky and D. O. Olagunju, "Pulsations in a Burner-Stabilized Premixed Plane Flame," *SIAM J. Appl. Math.*, vol. 40, no. 3, pp. 551–562, Jun. 1981, doi: 10.1137/0140046.
- [6] D. Shi, W. Song, Y. Wang, and Y. Wang, "Effects of Cavity Configurations on Flamehoding and Performances of Kerosene Fueled Scramjet Combustor," 2016, doi: 10.1515/tjj-2015-0058.
- [7] K. M. Pandey and S. Roga, "CFD Analysis of Hypersonic Combustion of H<sub>2</sub> -Fueled Scramjet Combustor with Cavity Based Fuel Injector at Flight Mach 6," vol. 656, pp. 53–63, 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.656.53.
- [8] P. Manna, M. Dharavath, P. K. Sinha, and D. Chakraborty, "Optimization of a flight-worthy scramjet combustor through CFD," *Aerosp. Sci. Technol.*, vol. 27, no. 1, pp. 138–146, Jun. 2013, doi: 10.1016/j.ast.2012.07.005.
- [9] O. R. Kummitha, "Numerical analysis of hydrogen fuel scramjet combustor with turbulence development inserts and with different turbulence models," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 42, no. 9, pp. 6360–6368, 2017, doi: 10.1016/j.ijhydene.2016.10.137.

- [10] W. Huang and L. Yan, "Numerical investigation on the ram-scrum transition mechanism in a strut-based dual-mode scramjet combustor," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 41, no. 8, pp. 4799–4807, 2016, doi: 10.1016/j.ijhydene.2016.01.062.
- [11] K. M. Pandey and T. Sivasakthivel, "CFD Analysis of Mixing and Combustion of a Hydrogen Fueled Scramjet Combustor with a Strut Injector by Using Fluent Software," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 5, pp. 466–453, 2014, doi: 10.7763/ijet.2011.v3.268.
- [12] S.Thangavel and K..M.Pandey;, "CFD Analysis of Scramjet Combustor Using Strut with Circular and Planer Injector," 2017, [Online]. Available: <http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/pdfaccess.ashx?url=/data/conferences/imece2011/70843>.
- [13] K. Kumaran, P. R. Behera, and V. Babu, "Numerical Investigation of the Supersonic Combustion of Kerosene in a Strut-Based Combustor," *J. Propuls. Power*, vol. 26, no. 5, pp. 1084–1091, 2010, doi: 10.2514/1.46965.
- [14] P. Gerlinger and Br"uggemann, "Numerical Investigation of Hydrogen Strut Injections into Supersonic Airflows," *J. Propuls. Power*, vol. 16, no. 1, pp. 22–28, 2008, doi: 10.2514/2.5559.
- [15] H. Wang, Z. Wang, M. Sun, and N. Qin, "Combustion characteristics in a supersonic combustor with hydrogen injection upstream of cavity flameholder," *Proc. Combust. Inst.*, vol. 34, no. 2, pp. 2073–2082, 2013, doi: 10.1016/j.proci.2012.06.049.
- [16] H. Wang, Z. Wang, M. Sun, and N. Qin, "Experimental and numerical investigation of cavity-based supersonic flow and combustion," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part G J. Aerosp. Eng.*, vol. 228, no. 5, pp. 781–798, 2014, doi: 10.1177/0954410013480300.
- [17] H. Wang, Z. Wang, M. Sun, and N. Qin, "Large eddy simulation of a hydrogen-fueled scramjet combustor with dual cavity," *Acta Astronaut.*, vol. 108, pp. 119–128, 2015, doi: 10.1016/j.actaastro.2014.12.008.
- [18] M. W. Waidmann; F. Alff; U.Brummund; M. Bohm; W. Clauss, Oschwald, "Experimental Investigation of the Combustion Process in a Supersonic Combustion Ramjet ( SCRAMJET )," 2015.
- [19] W. Huang *et al.*, "Numerical investigation on the shock wave transition in a three-dimensional scramjet isolator," *Acta Astronaut.*, vol. 68, no. 11–12, pp. 1669–1675, 2011, doi: 10.1016/j.actaastro.2010.12.011.
- [20] B. E. Launder and D. B. Spalding, "The numerical computation of turbulent flows," *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 269–289, Mar. 1974, doi: 10.1016/0045-7825(74)90029-2.
- [21] W. . Jones and B. . Launder, "The prediction of laminarization with a two-equation model of turbulence," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 15, no. 2, pp. 301–314, Feb. 1972, doi: 10.1016/0017-9310(72)90076-2.
- [22] W. Huang *et al.*, "A parametric study on the aerodynamic characteristics of a hypersonic waverider vehicle," *Acta Astronaut.*, vol. 69, no. 3–4, pp. 135–140, 2011, doi: 10.1016/j.actaastro.2011.02.016.
- [23] C. L. Jiyuan Tu, Guan Heng Yeoh, *Computational Fluid Dynamics: A Practical Approach*. .
- [24] M. Oevermann, "Numerical investigation of turbulent hydrogen combustion in a SCRAMJET using flamelet modeling," *Aerosp. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 7, pp. 463–480, 2000, doi: 10.1016/S1270-9638(00)01070-1.
- [25] E. Erdem and K. Kontis, "Numerical and experimental investigation of transverse injection flows," *Shock Waves*, vol. 20, no. 2, pp. 103–118, 2010, doi: 10.1007/s00193-010-0247-1.

**IMPACT ON FLOWFIELD CHARACTERISTICS AND PERFORMANCE  
PARAMETERS FOR DIFFERENT FUEL INJECTION LOCATIONS OF A  
SCRAMJET COMBUSTOR****Namrata BORDOLOI**

National Institute of Technology, Silchar 788010, Assam

**Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY**

National Institute of Technology, Silchar 788010, Assam

**Dr. Kushal KUMAR SHARMA**

National Institute of Technology, Silchar 788010, Assam

**ABSTRACT**

Today, the supersonic combustion ramjets are one of the most promising technology that has been continuously grabbing the attention of researchers. One of the challenges of Scramjet engines is to find the appropriate combustor design and fuel injection location for optimum performance. Most studies in the literature hover addressing the effect of different fuels and combustor design. The paper shows the usage of a cavity-based hydrogen-fuelled scramjet combustor along with the presence of a wedged-shaped strut. The objective of the study is to understand the effects of different fuel injection locations on the flow field characteristics of the scramjet combustor. The present work is a 2D computational work achieved by using Ansys Fluent 15.0. The work is validated with already available experimental work. The results of the study are in accord with the experimental work. The results were drawn from the comparison study between the three injection locations namely fuel injection from strut only(Case-I), wall only(Case-II) and strut +wall(Case-III). It can be estimated from the study that the maximum combustion performance was observed for case-III as compared to the other two. It can be concluded that the combustor performance of the considered scramjet combustor is greatly influenced by the fuel injection location.

**Keywords:** Cavity, Combustor, Fuel injection, Performance, Scramjet

**1. INTRODUCTION**

In the recent years the history of aviation has been expanding from the growth of successful turbojets to ramjet and then to scramjets. The supersonic combustor ramjets (SCRAMJET) are the kind of engines without any moving parts. This engine does not carry any oxidizers and uses the oxygen present in the atmosphere to carry out the combustion process[1]. Hence, also known as air breathing engines. With the successful testing of the X51A by the NASA has somewhat paved the way of scramjet research into the hypersonic industry[2]. The first proposal to the concept of scramjet engines was given by Antonio Ferri in the year 1950[3]. From then the scramjet engines has become one promising candidate in launch vehicles and missiles. The scramjet engines operate at atmospheric speeds and thus the combustion process is completed in milliseconds. Due to which inappropriate mixing of fuel and air



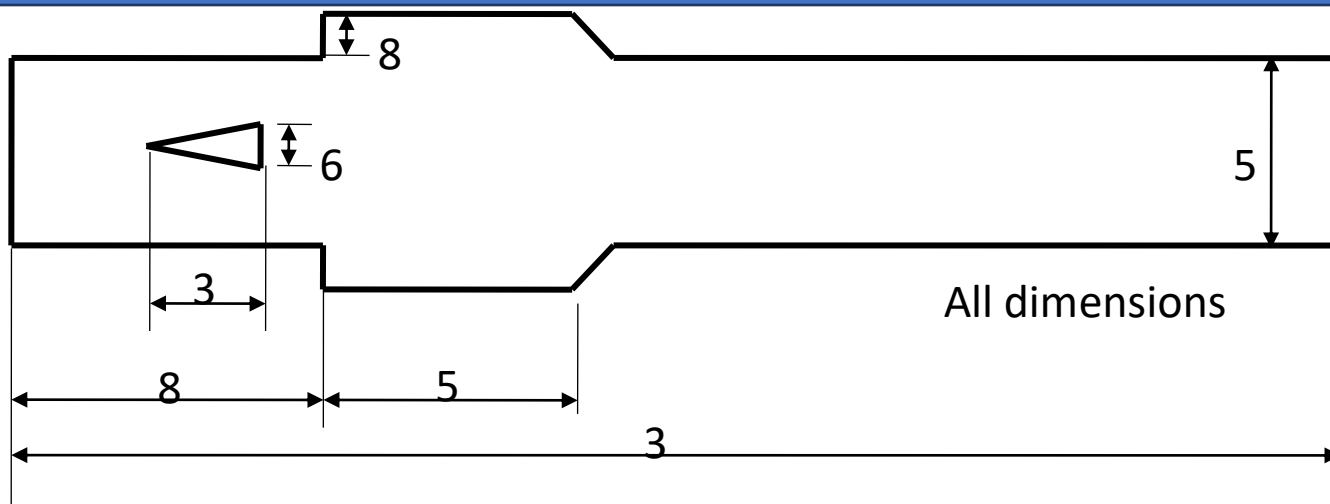
which is one of the drawbacks of the engines[4]. To overcome this challenge, researchers has been making efforts in the combustor designing by implementing different auxiliary elements such as fuel injection systems and flame holders. Some of the studies are stated in the next section that showing the importance of the combustor designing in the scramjet engine developments. Liu et al. [5] studied a scramjet combustor for Mach 4.5 to investigated the combustion phenomenon and flow characteristics. The formation of recirculation zone and shear layer formation was observed due to introduction of cavity in the combustor. The introduction of cavities in the combustor boosts the combustion phenomenon and also acts as flame holders which helps in sustaining the flame for a long time interval. Pandey and Sivasakthivel[6] investigated the flame holding mechanics mod a planer strut in 2D mode. The RANS governing equation along with the K-epsilon turbulence model was used to address the turbulence. The study proceeded with a strut flame holder under two working conditions such as cold flow and engine ignition. The results of the study indicate that the pressure distribution under the engine ignition cold flow condition indicated higher pressure variation than the other case. The rise in pressure at the top wall was due to the presence of expansion waves on the walls. Also, there was an interaction of shock waves was also observed. Pandey and Roga[7] studied the turbulent combustion modeling for scramjet combustor with a ramp injector. The generation of the shock waves was more quite clearly with the fuel injection. The contours obtained from the simulations reveal that the maximum temperature was observed at the recirculation region which was a result of the shock waves interaction. The highest temperature observed was 2096K that occurred in the combustion zone. Ye et al. [8] investigated the mode conversion technique by using hydrogen as pilot fuel. Kerosene fuel requires a pilot fuel to start the ignition process. The results were carried out by varying the equivalent ratios. It was observed that the for higher values equivalent ratios, the fuel acquires the subsonic stage and burning stage and undergo the combustion process. When the combustion moved downstream, the subsonic appears to almost disappear. It was concluded that for high equivalent ratios transition modes tends to appears. Pandey and Nath [9] introduced two different fuel injectors to understand the flame holding mechanism. The alternating wedge injection shows improved mixing performance and minimized pressure loss. Moorthy et al. [10] studied the impact of fuel injection location on a ramped cavity based scramjet combustor. The results estimated the occurrence of expansion at the stepped cavity, however due to the height of the walls incomplete combustion occurred. The formation of the recirculation zone is also observed at the stepped cavity. Hence the cavities act as flame holders in the combustor. Micka and Driscoll[11] experimeted a cavity based scramjet combustor in inlet mach 2.2 to undersatnd the impact on the combustor. On studying the results viewed the generation of two

combustion stabilization locations at Ramjet mode. However, the cavity stabilized mode was induced by the scramjet mode. Choubey et al. [12] computationally modelled a multi-strut injection-based scramjet combustor to understand its effect on the overall performance of the combustor. The simulation was initiated for a Mach of 2.5 injected through a three strut combustor model. The model used in the study is a modification of the DLR experiment described by Oevermann [13]. The simulated results indicated that including three struts instead of one resulted in better combustion performance. The three strut model increases the possibility of more fuel injection into the combustor thereby improving the combustor performance. The study also reveals that the maximum temperature of 2950K was observed in the recirculation regions with a combustion efficiency of around 93%. Milligan et al. [14] studied two different scramjet combustor configurations fuelled with ethylene. Out of both the configurations back stepped configuration used more amount of fuel and small recirculation zone formation as compared to the tapered one. Thus the performance variables are affected greatly by combustor design. Another study by Zhong et al. [15] also used a ethylene fuel scramjet combustor to study the variables affected by combustion for inlet mach number 3.46. It was concluded from the study that by addition of parallel cavities in the combustor not only enhances the performance of the combustor, also helps in achieving stable flame. Kummitha [16] studied the effect of different passive injection technique on the performance of the scramjet combustor. The parabola cavities implemented in the combustor acts as flame holder, additional bow shock generations were also involved. However, the zigzag wall showed the better combustion performance as compared with the other one. Another study by Kummitha et al. [17] modeled a modified DLR scramjet combustor by implementing two strut instead of one in the combustor. The two strut model showing maximum temperature rise and combustion efficiency. Kummitha et al. [18] again modeled a wavy wall strut injector scramjet combustor which was also a modified version of the basic DLR experiment. The results the wavy wall strut were compared with the basic model. The wavy wall strut model shows improvement in the performance of the combustor. Pandey and Roga [19] studied a cavity based scramjet combustor for high inlet Mach number 6. For such high inlet mach number, the presence of the cavities induced the formation of recirculation regions and acts as flame holder. Choubey and Pandey [20] studied the impact of wall injection schemes for the modified DLR scramjet combustor. The multi strut+2-wall injection scheme resulted in maximum combustion performance as compared to the basic DLR experiment. Another modification of the DLR experiment was discussed by Pandey et al. [21] for inlet Mach number 2. The model shows the clear formation of shock waves and appearance of subsonic region which helps in the flame holding mechanism. The multi strut approach was discussed by

Choubey and Pandey[22] by modifying the DLR experiment. The three strut model showed a temperature of 2460K which was comparatively higher two strut model. The three strut model showed better performance of the combustor than the two strut model. Kummitha et al.[23] introduced innovative strut design structures on the DLR scramjet combustor model to study its effect on the mixing and combustion phenomenon. The study uses different strut designs such as double arrow and rocket strut into the standard DLR model. The numerical results were simulated with the SST k-omega turbulence model. The contours of static pressure reveal that the inlet static pressure for both the considered configuration was higher than the standard DLR model was observed. This causes a decrease in ignition delay time and increases the tendency for early ignition. However, the temperature contours reveal that there was an increase in the area of combustion due to the fuel injection occurring at an inclination. It can be concluded from the study that the performance of a scramjet combustor is very much influenced by different strut fuel injectors. It can be concluded from the above stated studies the designing of appropriate combustor is very essential in to get the desirable results. The paper primarily focuses on the combustor designing by implementing cavities and strut on the combustor. The objective of the present work is to understand the impact of different fuel injection locations on the flow field and performance parameters. To validate the current computational scramjet combustor, two well known experimental studies are considered.

## 2. MODELING OF THE GEOMETRY

The 2D scramjet model used in the study is developed computationally using Ansys Fluent code-15.0. The combustor designing primarily focused in the study. In the study, the model used in the study is modified from an experimental study as described by Yang et al.[24], [25]The experiment was set up at the National University of Defence Technology, China by Yang et al.[25], [24]. The computational model injects the air at Mach 2.25 into the combustor. The combustor is designed with two parallel cavities and one wedged shaped strut to increase the complexity of the problem. The detailed dimension of the combustor model is shown in figure1(a). To save the computational time and since the geometry is symmetrical, only half of the geometry is modelled. Hydrogen fuel is injected from different injection locations which are discussed precisely in the further sections.



**Figure1:** (a) Schematic Diagram of the modelled scramjet combustor

### 3. MESHING AND GRID INDEPENDENCE TEST

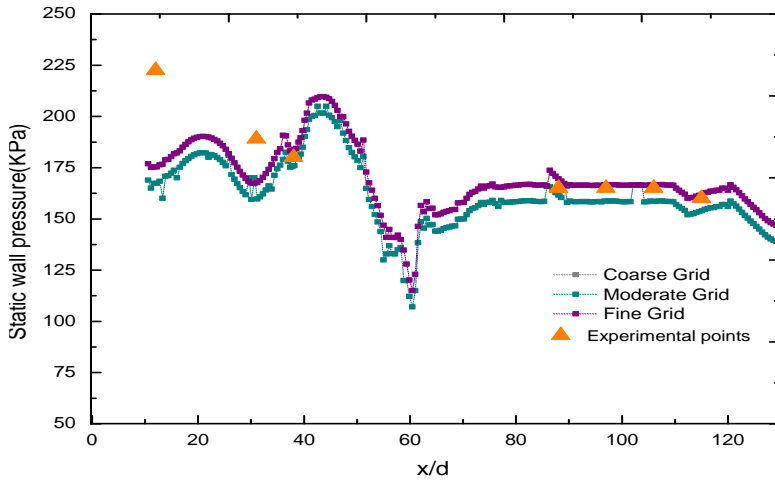
The computational solved studies involves the development of proper computational domain is very necessary. For low computational cost and efficient designing the 2 dimensional modelling is adapted for the study. The computational domain considered for the study is 300mm. The simulation is initially meshed with a grid containing 90000 elements. For the improved shock waves generation and proper shear layer generation the mesh was improved by improvising edge sizing and face split operations. The mesh operation adapted in the study is structural mesh. The final grid contained 227896 elements for the further simulations. The selection of suitable mesh grid elements and grid sizes is also an important step in computationally solved problems. To find the appropriate mesh size for the current study different levels of grid elements was considered. The paper shows the variation of static wall pressure along the  $x/d$  ratio for the grid independence test. The paper used three different grid elements namely coarse, moderate and fine. The figure 2 shows very diminutive change in the wall pressure along the wall among the three grid elements. However, the graph shows that the pressure values are insignificant at certain points but overall variation is acceptable. Thus the final grid of 227896 elements was considered to carryout the further simulations

### 4. NUMERICAL MODELING

#### 4.1. Numerical modeling

For proper numerical studies, selection of governing equations plays an important role in solving the problem. The flow inside the scramjet combustor is complex which affects the internal flow properties guided by the governing equation. To address the complexity of the flow compressible and turbulent governing equations are considered. In the present study, the Reynolds averaged Navier-Stokes

equations (RANS)[26][27][28][29] along with turbulent kinetic energy and dissipation rate equation are shown in this section. The combustion phenomenon is also addressed by the introduction of species transport equations. The compressible steady state turbulent flow is described by the following equations.



**Figure 2:** Grid Independence Test showing the static pressure distribution along the length of the combustor.

**Table 1:** Boundary conditions

Sl no.	Quantities	Units	Air	Fuel
1.	Mach number	M	2.25	1
2.	Static Pressure	P <sub>o</sub> (Pa)	100000	100000
3.	Static temperature	T <sub>o</sub> (K)	340	250
4.	Turbulent dissipation rate	ε (m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup> )	10	2400
5.	Turbulent Kinetic rate	k (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	650	1e8
6.	Oxygen mass fraction	Y <sub>O2</sub>	0.232	0
7.	Water mass fraction	Y <sub>H2O</sub>	0.032	0
8.	Nitrogen mass fraction	Y <sub>N2</sub>	0.736	0
9.	Hydrogen mass fraction	Y <sub>H2</sub>	0	1

**Continuity equation**

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0, \text{ where } i=1,2,3,\dots\dots\dots(1)$$

**Momentum equation**

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i u_j) = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\tau_{i,j}), \text{ where } i,j=1,2,3 \dots\dots\dots(2)$$

**Energy equation**

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho H) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_j H) = \frac{\partial}{\partial x_i}(\tau_{ij} u_i - q_i), \text{ where } i,j=1,2,3 \dots\dots\dots(3)$$

Where  $q_i$ = heat flux vector  $q_i$  due to conduction and convection.

**Turbulent Kinetic energy(K)**

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho K) + \frac{\partial}{\partial x_k}(\rho u_k K) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left[ \left( \frac{\mu_l}{Pr} + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial K}{\partial x_k} \right] + S_K \dots\dots\dots(4)$$

**Turbulent dissipation rate( $\epsilon$ )**

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \epsilon) + \frac{\partial}{\partial x_k}(\rho u_k \epsilon) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left[ \left( \frac{\mu_l}{Pr} + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_k} \right] + S_\epsilon \dots\dots\dots(5)$$

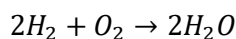
**Species conservation governing equation**

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho Y_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j Y_i) = \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j Y_i) + w_i \dots\dots\dots(6)$$

Where  $\rho$ = density;  $u_i$ = velocity components;  $Y_i$ =mass fraction of chemical species and  $w_i$ = chemical source term of species

**4.2. Combustion modeling**

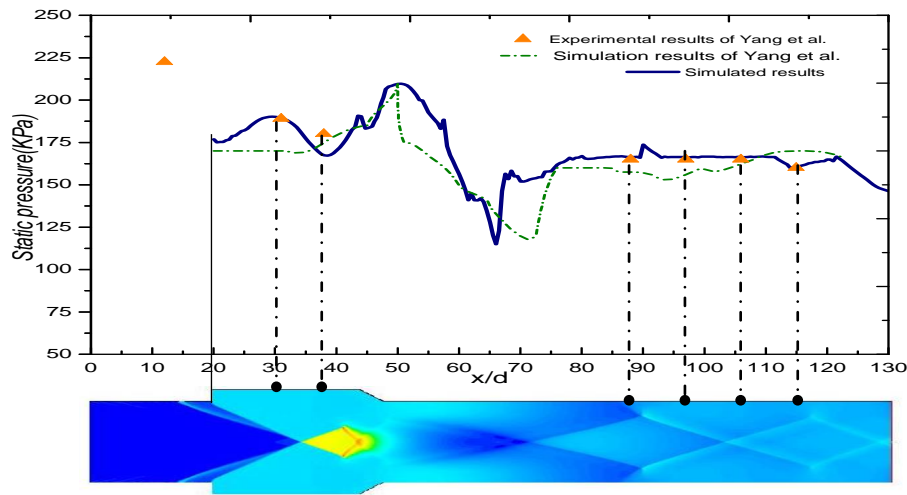
In the study the combustion model is addressed by the using the species transport with eddy dissipation/finite rate reactions. The single step kinetic model[30] is used the simulation to simplify the combustion process. The single step model predicts almost accurate the kinematic combustion for species such as hydrogen. The paper focuses on studying the impact of different injection locations on the flow field parameters and performance parameters. The combustion reaction involved is given as follows:



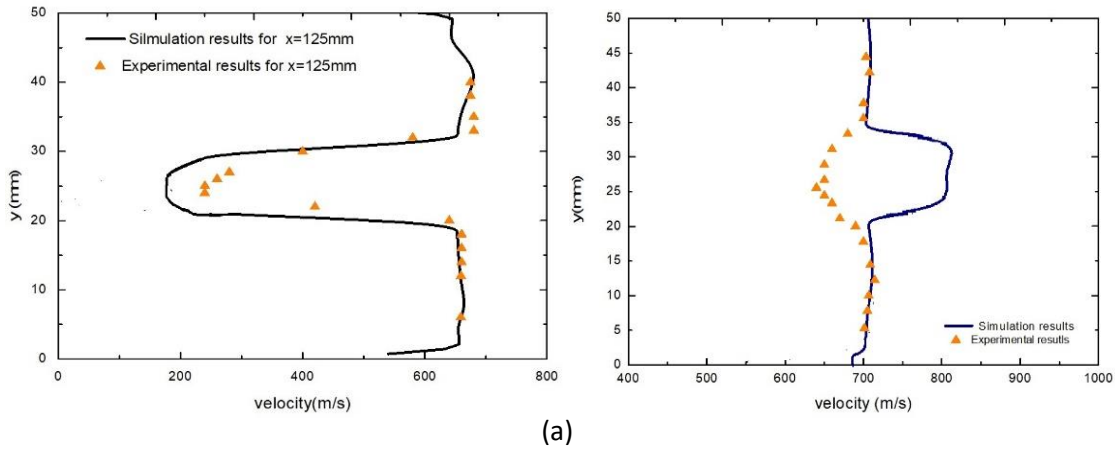
**5. VALIDATION**

In computationally solved simulations, comparison of flow characteristics obtained from simulation and experiment is very necessary to show significant agreement to progress the considered work. In this paper, the computational software selected is Ansys Fluent code 15.0. for carrying the further computational work. The research work is validated with two experimental work already addressed in the literature. Initially, the wall pressure distribution of an experiment conducted by Yang et al.[25] is compared with the simulations obtained from the simulations as shown in figure3. The graph shows reasonable agreement between the experimental simulation results. The initial pressure displayed is 180KPa and further decreased to around 170KPa. The maximum pressure is exhibited at the recirculation zone due to occurrence of continuous combustion.

The basic DLR experiment carried out by Waidmann et al.[31] and computationally described by Oevermann[13] is considered for the second validation. The experimental shadow images obtained from the experiment are compared with the simulation pressure and density contours as shown in figure 4 (b),(c) The simulation contours shows clear formation of shock waves which was almost same as in the shadow images. Furthermore, the cross stream velocity profiles at location  $x=125\text{mm}$  and  $207\text{mm}$  as shown in figure 4(a) are also shown along with experimental points. The velocity profile obtained from simulations at the stated location shows good agreement with experimental points on comparison. The performance of the computationally modeled scramjet combustor is analyzed by using different fuel injection locations to understand the impact on the flow field characteristics and performance parameters for a constant inflow Mach number. In the next section the different injection location and the performance parameters considered for study is discussed in details.



**Figure 3:** wall static pressure distribution for Yang et al.[24], [25]



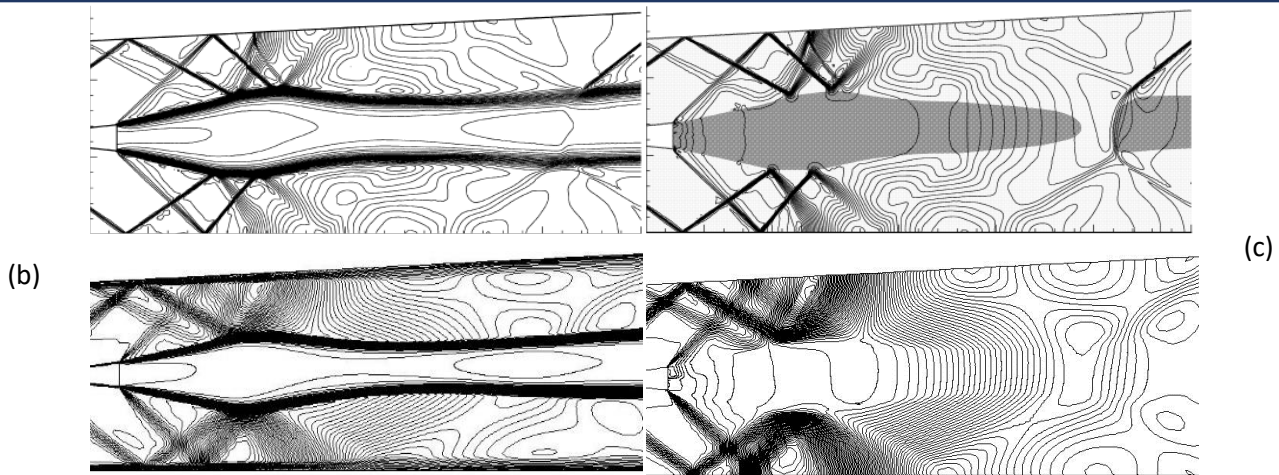


Figure 4: (a) Cross stream velocity profiles at location  $x=125\text{mm}$  and  $207\text{mm}$  for Oevermann ; (b) comparison of the shadow images and contours of the density obtained from experiment and simulation; (c) comparison of the shadow images and pressure contours obtained from experiment and simulation

## 6. RESULTS AND DISCUSSION

The performance of the computationally modeled scramjet combustor is analyzed by using different fuel injection locations to understand the impact on the flow field characteristics and performance parameters for a constant inflow Mach number. In the next section the different injection location and the performance parameters considered for study is discussed in details. The boundary conditions used in the simulation are given in Table 1.

### 6.1 Effect of different fuel injection locations

In the study, three different fuel injection locations are considered namely fuel injection through strut only, fuel injection through wall only and fuel injection through both strut and wall addressed as Case I, II and III respectively for inflow Mach number 2.25.

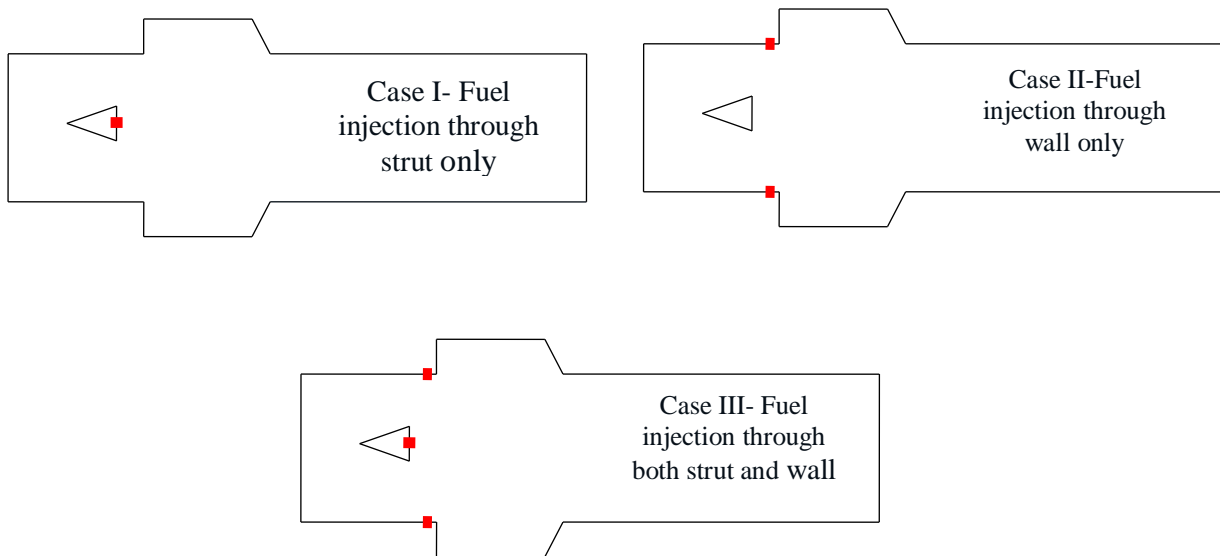
The fuel injected through the strut through a hole of 2mm and from the wall through a hole of 2 mm which are schematically represented in figure 5.

To understand the flow field characteristics for all the cases Mach contours are studied as shown in figure 6. The Mach number contours shows that the Mach number is constant initially before encountering the fuel inlet. The contours of mach number shows the formation that eddies, vortices and reflected shock waves are clearly visible in the contours for cases I and III which is beneficial in achieving proper mixing. However, case

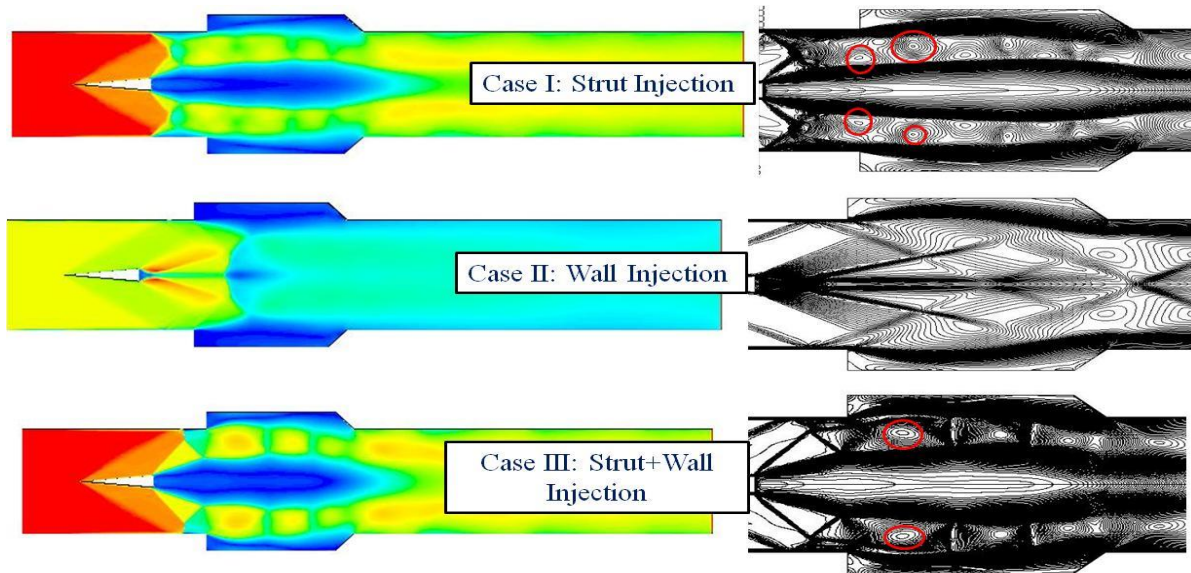
II shows clear formation of shock waves after the initial injection of the fuel which are reflected by the upper combustor walls. The presence of subsonic regions near the recirculation zone for all the



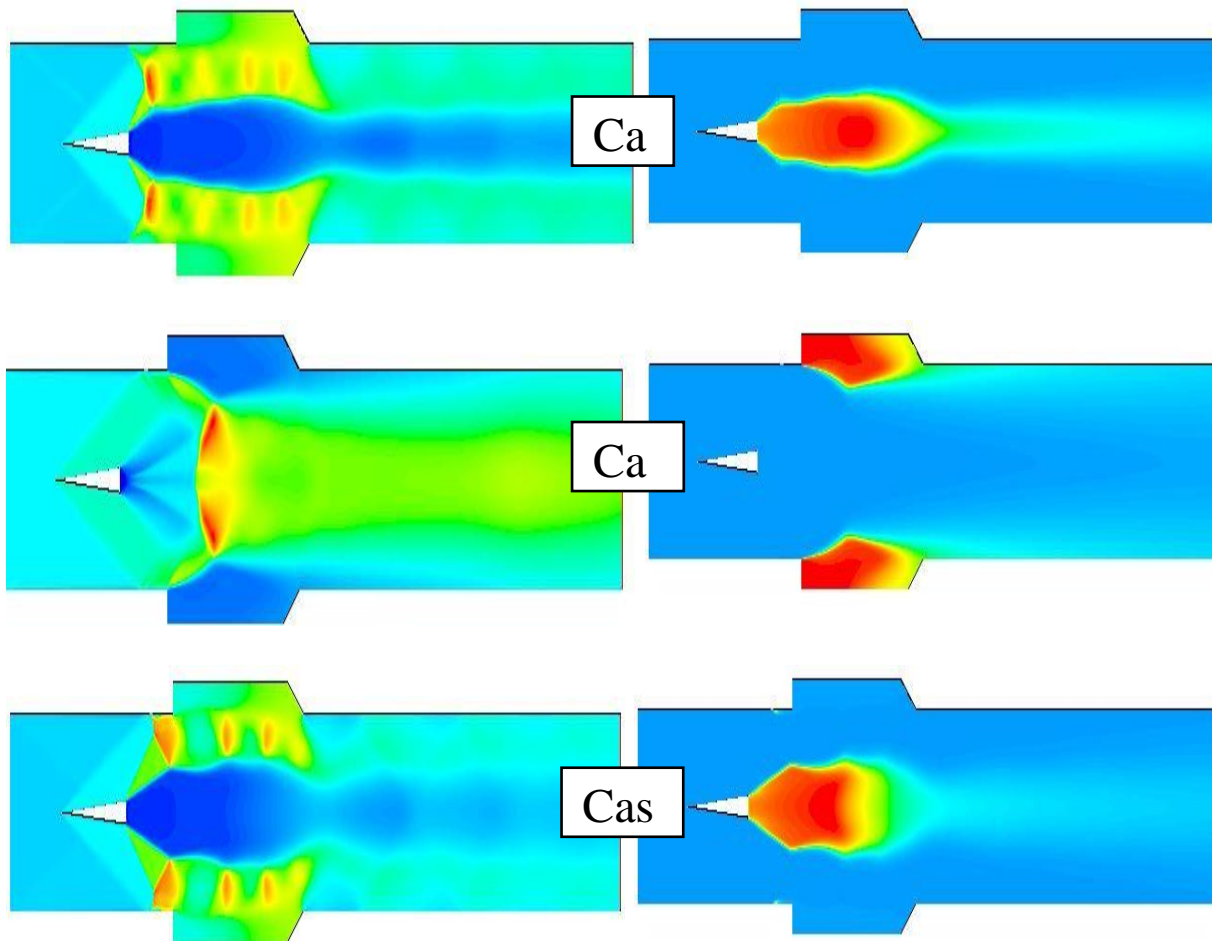
cases are also seen. For case I and III, the flow is accelerated towards the centerline of the combustor. The behaviour of both the cases appears to almost similar in nature. However, the presence of the cavities helps in sustaining the flame for a longer duration. The effect of the injection location on the density and species concentration is also carried out. The density and H<sub>2</sub>O concentration for all the cases are shown in figure 7. The density contours represents the creation of shock waves and helps in viewing the amount of mixing of fuel and air.



**Figure 5:** Schematic diagram of the scramjet combustor showing all cases.



**Figure 6:** Mach number contours(left) and streamline of the flow (right) for all the cases at Mach 2.25



**Figure 7:** Density contours (left) and H<sub>2</sub>O concentration(right) for all case at inflow Mach 2.25

The density contours for Mach number 2.25 for all the cases show the angle formed at the bow shock and the trailing edge of the cavities tends to decrease for case II on comparing the other two cases. The density contours also reveals the formation of high pressure regions near the recirculation region for cases I and III. These high pressure region causes to the generation of eddies and vortices. However, for case II on one such high pressure region was observed which led to the process of combustion. The contours of H<sub>2</sub>O concentration contours for all the cases shows that the H<sub>2</sub> penetration is maximum at the central portion of the combustor. For cases I and II, the flow gains acceleration from the trailing end of the strut. It can be easily identified from the contours that the maximum H<sub>2</sub> penetration into the air stream was observed for Case I on comparing with the other two cases.

### 6.2. Performance analysis

The performance analysis of any system cannot be considered complete without the overall analysis. The performance parameters considered to addressed the objective are discussed below:

**Mixing efficiency**

To achieve the required heat release, proper mixing of the reacting species is very necessary. The mixing efficiency of the system may be defined as the ratio between the mass flux of hydrogen to be burnt and total mass flux of injected hydrogen. The equation is stated below as described by Burle et al.

**Table 2:** Combustion and mixing efficiencies for all the cases at inflow Mach 2.25

Sl no.	Mach no.	Case	Combustion efficiency	Mixing efficiency
1.	2.25	Case I	88.65%	98.35%
2.		Case II	87.72%	97.78%
3.		Case III	90.23%	97.02%

$$\eta_{mix} = \frac{\int_A \alpha \rho u Y_{H_2} dA}{\int_A \rho u Y_{H_2} dA} = \frac{\int_A \alpha \rho u Y_{H_2} dA}{\dot{m}_{H_2,x}}; \alpha = \begin{cases} \frac{1}{\phi} & \phi \geq 1 \\ 1 & \phi < 1 \end{cases}$$

Where  $\phi$  is the equivalence ratio. In the study,  $\phi = 1$  is used for the estimation of the mixing phenomenon. The mixing efficiency for all the cases at a constant mach number 2.25 is shown in the table 2. The mixing phenomenon obtained from the simulation is not 100% however, the maximum mixing efficiency is observed was 98.35% for case I.

**Combustion efficiency**

For the determination of occurrence of combustion phenomenon, the combustion efficiency is considered. The combustion efficiency equation is given below as described by Gerlinger et al.

$$\eta_c(x) = \frac{\dot{m}_{H_2,jet} - \int A(x) \rho Y_{H_2} U dA}{\dot{m}_{H_2,jet}} = 1 - \frac{\int A(x) \rho Y_{H_2} U dA}{\dot{m}_{H_2,jet}} = 1 - \frac{\dot{m}_{H_2,x}}{\dot{m}_{H_2,jet}}$$

Where  $\eta_c(x)$  is the combustion efficiency,  $\dot{m}_{H_2,x}$  is the mass flow of hydrogen fuel at selected cross-section,  $\dot{m}_{H_2,jet}$  is the mass flow rate of injected hydrogen fuel,  $A(x)$  is the cross-sectional area at different locations  $x$ ,  $Y_{H_2}, \rho, U$  are mass fraction of hydrogen, density, velocity respectively. The combustion efficiency obtained from all the case are shown in Table ..... For Mach number 2.25. All the cases showed considerable combustion efficiency; however, the maximum combustion efficiency was seen in case III.

**7. CONCLUSION**

The motive of the study is to investigate the effect of different injection locations on the flow field variables and performance parameters for a constant inflow Mach number. The simulation is

carried out using compressible RANS and K- $\epsilon$  turbulence governing equations. The results of the simulation are viewed in the formation of Mach number, density, H<sub>2</sub>O concentration contours and performance parameters. The major findings of the study is discussed as below:

- The meshing operation of the model is completed by using structural grid with the motive for more precise estimation of the flow variables. The final grid used in the simulation of a structural grid of 227896 elements.
- The validation an important step of the computational investigation. For the validation two experimental studies that are well established in the literature is selected. The simulation results is on good accord with the experimental results.
- To understand the effect of different injection locations on the flow parameters three cases are considered for a constant inflow mach number 2.25. The cases I and III behaves almost in the same manner, it showed the formation of eddies which is beneficial for mixing of fuel and air. However, case II shows the formation of shock waves more precisely.
- From the density contours shows the formation of secondary high pressure regions for cases I and III while for case II only a single high pressure was found that led to combustion.
- On studying the performance parameters for all the cases, the maximum combustion efficiency was observed for case III (90.23%) and maximum mixing efficiency was observed for case I(98.35%).

## References

- [1] A. M. Bonanos, C. P. Goynes, R. W. Barnwell, and J. J. Wang, "Scramjet Operability Range Studies of an Integrated Hydrogen and Hydrocarbon Fuels," 2005.
- [2] J. Tishkoff, J. Drummond, T. Edwards, and A. Nejad, "Future directions of supersonic combustion research - Air Force/NASA workshop on supersonic combustion," 2013, doi: 10.2514/6.1997-1017.
- [3] A. FERRI, "Review of scramjet propulsion technology.," *J. Aircr.*, vol. 5, no. 1, pp. 3–10, 1968, doi: 10.2514/3.43899.
- [4] B. J. Matkowsky and D. O. Olagunju, "Pulsations in a Burner-Stabilized Premixed Plane Flame," *SIAM J. Appl. Math.*, vol. 40, no. 3, pp. 551–562, Jun. 1981, doi: 10.1137/0140046.
- [5] Q. Liu, D. Baccarella, W. Landsberg, A. Veeraragavan, and T. Lee, "Cavity flameholding in an optical axisymmetric scramjet in Mach 4.5 flows," *Proc. Combust. Inst.*, vol. 37, no. 3, pp. 3733–3740, 2019, doi: 10.1016/j.proci.2018.08.037.
- [6] K. M. Pandey and T. Sivasakthivel, "CFD Analysis of Mixing and Combustion of a Hydrogen Fueled Scramjet Combustor with a Strut Injector by Using Fluent Software," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 5, pp. 466–453, 2014, doi: 10.7763/ijet.2011.v3.268.
- [7] K. M. Pandey and S. Roga, "CFD Analysis of Scramjet Combustor with Non-Premixed Turbulence Model Using Ramp Injector," vol. 555, pp. 18–25, 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.555.18.
- [8] J. Ye, D. Shi, W. Song, G. Li, Z. Zhang, and Z. Hu, "Investigation of turbulence flow

- characteristics in a dual-mode scramjet combustor using hydroxyl tagging velocimetry,” *Acta Astronaut.*, vol. 157, no. August, pp. 276–281, 2019, doi: 10.1016/j.actaastro.2018.12.040.
- [9] K. M. B. N. Pandey, “Numerical Simulation of a Hydrogen fueled scramjet combustor at Mach 1.5 using sturt Injecters at Mach 2.47 air speed.,” in *Proceedings of the ASME 2013 International Mechanical Engineering Congress and Exposition IMECE2013 November 15-21, 2013, San Diego, California, USA*, 2016, pp. 1–13.
- [10] J. V. S. Moorthy, B. Rajinikanth, B. V. N. Charyulu, and G. Amba Prasad Rao, “Effect of ramp-cavity on hydrogen fueled scramjet combustor,” *Propuls. Power Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 22–28, 2014, doi: 10.1016/j.jprr.2014.01.001.
- [11] D. J. Micka and J. F. Driscoll, “Combustion characteristics of a dual-mode scramjet combustor with cavity flameholder,” *Proc. Combust. Inst.*, vol. 32 II, no. 2, pp. 2397–2404, 2009, doi: 10.1016/j.proci.2008.06.192.
- [12] G. Choubey, K. M. Pandey, D. Sharma, and A. Debbarma, “Computational simulation of multi-strut central lobed injection of hydrogen in a scramjet combustor,” *Perspect. Sci.*, vol. 8, pp. 222–224, 2016, doi: 10.1016/j.pisc.2016.04.032.
- [13] M. Oevermann, “Numerical investigation of turbulent hydrogen combustion in a SCRAMJET using flamelet modeling,” *Aerosp. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 7, pp. 463–480, 2000, doi: 10.1016/S1270-9638(00)01070-1.
- [14] R. Milligan, D. Eklund, J. Wolff, T. Mathur, and M. Gruber, “Dual Mode Scramjet Combustor: Analysis of Two Configurations,” no. January, pp. 1–19, 2013, doi: 10.2514/6.2010-751.
- [15] Z. Zhong, Z. Wang, M. Sun, and H. Wang, “Combustion characteristics in a supersonic combustor with ethylene injection upstream of dual parallel cavities,” *Proc. Inst. Mech. Eng. Part G J. Aerosp. Eng.*, vol. 230, no. 13, pp. 2515–2522, 2016, doi: 10.1177/0954410016629495.
- [16] O. R. Kummitha, “Numerical analysis of passive techniques for optimizing the performance of scramjet combustor,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 42, no. 15, pp. 10455–10465, 2017, doi: 10.1016/j.ijhydene.2017.01.148.
- [17] O. R. Kummitha, L. Suneetha, and K. M. Pandey, “Numerical analysis of scramjet combustor with innovative strut and fuel injection techniques,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 42, no. 15, pp. 10524–10535, 2017, doi: 10.1016/j.ijhydene.2017.01.213.
- [18] O. R. Kummitha, K. M. Pandey, and R. Gupta, “Numerical investigation of wavy wall strut fuel injector for hydrogen fueled scramjet combustor,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 44, no. 60, pp. 32240–32253, 2019, doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.10.147.
- [19] K. M. Pandey and S. Roga, “CFD Analysis of Hypersonic Combustion of H<sub>2</sub> -Fueled Scramjet Combustor with Cavity Based Fuel Injector at Flight Mach 6,” vol. 656, pp. 53–63, 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.656.53.
- [20] G. Choubey and K. M. Pandey, “Effect of different wall injection schemes on the flow-field of hydrogen fuelled strut-based scramjet combustor,” *Acta Astronaut.*, vol. 145, no. January, pp. 93–104, 2018, doi: 10.1016/j.actaastro.2018.01.034.
- [21] K. M. Pandey, B. K. Azad, S. P. Sahu, and M. Prajapati, “Computational Analysis of Mixing in Strut Based Combustion at Air Inlet Mach number 2,” *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 2, no. 1, pp. 73–80, 2013, doi: 10.7763/ijesd.2011.v2.100.
- [22] K. M. Pandey and G. Choubey, “Computational simulation on the performance of Scramjet combustor using Multi-strut circular shaped injector,” in *52nd AIAA/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference*, Jul. 2016, pp. 1–9, doi: 10.2514/6.2016-5097.
- [23] O. R. Kummitha, K. M. Pandey, and R. Gupta, “Numerical analysis of hydrogen fueled scramjet combustor with innovative designs of strut injector,” *Int. J. Hydrogen Energy*, pp. 1–13, 2018, doi: 10.1016/j.ijhydene.2018.04.067.

- [24] H. Wang, Z. Wang, M. Sun, and N. Qin, "Large eddy simulation of a hydrogen-fueled scramjet combustor with dual cavity," *Acta Astronaut.*, vol. 108, pp. 119–128, 2015, doi: 10.1016/j.actaastro.2014.12.008.
- [25] Y. Yang, Z. Wang, M. Sun, H. Wang, and L. Li, "Numerical and experimental study on flame structure characteristics in a supersonic combustor with dual-cavity," *Acta Astronaut.*, vol. 117, pp. 376–389, 2015, doi: 10.1016/j.actaastro.2015.09.005.
- [26] W. Huang *et al.*, "Numerical investigation on the shock wave transition in a three-dimensional scramjet isolator," *Acta Astronaut.*, vol. 68, no. 11–12, pp. 1669–1675, 2011, doi: 10.1016/j.actaastro.2010.12.011.
- [27] B. E. Launder and D. B. Spalding, "The numerical computation of turbulent flows," *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 269–289, Mar. 1974, doi: 10.1016/0045-7825(74)90029-2.
- [28] W. . Jones and B. . Launder, "The prediction of laminarization with a two-equation model of turbulence," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 15, no. 2, pp. 301–314, Feb. 1972, doi: 10.1016/0017-9310(72)90076-2.
- [29] W. Huang *et al.*, "A parametric study on the aerodynamic characteristics of a hypersonic waverider vehicle," *Acta Astronaut.*, vol. 69, no. 3–4, pp. 135–140, 2011, doi: 10.1016/j.actaastro.2011.02.016.
- [30] J. Shin and H. G. Sung, "Numerical simulation of hydrogen combustion in a model SCRAMJET combustor using IDDES framework," *20th AIAA Int. Sp. Planes Hypersonic Syst. Technol. Conf. 2015*, no. July, pp. 1–12, 2015, doi: 10.2514/6.2015-3625.
- [31] M. W. Waidmann; F. Alff; U. Brummund; M. Bohm; W. Clauss, Oswald, "Experimental Investigation of the Combustion Process in a Supersonic Combustion Ramjet ( SCRAMJET )," 2015.

---

**PERFORMANCE OPTIMIZATION OF FLYWHEEL USING EXPERIMENTAL DESIGN APPROACH****Abdelbaki ABDALLAH**

Laboratory of Industrial Engineering and Sustainable Development, University of Relizane, Algeria

**Dr. BENDAOUDI Seif-Eddine (Corresponding Author)**

Laboratory of Industrial Engineering and Sustainable Development, University of Relizane, Algeria

**Bounazef MOKHTAR**

Department of Mechanical Engineering, University of Sidi Bel Abbes, Algeria

**ABSTRACT**

The flywheel is the simplest device for mechanical battery that can charge/discharge electricity by converting it into the kinetic energy of a rotating flywheel, and vice versa. The energy storage systems based on flywheel now arousing great interest, since this technology can offer great advantages in durability and lifetime. However, the flywheel performance rotation is limited by the strength of the materials, from which it is constructed, and the geometry. Greater control over those parameters could improve the development of high performance of a flywheel energy storage system (FESS). The main interest of this study is to demonstrate the influence degree of each parameter of geometry by using the mathematical method of design of experiments, in order to be able to optimize the adequate parameters for a high performed shape of the flywheel.

**Keywords:** Flywheel Energy Storage System (FESS); Design of Experiments (DOE); SolidWorks; Optimization

**ENHANCED ENERGY STORAGE IN  $\text{BaTi}_{0.92}\text{Sn}_{0.08}\text{O}_3$  CERAMICS BY  
COMPRESSIVE STRESS****Nishchay SAURABH**

Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology Indore, Indore, 453 552, Madhya Pradesh, India

**Satyanarayan PATEL (Corresponding author)**

Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology Indore, Indore, 453 552, Madhya Pradesh, India

**ABSTRACT**

Ferroelectric materials are widely studied for energy storage and harness waste heat/vibration into useful work apart from the sensor, actuator and transducers-based applications. Hence, to enhance energy storage and harvesting, various dopant/composites and internal/external stress mechanisms are used. The uniaxial compressive stress effect on energy storage potential in lead-free  $\text{BaTi}_{0.92}\text{Sn}_{0.08}\text{O}_3$  is studied. The ferroelectric hysteresis loops are measured at room temperature ( $23\text{ }^\circ\text{C}$ ) with the variation in uniaxial compressive stress from 5 MPa to 160 MPa (step of 20 MPa). The compressive stress effect is observed on maximum polarization ( $P_m$ ), remnant polarization ( $P_r$ ), energy storage density and efficiency. The  $P_m$  and  $P_r$  decrease from  $15\text{ }\mu\text{C}/\text{cm}^2$  to  $11.5\text{ }\mu\text{C}/\text{cm}^2$  and  $5.1\text{ }\mu\text{C}/\text{cm}^2$  to  $0.9\text{ }\mu\text{C}/\text{cm}^2$ , respectively, with increasing compressive stress from 5 MPa to 160 MPa. The reduction in the value of  $P_m$  and  $P_r$  is due to the domain pinning. The recoverable energy storage enhances from 58 (under 5 MPa) to  $113\text{ kJ}/\text{m}^3$  (under 160 MPa) at  $23\text{ }^\circ\text{C}$ . The energy storage efficiency (the ratio of energy stored to the total energy) also improved from 62% to 81% at similar conditions. It is because fewer domains are available for switching, which reduces hysteresis loss. Therefore, the biasing in the stress can be an effective tool to enhance the energy storage and energy storage efficiency in  $\text{BaTi}_{0.92}\text{Sn}_{0.08}\text{O}_3$ .

**Keywords:** Ferroelectric, Energy storage, uniaxial compressive stress, Lead-free ceramics



**BASINÇLI HAVA KALİTESİ VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ****Arda ZAİM**

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 26480 Eskişehir

**Fikret Kemal AKYÜZ**

Festo Sanayi ve Ticaret A.Ş. Teknoloji Yönetimi Müdürlüğü, 34953 İstanbul

**ÖZET**

Basınçlı hava dış ortamdan alınan atmosfer havasının bir kompresör kullanılarak sıkıştırılması ile elde edilmektedir. Elektrik enerjisinin olduğu her yerde elde edilebilen ve depolanabilir olması nedeniyle endüstride en çok tercih edilen enerji kaynaklarından birisidir. Basınçlı hava sistemlerinde atmosferden alınan hava kompresör tarafından basınçlandırılmakta, tankta depo edilmekte, kurutucu tarafından neminden arındırılmakta ve filtrelenerek kullanım noktalarına servis edilmektedir. Basınçlı hava içerisinde farklı nedenlerden ötürü çeşitli kirleticiler bulunmaktadır. Basınçlı havanın kalitesi proses güvenilirliği ve pnömatik ekipmanların çalışma ömürleri üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada, basınçlı hava kalitesi ile ilgili araştırmalar farklı deneysel yöntemlerle sunulmuştur. Çalışma kapsamında, basınçlı hava içerisinde bulunan partikül, nem ve yağ miktarları tespit edilmiş, ISO8573-1:2010 standardı uyarınca sınıflandırılmıştır. Deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırılarak irdelenmiştir.

254

**Anahtar kelimeler:** Basınçlı Hava, Basınçlı Hava Kalitesi, ISO-8573, Pnömatik**COMPRESSED AIR QUALITY AND MEASUREMENT METHODS****ABSTRACT**

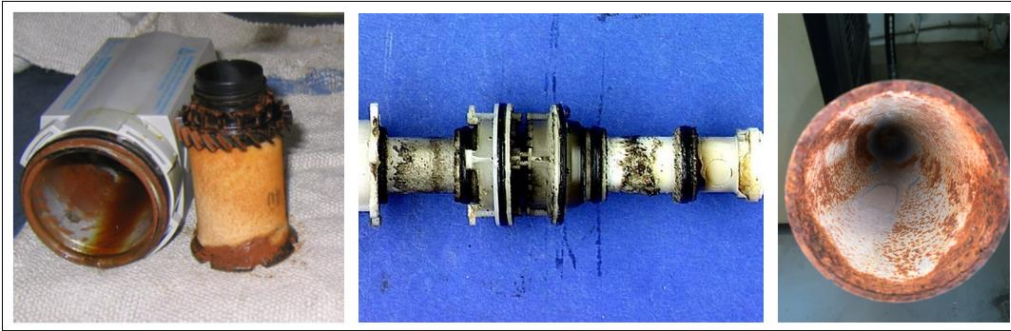
Compressed air is obtained by compressing the atmospheric air taken from the outside environment using a compressor. It is one of the most preferred energy sources in the industry because it can be obtained and stored wherever there is electrical energy. In compressed air systems, the air taken from the atmosphere is pressurized by the compressor, stored in the tank, dehumidified by the dryer and filtered and served to the points of use. Compressed air contains various pollutants for different reasons. The quality of compressed air has a major impact on process reliability and the working life of pneumatic equipment. In this study, researches on compressed air quality are presented with different experimental methods. Within the scope of the study, the amount of particles, moisture and oil in the compressed air were determined and classified in accordance with the ISO8573-1:2010 standard. The results obtained in experimental studies have been compared with the literature.

**Keywords:** Compressed Air, Compressed Air Quality, ISO-8573, Pneumatic

## 1. GİRİŞ

Elektrik enerjisinin olduğu her noktada üretilebilen ve depolanabilir olması sebebiyle endüstriyel tesislerde yaygın olarak kullanılan enerji kaynaklarından birisi de basınçlı havadır. Basınçlı hava dış ortamdaki atmosferik havanın kompresör yardımıyla belirli bir oranda sıkıştırılarak basınçlandırılmasıyla elde edilmektedir. Basınçlı hava endüstriyel tesislerde pnömatis iş elemanları, aktüatörler, hammadde iletimi ve bir çok proseste kendine kullanım alanı bulmuştur (Radgen ve Blaustein, 2001). Örnek bir basınçlı hava sisteminde çalışma düzeni şu şekildedir; kompresör tarafından dış ortamdan çekilen atmosferik hava sıkıştırılarak basınçlandırılmakta, tankta depo edilmekte, kurutucu tarafından neminden arındırılmakta ve filtrelenerek kullanım noktalarına iletilmektedir. Basınçlı hava kolay elde edilip, yaygın bir kullanıma sahip olmasına karşın elektrikten yaklaşık 2.5 kat daha maliyetli bir enerji türüdür. Enerjinin verimli kullanımının yanında basınçlı hava kalitesi de oldukça önemli bir parametredir (Saidur, Rahim ve Hasanuzzaman, 2010; Lund ve Salgi, 2009; Cai ve Kawashima, 2006). Basınçlı hava içerisinde pnömatis ekipmanların ömrüne ve proses güvenilirliğine direkt etki eden farklı nedenlerden ötürü havaya karışan çeşitli kirleticiler bulunmaktadır. Basınçlı hava içerisindeki kirleticiler partikül, nem ve yağ olmak üzere üç ana başlıkta sınıflandırılmaktadır (Saragosi, Saragosi ve Smychok, 2018). Partikül muhteviyatının oluşması iki şekilde meydana gelebilmektedir. Birincisi dış ortamdan çekilen atmosferik havanın, kompresör içerisinde filtrelenmeden sıkıştırılması sebebiyledir. İkincisi ise korozyona dayanıklı olmayan mekanik tesisat bileşenleridir. Zamanla akış sürtünmesi, sıcaklık değişimi ve nemin etkisiyle bu ekipmanlarda akış yüzeyinde korozyon gözlenmekte, korozyon nedeniyle ana malzemeden kopan küçük parçacıklar basınçlı hava içerisine karışarak partikül muhteviyatı oluşturmaktadır (Nehler, 2018). 1013 mbar basınç ve 20 °C sıcaklıktaki 1 m<sup>3</sup> hava hacmi doymuş durumda yaklaşık 17 gr su buharı taşıyabilmektedir. Doymuş havanın sıkıştırılmasıyla hacmi küçülmekte bu nedenle taşıyabileceği su buharı miktarı da orantılı olarak azalmaktadır. Hava içerisinde bulunan su buharı yoğunlaşarak su haline dönüşmektedir. Kompresör çıkışında şartlandırılmamış hava bu sebepten ötürü ıslak hava olarak adlandırılmaktadır. Sistemdeki suyun ve su buharının ayrıştırılması için kurutucular görev yapmaktadır. Kurutucular istenilen hava kalitesine göre soğutarak kurutma, fiziksel ve kimyasal kurutma gibi farklı şekilde çalışma prensiplerine sahiptir. Soğutarak kurutmada, basınçlı hava soğuk bir ortamdan geçirilerek bünyesindeki su buharının yoğunlaşması sağlanır. Yoğuşan su uygun tahliye mekanizmalarıyla basınçlı havadan uzaklaştırılmış olmuştur. Fiziksel kurutucularda basınçlı hava, SiO<sub>2</sub> bileşiminden imal edilmiş tanecikli bir yapıdan geçirilir. Nem, bileşik tarafından emilerek kurutma sağlanır. Kimyasal kurutucularda basınçlı hava silikajel da Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gibi nem tutucu bileşiklerden geçirilerek kurutma işlemi

sağlanmış olur. Rejenerasyon olarak tanımlanan kimyasal bileşiklerin nemden ayırma işleminin gerçekleşmesi için yine basınçlı hava kullanılmaktadır. 3 °Ctd basınç altında çığlenme noktası sıcaklığına erişebilmek için soğutarak kurutma yapan kurutucular yeterli olmaktadır. -40 °Ctd veya -70 °Ctd gibi daha düşük değerler için de fiziksel veya kimyasal kurutma yapan kurutucular tercih edilmelidir (Mingzhu, Zhili, Hongtao ve Yongbo, 2009; Carter ve Wyszynski, 1983). Yağ ise basınçlı hava içerisine kompresör kaynaklı olarak karışmaktadır. Teknolojisi gereği yağlı tip vidalı ya da pistonlu kompresörler sıkıştırma işlemini gerçekleştirirken mekanizmaların ısınmasını ve aşınması önlemek amacıyla sıkıştırılan hava içerisine bir miktar yağ püskürtmektedir. Sıkıştırma işlemi sonrasında bir seperatör yardımıyla havaya karışan yağ ayırtılmaya çalışılmaktadır. Seperatörtam anlamıyla ayırma gerçekleştirilemediğinden hatta bir miktar yağ karışmaktadır. Şekil 1.1.'de aşırı derecede partikül, nem ve yağa maruz kalmış pnömatik ekipmanlar gösterilmektedir.



**Şekil 1.1. Aşırı partikül, nem ve yağa maruz kalan pnömatik ekipmanlar**

Basınçlı hava kalitesi, içeriğinde bulunan partikül, nem ve yağ gibi kirleticilerin muhteviyatına göre sınıflandırılmakta; makine kullanılabilirliği, proses güvenilirliği ve ekipman kullanım ömrü açısından büyük önem arz etmektedir. Literatürde basınçlı hava kalitesi, ISO8573-1:2010 basınçlı hava kalite standardı dikkate alınarak tanımlanmaktadır. Bu standart ölçüm yapılan konumdan bağımsız olarak basınçlı havayı içeriğinde bulunan partikül, nem ve yağ gibi kirleticilerin miktarlarına göre sınıflandırmaktadır. Tablo 1.1.'de ISO 8573-1:2010 basınçlı hava kalite standardı gösterilmektedir (ISO 8573-1, 2010).

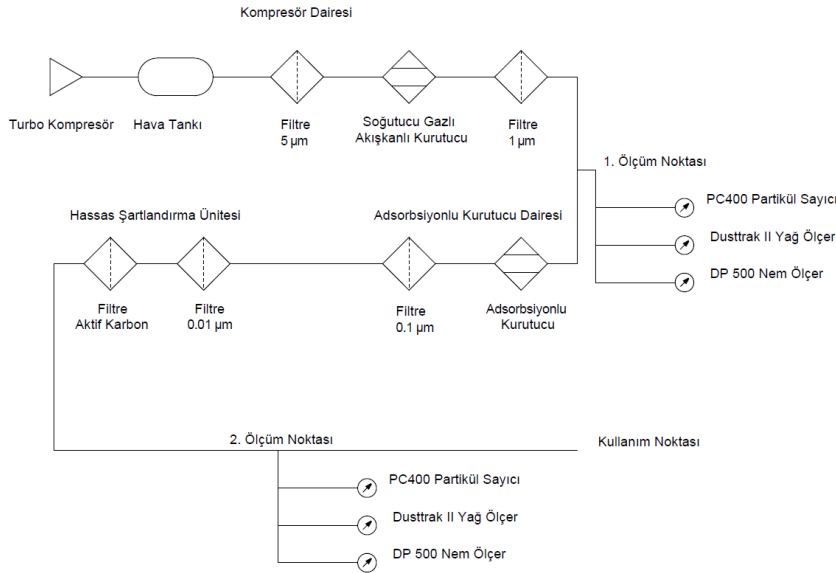
**Tablo 1.1. ISO 8573-1:2010 Basınçlı hava kalite standardı**

ISO 8573-1:2010	Maksimum Partikül Sayısı (m <sup>3</sup> )			Basınç Altında Çiğlenme Noktası Sıcaklığı	Nem	Toplam Yağ İçeriği
	0.1-0.5 µm	0.5-1.0 µm	1.0-5.0 µm			
Sınıf	0.1-0.5 µm	0.5-1.0 µm	1.0-5.0 µm	°Ctd	g/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
1	≤ 20000	≤ 400	≤ 10	≤ -70	-	≤ 0.01
2	≤ 400000	≤ 6000	≤ 100	≤ -40	-	≤ 0.1
3	-	≤ 90000	≤ 1000	≤ -20	-	≤ 1
4	-	-	≤ 10000	≤ 3	-	≤ 5
5	-	-	≤ 100000	≤ 7	-	-
6	≤ 5 (mg/m <sup>3</sup> )			≤ 10	-	-
7	5-10 (mg/m <sup>3</sup> )			-	≤ 0,5	-
X	>10 (mg/m <sup>3</sup> )			-	-	> 5

## 2. MATERYAL VE METOT

ISO8573-1:2010 Basınçlı Havada Kalite Standardı uyarınca, Şekil 2.1.'de pnömatik devre şeması gösterilen hatta basınçlı hava içerisinde bulunan partikül, nem ve yağ kirleticilerinin ölçümlerini gerçekleştirebilmek amacıyla ölçüm düzeneği oluşturulmuştur.

257


**Şekil 2.1. Ölçüm noktası pnömatik devre şeması**

Şekil 2.1.'de görüldüğü üzere basınçlı hava kaynağı olarak 261 kW gücünde elektrik motoruyla tahriklendirilen yaklaşık hava üretim debisi 45 m<sup>3</sup>/dk olan TA2000 model turbo kompresör kullanılmaktadır. Üretilen basınçlı hava 128 m<sup>3</sup>/dk debi geçirgenliğine sahip SG0768 model 5 µm'lik

filtreden geçirilmektedir. Sonrasında 116 m<sup>3</sup>/dk kapasiteye sahip DV7000 model R407C soğutucu gazlı akışkanlı kurutucuda kurutulmaktadır. 5000 lt hacmindeki hava tankında depolanarak, kollektörden kullanım noktalarına servis edilmektedir. Kompresör dairesinden gelen basınçlı hava 32,5 m<sup>3</sup>/dk kapasiteye sahip HRS 1950 model adsorpsiyonlu kurutucudan ve 1 µm'lik filtreden geçirilerek hassas şartlandırma ünitesine iletilmektedir. Hassas şartlandırma ünitesinde sırasıyla 0.01 µm ve aktif karbon filtreleri bulunmaktadır. Ölçüm noktalarında partikül miktarını belirlemek için PC400 model partikül sayıcı, yağ buharı ölçümü için Dusttrak II model yağ ölçer ve çığlenme noktası sıcaklığı ölçümü için DP500 model nem sensörü kullanılmıştır. Cihazlardan alınan veriler DS500 model ekranlı veri kaydedicide kayıt altına alınmıştır. Kompresör dairesinde üretilen basınçlı hava adsorpsiyonlu kurutucu dairesine gelmeden işletme içinde farklı kullanım noktalarında da servis edilmektedir. Tesisatta bulunan hassas filtre ve adsorpsiyonlu kurutucunun etkilerini gözlemek amacıyla 2 ölçüm noktası oluşturulmuştur.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

1.ölçüm soğutucu gazlı akışkanlı kurutucu ve 1 µm geçirgenliğindeki filtreden sonra gerçekleştirilmiştir. 2.ölçüm ise sırasıyla 0.1 µm, 0.01 µm ve aktif karbon filtresinden sonra Tablo 3.1.'de partikül ölçümü sonuçları gösterilmektedir. 1.ölçüm noktasındaki partikül muhteviyatı ilgili standart uyarınca Sınıf 6 ve 2.ölçüm noktasında partikül muhteviyatı Sınıf 1 olarak belirlenmiştir. Ölçüm görseli Şekil 3.1.'de gösterilmektedir.

**Tablo 3.1. Partikül ölçümü sonuçları**

Partikül Muhteviyatı (adet / m <sup>3</sup> )	0,1-0,5 µm	0,5-1,0 µm	1,0-5,0 µm
1.Ölçüm Noktası	8828040	1849925	483882
2.Ölçüm Noktası	1130	282	0

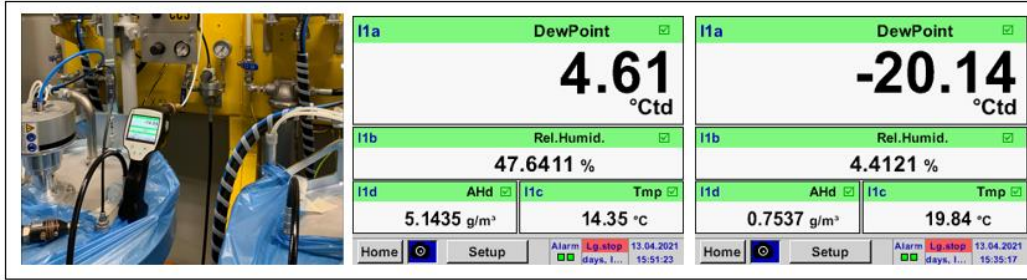


**Şekil 3.1. Partikül ölçümü**

Soğutucu gazlı akışkanlı sonrasında gerçekleştirilen nem ölçümünde basınç altında çığlenme noktası sıcaklığı 4.38 °Ctd ölçülmüş ve ilgili standart uyarınca Sınıf 5 olarak belirlenmiştir. Adsorbsiyonlu kurutucudan sonra ise basınç altında çığlenme noktası sıcaklığı -20.14 °Ctd'ye gerileyerek Sınıf 3'e ulaşmıştır. Nem ölçümü sonuçları Tablo 3.2.'de gösterilmektedir. Ölçüm görselleri ise Şekil 3.2.'de gösterilmektedir.

Nem Ölçümü	Basınç Altında Çığlenme Noktası Sıcaklığı (°Ctd)	Bağıl Nem (%)	Su Buharı (mg/m <sup>3</sup> )	Sıcaklık (°C)
1.Ölçüm Noktası	4.61	47.64	5.14	14.35
2.Ölçüm Noktası	-20.14	4.41	0.75	19.84

Tablo 3.2. Nem ölçümü sonuçları



Şekil 3.2. Nem ölçümü

1.ölçüm noktasında ölçülen yağ buharı miktarı 0.15 mg/m<sup>3</sup>'dür. Bu noktadaki hava kalitesi Sınıf 3 olarak belirlenmiştir. 2.ölçüm noktasında ölçülen yağ buharı muhteviyatının 0.009 mg/m<sup>3</sup>'e düşmesiyle birlikte hava kalitesi Sınıf 1 olarak sınıflandırılmaktadır. Yağ ölçüm sonuçları Tablo 3.3.'de gösterilmektedir. Şekil 3.3.'de ise ölçüme ait görsellere yer verilmiştir.

Tablo 3.3. Yağ ölçümü sonuçları

Yağ Ölçümü	Yağ Buharı Muhteviyatı (mg/m <sup>3</sup> )
1.Ölçüm Noktası	0.15
2.Ölçüm Noktası	0.009

Kompresör dairesi çıkışında hava basıncı 6.5 bardır. Akış sürtünmesi ve mekanik tesisat kaynaklı kayıplarla 2.ölçüm noktasında hava basıncı 6.0 bara düşmektedir. Basınç düşüşünün partikül ve

yağmuhteviyatında herhangi bir etkisi yoktur. Ancak azalan basınçla birlikte çığlenme noktası sıcaklığının kurutma yönteminden bağımsız olarak iyileştiği gözlenmiştir.



Şekil 3.3. Yağ ölçümü

#### 4. SONUÇLAR

Turbo kompresör, tank, 5 µm filtre ve soğutucu gazlı akışkanlı kurutucu kombinasyonu sonrasında 1.ölçüm noktasında tespit edilen basınçlı hava kalitesi ISO8573-1:2010 uyarınca [6:5:3]'dür. 2.ölçüm noktasında sırasıyla adsorbsiyonlu kurutucu, 1 µm filtre, 0.1 µm filtre, 0.01 µm filtre ve aktif karbon filtresinden sonra tespit edilen basınçlı hava kalitesi [1:3:1]'dir. Basınçlı hava kalitesi ekipman ömrü ve proses güvenilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Basınçlı hava kalite standardı göz önünde bulundurularak işletmede kullanılması gereken hava kalitesi sınıfı tespit edilmeli, gerektiği kadar şartlandırma yapılmalıdır. Gereğinden fazla yapılan şartlandırma prosesinde basınç ve debi kayıpları meydana gelecek, bu durum verimsiz kullanıma örnek teşkil edecektir. Kurutucu seçimi yapılırken kompresörün sahip olduğu üretim kapasitesi dikkate alınmalı, seçilecek hava kalitesi sınıfına göre uygun tipte kurutucu seçilmelidir. Filtreleme işleminin düşük hassasiyetten yüksek hassasiyete doğru olması gerektiği unutulmamalıdır. Filtre kartuşları fark basıncı metodu benimsenerek periyodik olarak değiştirilmelidir. Partikül muhteviyatından korunabilmek için korozyona dayanıklı mekanik tesisat elemanları tercih edilmelidir.

#### KAYNAKÇA

Cai M., Kawashima K. (2006). Power assessment of flowing compressed air. Journal of Fluid Engineering. Vol.128(2), pp.402-405.

Carter C.J.W., Wyszynski L. (1983). The pressure swing adsorption drying of compressed air. Chemical Engineering Science. Vol.38(7), pp.1093-1099.

Lund H., Salgi G. (2009). The role of compressed air energy storage (CAES) in future sustainable energy systems. Energy Conversion and Management. Vol.50(5), pp.1173-1179.

ISO 8573-1:2010 Compressed air — Part 1: Contaminants and purity classes [www.iso.org](http://www.iso.org)

Mingzhu Z., Zhili Z., Hongtao L., Yongbo Z. (2009). Energy saving technology of thermal regenerative compressed air dryer by regenerates adsorbent with residual heat. 2nd International Conference on Intelligent Computation Technology And Automation, pp.587-590.

Nehler T. (2018). Linking energy efficiency measures in industrial compressed air systems with nnn energy benefits. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol.89, pp.72-87.

Radgen P., Blaustein E. (2001). Compressed air system in the European Union. Energy, emissions, savings potential and policy actions. Germany: N. P.

Saidur R., Rahim N.A., Hasanuzzaman M. (2010). A review on compressed-air energy use and energy savings. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol.14 (4), pp.1135-1153.

Saragosi T., Saragosi L., Smychok L. (2018). Compressed air quality increase for rolling stock pneumatic systems based on energy efficiency. Transport problems. Vol.13(4), pp.13-21.



## POSSIBILITIES OF REGENERATION OF USED ENGINE OILS USING MINERAL RAW MATERIALS OF SOUTH KAZAKHSTAN

**Ph.D. Professor Turebekova G.Z.**

**Ph.D., Professor Pusurmanova G.Zh.**

**Master student Abdulazizov E.**

**Ph.D. Assoc. Prof. Dr. Alpamysova G.B.**

South Kazakhstan University named after M.Auezova, Kazakhstan, Shymkent  
International Kazakh-Turkish University named after H.A. Yasawi, Kazakhstan, Turkestan

### SUMMARY

The article discusses the current environmental problems of the disposal of used motor oils, as well as the possibility of using local mineral raw materials for the regeneration of used motor oils. The research results have shown the prospects and economic feasibility of using clays from various deposits of the Turkestan region for bleaching used engine oils.

**Key words:** disposal, regeneration, used engine oils, mineral oils, bleaching oils, clays, bentonites

### INTRODUCTION

The problem of increasing waste of petroleum products from motor vehicles and used motor oil is relevant for the region. Utilization and processing of oil waste is not only a reduction in environmental pollution, but also a reduction in the consumption of primary resources and energy. On the one hand, certain costs are required for the extraction and processing of crude oil, but in practice there is the fact of the accumulation of waste (used engine oil) at motor transport enterprises and private individuals, which must be collected and reused, or even reused. For example, producing 1 liter of new high quality lubricating oil requires 67.2 liters of crude oil and only 1.6 liters of used oil. Modern engine oils are alloyed lubricants. They necessarily contain several alloying additives - additives that significantly improve the properties of the oil base or give it completely new, extremely necessary properties. The engine oil is based on base oil. Depending on the origin of the base oil, three types of engine oils are distinguished: mineral, synthetic and partially synthetic (semi-synthetic). During the operation of the engine, qualitative changes in the engine oil occur - aging due to its operation, which occurs under conditions of high thermal and dynamic loads and is accompanied by such factors that cause profound physical and chemical changes in the properties of the material and a deterioration in their performance. These factors include: the use of pressurization; forcing high-speed and load modes of engine operation; a decrease in the specific capacity of the lubrication system, leading to an increase in the intensity of oil operation and an increase in the temperature of the main parts. As a result, at a certain point in time, the quality indicators of the oil go beyond the tolerances, contamination with dust, wear products, fuel combustion occurs, and depending on the temperature, sludges, varnishes and

carbon deposits are formed, leading to a complete oil change in the oil system. [1] Despite the obvious success and improvement of modern methods of used oil regeneration, the high cost of the process remains a significant obstacle. Collection, storage and transportation of used oils to the place of processing takes a considerable part of the costs. Therefore, used engine and transmission oils, which, when replaced in engines and units of cars, tractors and ships, are often drained into the soil or water bodies. In the best case, the used oils are collected in special containers at the motor vehicle fleet and at the base of ships, from which they are periodically taken and taken to tank farms for disposal or regeneration [2]. When delivered to tank farms, used motor and industrial oils, as a rule, do not meet the established standards for the flash point. Basically, they are accepted as a mixture of waste oil products at a price 4 times lower than the price of heating oil. And low purchase prices do not justify the costs associated with the collection and delivery of used oils to the receiving points of oil sales organizations. According to standard requirements, waste oil products can be used as follows: motor oils - as raw materials for regeneration; industrial oils - as raw materials for regeneration and purification; mixtures of petroleum products - as oil flushing fluids, oils for heat treatment of metals, cylinder, transmission; oil and liquid petroleum fuels extracted from treatment facilities - for processing at an oil refinery in a mixture with oil and as a component of boiler fuel [3]. If used oils are used as a fuel component, and not taken to collection points, then the economic efficiency increases by an order of magnitude on average. Existing mini-plants for the processing of used oils, the operation of which is based on the processes of thermal cracking and distillation, convert the "waste" into a high-grade heating oil, diesel fuel, as well as coke, bitumen, etc. [4] During the operation of engine oils, various oxidation products, clogging and other impurities accumulate in them, which sharply reduce the quality of the oils. Contaminated oils are unable to meet their specifications and must be replaced with new oils. But there is an alternative - the regeneration of used oils. Waste oils are collected and regenerated to conserve valuable raw materials that are economically interesting. About 530,000 tons of oils are collected in the territory of the Republic of Kazakhstan per year, only about 12-14% is processed. Depending on the regeneration process, 2-3 fractions of base oils are obtained, from which commercial oils (motor, transmission, hydraulic, coolant, plastic lubricants) can be prepared by compounding and adding additives. The average yield of regenerated oil from waste, containing about 2-4% of solid contaminants and water, up to 10% of fuel, is 70-85%, depending on the used regeneration method. To recover waste oils, a variety of technological processes are used based on physical, physicochemical and chemical laws and consists in cleaning the oil in order to remove aging and pollution products from it. As technological processes, the following sequence of methods is usually observed: mechanical, to

remove free water and solid contaminants from the oil; thermophysical (evaporation, vacuum distillation); physicochemical (coagulation, adsorption). If they are not enough, chemical methods of oil recovery are used, associated with the use of more sophisticated equipment and high costs. Physical methods make it possible to remove solid particles of impurities, microdroplets of water and partially resinous and coke-like substances from oils, and with the help of evaporation, low-boiling impurities. Oils are processed in a force field using gravitational, centrifugal and less often electric, magnetic and vibration forces, as well as filtration, water washing, evaporation and vacuum distillation. The physical methods of purifying waste oils also include various mass and heat exchange processes that are used to remove oxidation products of hydrocarbons, water and low-boiling fractions from oil. The adsorptive purification of waste oils consists in using the ability of substances serving as adsorbents to retain oil-contaminating products on the outer surface of the granules and on the inner surface of capillaries penetrating the granules. Substances of natural origin (bleaching clays, bauxite, natural zeolites) and artificially obtained (silica gel, alumina, aluminosilicate compounds, synthetic zeolites) are used as adsorbents. In LLP "HILL Corporation" (Shymkent), used engine oils are regenerated by the adsorption method.

## RESEARCH AND FINDINGS

HILL Corporation LLP disposes of used oils at a modern plant, the supplier of equipment and technologies for which is the German company FLUID SOLUTIONS. Dehydrated waste oils are fed to the Plazma Tube Reaktor (PTR) unit, where, under deep vacuum and a temperature of 370 ° C, by distillation, oil fractions 1, 2, 3, 4 and still bottoms distinguished by viscosity are obtained. The most demanded and valuable product are fractions 1 and 2. (if necessary, fraction 3.) To bleach these fractions, bleaching clay produced in Spain is used for contact cleaning on filters. To investigate the possibilities of using local mineral raw materials, several samples of bleaching clay, mined in quarries in Kazakhstan, were studied. In the accredited testing laboratory of HILL Corporation LLP, studies were carried out to determine the ability to bleach oil fractions with clays of local quarries.

The testing process consisted of the following stages:

1. In 500 g of fraction 1, clay is added in an amount of 7%, that is, 35 g.
2. The mass is thoroughly mixed and heated up to 150-160 ° C.
3. The mass is filtered through filter paper with a selectivity of 1 micron.
4. The resulting filtrate is analyzed

Test conditions: temperature 24.30 C, relative humidity 75%, pressure 93.3 kPa. The test results are shown in Table 1.

Table 1 Test results using samples of various natural adsorbents

№	The name of indicators	Sample №1	Sample№2	Sample №3	Sample № 4
1	Kinematic viscosity at 1000C, mm <sup>2</sup> / s	6,47	6,45	6,51	6,5
2	Kinematic viscosity at 400C, mm <sup>2</sup> / s	47	46,1	46,7	47
3	Viscosity index	83	85	85	84
4	Content of mechanical impurities,% (mass)	0,005	0,005	0,005	0,005
5	Flash point in an open crucible, 0C	222	224	220	224
6	Density at 20 0C, g / cm <sup>3</sup>	0,866	0,866	0,866	0,866
7	Color, units CNT	3,9	2,4	3,3	1,9
8	Ether content,%	0,07	0,08	0,09	0,11
9	Fatty acid content,%	0,23	0,17	0,20	0,18

According to the results of the studies carried out among the tested samples shown in Table 1, it can be seen that the main technical characteristics of oils such as kinematic viscosity at 1000C, kinematic viscosity at 400C and the viscosity index after bleaching in all four samples are practically equal, but the best results are obtained when bleaching with a sample numbered 2, i.e. white clay-kaolin of the Darbazinsky deposit, Saryagash. The viscosity index is a very important parameter by which it is possible to preliminarily assess the quality of the resulting engine oil. The viscosity index is highly dependent on the molecular structure of the compounds that make up the base mineral oils. Viscosity indicators are indicators of its lubricating properties, since the quality of lubrication, the distribution of oil on friction surfaces and, thereby, engine wear depend on it. Also, energy losses during engine operation depend on them. The higher the viscosity, the thicker the oil film and more reliable lubrication, but the greater the loss of power to overcome fluid friction. The viscosity of an oil is its ability to remain on the surface of the internal parts of the engine and still remain fluid. This indicator varies most with temperature. As oils are refined, their viscosity index tends to increase, which is mainly due to the removal of aromatics from the oil.

Another important indicator that evaluates the quality of cleaning is the clarification of used engine oils. Oil bleaching is the process of interaction of adsorbents with oil, as a result of which the oil is clarified by removing substances that give the oil a dark color. Clarification (bleaching) of engine oils is one of the most important stages in the regeneration of used oils, and the technologies for clarification of oils must meet the requirements of resource and energy saving, as well as

environmental safety to the maximum. Filtration is one of the effective methods of bleaching and cleaning from mechanical impurities and water. It allows you to remove mechanical impurities and resinous compounds by passing waste oil through the partitions of special filters. In order to improve the quality of cleaning, multi-stage filtration (coarse and fine) can be used. We used 4 bleaching clays as adsorbents. By selecting adsorbents with pores of a certain size, it is possible to carry out selective adsorption of certain compounds of resinous and asphalt substances, alkenes, polycyclic arenes. From such purification, the oil becomes lighter, therefore this process is called oil clarification. Laboratory studies have shown that the optimum yield of clarified oil was obtained at a layer height of 5.8 cm. Further increases in the layer height led to a slight improvement in yield, and at levels less than 3.5 cm, the yield decreased significantly. When testing the first sample (sample No. 1) "Clay bentonite, Saryagash" clarification is observed with 6.5 units. up to 3.9 units. The second sample (sample No. 2) "White clay kaolin Saryagash (Darbaza)" showed clarification of the first fraction with 6.5 units. up to 2.4 units. The third sample (sample No. 3) "Yellow Clay Badam" showed the clarification of the first fraction is observed with 6.5 units. up to 3.3 units. The fourth sample (sample No. 4) "Clay used in HILL LLP", produced in Spain, the results showed the clarification of the first fraction with 6.5 units. up to 1.9 units. According to the results of whitening, samples number 2 showed the best results.

## CONCLUSION

Studies on the possibility of using adsorbents from local raw materials on the main technical indicators (viscosity and bleaching viscosity and bleaching) of regenerated engine oils showed that the best result was obtained on sample No. 2 "White clay kaolin". After testing, a base oil corresponding to the normative documentation was obtained (base oil SN-350, with a color rate of up to 2.5 units). It is recommended to take measures to activate this clay to increase its adsorption properties. The use of this clay in the production of HILL LLP can significantly affect the cost of production, create additional jobs in the development and extraction of this clay.

## REFERENCES

1. Kuznetsova, LP The problem of utilization of waste motor oils // Young scientist. - 2009. - No. 10 (10). - S. 60-63. - URL: <https://moluch.ru/archive/10/642/>.
2. Pusurmanova G.Zh., Tanashev S.T. Rational methods of processing heavy oils and oil residues: Textbook. – Almaty: “Evero” publishing house, 2017-232 p.
3. Kapustin V. M., Gureev A. A. Oil and gas processing technology. Part II: Physical and chemical technology for processing hydrocarbon raw materials. -M.: KolosS, 2006.- 480 p.
4. Akhmetov S.A. Lectures on the technology of deep processing of oil into motor fuels. Tutorial. M.: Chemistry, 2007 -312 p.

**İKİNCİL METALİN BAKIR BORATIN ELEKTROKATALİTİK SU YÜKSELTGEMESİNDEKİ PERFORMANSINA ETKİSİ****Veysel Karani KONUKSEVER**

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Sciences &amp; Arts, Department of Chemistry

**Dr. Emine ÜLKER****ORCID NO: 0000-0002-5496-8098**

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Sciences &amp; Arts, Department of Chemistry

**ÖZET**

Elektrokimyasal su yükseltgenmesi, kullanılan elektrik çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilebildiğinden, büyük ölçekte hidrojen üretimi için temiz ve sürdürülebilir bir süreçtir [1]. Elektrokimyasal su ayırma işlemindeki en önemli zorluk, katot üzerinde hidrojen oluşum reaksiyonu (HER) ve anot üzerinde oksijen oluşumu reaksiyonu (OER) için yüksek katalitik aktiviteye ve uzun stabiliteye sahip düşük maliyetli elektrokatalizörler geliştirmektir [2,3]. Dört elektronlu işlem suyun ayrıştırılmasında yüksek potansiyel gerektirdiği için ikinci reaksiyon daha önemlidir ve bu durum, sistemin pratik kullanımını engeller [3]. Bu nedenle, bu sorunun üstesinden gelmek için suyun yükseltgenmesinde kullanılacak verimli, kararlı ve uygun maliyetli elektrokatalizörler geliştirmek için yoğun çaba sarf edilmiştir. Bu çalışmada suyun yükseltgenmesinde katalizör olarak kullanılacak kristal yapıda bakır boratın ( $Cu_3B_2O_6$ ) sentezi ve karakterizasyonu gerçekleştirildi. Ayrıca, heterojen bakır borat katalizörün su yükseltgeme performanslarına metal bölgelerine kobalt gibi ikincil bir metal iyonunun eklenmesinin etkisi araştırılmıştır. Bunun için  $Cu_2CoB_2O_6$  ve  $CuCo_2B_2O_6$  olarak formüle edilen farklı stokiometrik kobalt oranlarına sahip ikili metal borat,  $Cu_3B_2O_6$  için uygulanan sentetik protokoller kullanılarak sentezlendi. Son olarak, elektrokimyasal ve elektrokatalitik su yükseltgeme çalışmaları, farklı pH çözeltilerinde FTO elektrodu üzerinde biriktirilen metal boratlar üzerinde gerçekleştirildi.

267

**Anahtar Kelimeler:** Metal borat, Elektrokataliz, Oksijen eldesi, Suyun yükseltgenmesi

## THE EFFECT OF SECONDARY METAL ON PERFORMANCE OF COPPER BORATE FOR ELECTROCATALYTIC WATER OXIDATION

### ABSTRACT

Electrochemical water splitting is a clean and sustainable process to produce hydrogen in large scale as the power of electricity can be obtained from various renewable energy resources [1]. The key challenge in electrochemical water splitting process is to develop low-cost electrocatalysts with high catalytic activity and long stability for hydrogen evolution reaction (HER) on cathode and oxygen evolution reaction (OER) on anode [2,3]. The latter reaction is most important in water splitting since it requires high overpotentials for a four-electron process which is the bottleneck that keeps this system from being practical use [3]. Therefore, extensive efforts have been made to develop the efficient, stable and cost-friendly electrocatalysts for water oxidation to overcome this problem. In this study, synthesis and characterization of crystalline copper borate ( $\text{Cu}_3\text{B}_2\text{O}_6$ ) as water oxidation catalyst have been performed. Also, the effect of introduction of a secondary metal ion such as Co by partial substitution of metal sites to water oxidation performances of heterogeneous copper borate catalyst has been investigated.

Two additional mixed metal borates with different stoichiometric ratios of Co, which are formulated as  $\text{Cu}_2\text{CoB}_2\text{O}_6$  and  $\text{CuCo}_2\text{B}_2\text{O}_6$  were synthesized using the same synthetic protocols applied for  $\text{Cu}_3\text{B}_2\text{O}_6$ . Finally, electrochemical and electrocatalytic water oxidation studies have been performed on metal borates deposited on FTO electrode in different pH solutions.

**Keywords:** Metal borates, Electrocatalysis, Oxygen evolution, Water oxidation.

**SUDA ÇÖZÜNEBİLİR POLİ (ETİLEN-KO-TERAFTALAT)'IN SENTEZİ  
ve KARAKTERİZASYONU****Mehmet Arif KAYA****ORCID NO:0000-0001-9339-3381**Yalova University, Faculty of Engineering, Polymer Materials Engineering Department, Central Campus,  
Yalova**Hüseyin YILDIRIM****ORCID NO:0000-0002-0705-2116**Yalova University, Faculty of Engineering, Polymer Materials Engineering Department, Central Campus,  
Yalova**ÖZET**

Suda çözünebilir polimerler, endüstride yoğun bir kullanım alanına sahiptir. Su bazlı sistemlerin çevre dostu olmaları bu kullanım alanlarını gün geçtikçe daha da arttırmaktadır. Suda çözünebilir polimerlerin kaynaklarına göre doğal, yarı sentetik ve sentetik olarak üç grupta incelemek mümkündür. Polimerler, iyonik, polar ve/veya hidrojen bağı etkileşimleri sebebiyle, suyun varlığında hidrate olabilecek polar ve/veya yüklü gruplara (hidroksil, amin, amid, ve karboksilik asit v.b) sahip olmasına bağlı olarak suda çözünebilir özellik kazanmaktadırlar. Suda çözünebilir özelliğe sahip olmayan polimerler bu tip fonksiyonlu grupların yapılarına eklenmesi ile bu özelliği kazanabilirler. Sülfonlama yoluyla polimer yapısına  $-SO_3Na$  grubunun eklenmesi, polimere suda çözünme özelliği kazandırabilir. Polimerlerin sülfonlanması, gerek suda çözünebilir polimerlerin gerek proton değiştirici membran (PEM) elde edilmesi için uygulanan bir yöntemdir.

Poli(etilen-ko-teraftalat) (PET), II. Dünya Savaşı yıllarında keşfedilmiş ve 1950'lerden beri hayatın birçok alanında kendine yer bulmuş bir poliesterdir. PET, fotoğraflardan video kasetlerine, elektrik izolasyonundan yüzey kaplayıcı levhalara, dekorasyon ürünlerinden ambalaj malzemelerine ve en önemlisi de fiber üretimine uzanan bir uygulama alanına sahiptir.

Bu çalışmada, suda çözünebilir Poli (etilen-ko-teraftalat)'ın sentezi, PET'in glikoliz numuneleri ile dietilen glikol 5-sülfoizoftalat sodyum tuzunun (SIPE) polikondenzasyonu yoluyla gerçekleştirildi. Suda çözünebilir PET'in molekül ağırlığı, viskozite, yüzey gerilim değerleri ve çözünürlük özellikleri incelendi. Tamamen suda çözünebilir, pH'a duyarlı dolayısıyla polielektrolit özellik sergileyen ve yüksek sülfonlama derecesine (%42) sahip PET örneklerinin polikondenzasyon reaksiyonları ile başarı ile hazırlanabileceği ortaya konuldu.

**Anahtar Kelimeler:** Suda çözünebilir Poli(etilen-ko-teraftalat), polimerlerin sülfonlanması, polikondenzasyon, glikoliz, sülfonlanma derecesi.



## SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF WATER SOLUBLE POLY(ETHYLENE-CO-TERAPHTHALATE) (PET)

### ABSTRACT

Water soluble polymers are used extensively in industry. The environmental friendly characteristics of water-based systems increases their usage areas day by day. It is possible to examine the water soluble polymers in three groups as natural, semi-synthetic and synthetic according to their sources. Polymers gain water soluble properties due to their polar and / or charged groups (hydroxyl, amine, amide, and carboxylic acid etc.) that can be hydrated in the presence of water due to ionic, polar and / or hydrogen bond interactions. Polymers that do not have water soluble properties can gain this feature by adding such functional groups to their structures. The addition of -SO<sub>3</sub>Na group to the polymer structure through sulfonation can give the polymer water solubility. Sulfonation of polymers is a method applied to obtain both water-soluble polymers and proton exchange membrane (PEM).

Poly (ethylene-co-terephthalate) (PET) is a polyester that was discovered during the World War II and has found a place in many areas of manufacturing products since the 1950s. PET has an application area ranging from photographs to video cassettes, from electrical insulation to surface coating plates, from decoration products to packaging materials and most importantly to fiber production.

In this study, the synthesis of water soluble poly (ethylene-co-terephthalate) was carried out by polycondensation of diethylene glycol 5-sulfoisophthalate sodium salt (SIPE) with glycolysis samples of PET. Molecular weight, viscosity, surface tension values and solubility properties of water soluble PET were examined. It has been demonstrated that PET samples, which are completely water soluble, sensitive to pH, therefore polyelectrolyte, and have high sulfonation degree (42%), can be successfully prepared by polycondensation reactions.

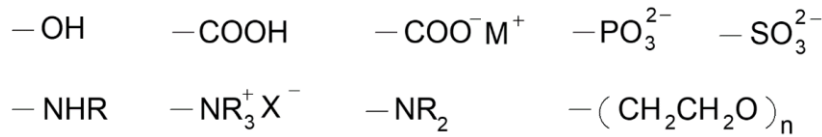
**Keywords:** Water soluble poly(ethylene-co-terephthalate), polymer sulfonation, polycondensation, glycolysis, sulfonation degree.

### 1. GİRİŞ

Suda-çözünabilir polimerler, son yıllarda gerek akademik gerekse endüstriyel çevrelerden artan bir ilgiye matuf olmuştur. Bu tip polimerler hem nükleik asitler, proteinler, polisakkaritler, selülozikler ve nişastalar gibi biyopolimerleri hem de poli (vinil alkol), poli(etilen oksit), poli(akrilik asit), poli(laktik asit), poli(vinil piridin)ler ve poli(N-vinil pirrolidon) gibi sentetik makromolekülleri kapsar. Sentetik suda-çözünabilir polimerler endüstride geniş bir uygulama alanına sahiptir, örneğin; kozmetik endüstrisinde, saç şekillendiricilerinde, şampuanlarda, emülsiyonlar için süspanse ajanı, saç için parlaklık verici ve düzleştirici etkiye sahip ürünlerde, likit makyaj malzemelerinde, jellerde, reoloji modifiye edici olarak kullanılır (Bütün, 1999).

Artan kirlilik problemleri açısından bakıldığında, suda-çözünebilir polimerlerin kullanımı yeni bir öneme sahip olmuştur. Suda-çözünebilir polimerler organik-bazlı solventler yerine suyun kullanımını sağlamıştır. Su bazlı sistemler su ve hava kirliliğini azaltma olanağına sahiptir. Buna ek olarak son 15 yılda, sentetik ve yarı sentetik suda-çözünebilen polimerlerin BOİ (biyolojik oksijen ihtiyacı) azaltıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir (Meltzer, 1981).

Genel olarak suda-çözünebilir polimerlerin sınıflandırılmasında çözünürlük, polimerlerin hidrofil gruplarının türü, polimerlerin kaynağı (doğal, sentetik, yarı-sentetik v.b.) gibi kıstaslar kullanılmıştır. Polimerlerin çözünürlüğünün derecesi, iyonik, polar ve/veya hidrojen bağı etkileşimleri sebebiyle, suyun varlığında hidrate olabilecek polar ve/veya yüklü gruplara (hidroksil, amin, amid, ve karboksilli asit v.b) sahip olmasına bağlıdır (Bütün, 1999).



**Şekil 1.** Polimerik yapılarda suda çözünürlüğü sağlayan tipik fonksiyonel gruplardan bazıları.

Çoğu suda-çözünebilir polimerin sulu çözeltisinde sıcaklık arttırıldığında çökelti meydana gelir. Bu ısıtma ile gözlenen ters sıcaklık çözünürlüğüne polar veya yüklü grupların dehidrasyonu sebep olur. Çökelti meydana getiren sıcaklık bulutlanma noktası (cloud point) olarak bilinir (Bütün, 1999).

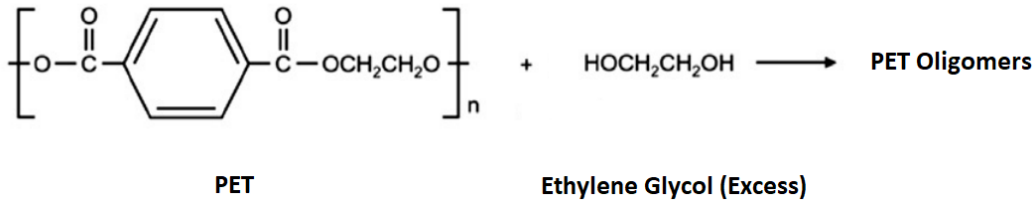
Poliesterler, ana zincirleri üzerinde tekrarlanan ünitelerinde karboksilat ester gruplarını taşıyan büyük moleküllü polimerlerdir. Poliesterler başlıca dihidroksi alkollerin dikarboksilli asitlerle polikondenzasyonu ile veya hidroksi karboksilli asitlerin self-kondenzasyonu ile elde edilmektedir (Mecit, 2000).

Poliesterlerin özellikleri, tekrarlanan ünitelerinin hareket kabiliyeti, polaritesi, geometrisi ve yapılarındaki karboksilat ester gruplarının miktarı ile değişiklik göstermektedir. Poliesterler, poliamid ve poliüretan gibi moleküller arası güçlü etkileşim göstermediklerinden yapı üzerindeki değişikliklere karşı daha hassastır (Mecit, 2000).

Polietilen tereftalat (PET), tereftalik asit (TPA) ve etilen glikol (EG) veya dimetil tereftalat (DMT) ve EG monomerleri kullanılarak sentezlenen doymuş bir poliesterdir. PET, filmlerin, şişelerin ve elyafların üretiminde olağanüstü termal stabilitesi, berraklığı, gücü ve kalıplanabilirliği nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle PET şişelerin son zamanlarda artan üretimi ve tüketimi, ortaya çıkan PET atık miktarında önemli bir artışa neden oldu. Atık PET şişeler ciddi çevresel ve

ekonomik sorunlara yol açmaktadır, temiz bir PET şişe, basit bir yıkama ve yeniden eriyik işlemle kolayca geri dönüştürülebilir ve yeni ürünlerin imalinde kullanılabilir. Ancak kontamine olmuş veya renklilik içeren bir şişenin aynı şekilde geri dönüştürülmesi bu kadar kolay olmamaktadır. Düşük kaliteli PET şişe, renkli veya kontamine şişe, PET'in monomerlerine kimyasal olarak parçalanması, monomerlerin saflaştırılması ve yeni PET'e dönüştürülmesi yoluyla geri dönüştürülebilir.

PET, tekrardan yeni polyester üretimi için TPA, DMT ve bis-2-hidroksietil tereftalat (BHET) gibi monomerler elde etmek için çeşitli yollarla depolimerize edilebilir. Depolimerizasyon ajanı depolimerizasyon yöntemlerini sınıflandırır: metanol ile metanoliz, çeşitli glikoller ile glikoliz, ve su ile hidroliz bu yöntemlere örnek olarak verilebilir. Bu yöntemler arasında glikoliz ise en yaygın olarak tercih edilir ve genelde bu işlemde genelde EG kullanılır.



**Şekil 2.** PET'in etilen glikol kullanılarak depolimerizasyonu, glikolizi.

Sülfonik asit grubu (-SO<sub>3</sub>H) sıklıkla bir bileşik veya polimerin modifikasyonunda kullanılmaktadır. Özellikle aromatik halka taşıyan bileşik ve polimer yapılarına kolayca entegre edilebilen sülfon grubu, maddenin su ile etkileşimine önemli bir katkı sağlayarak, bileşik ve polimeri suda çözünebilir hale getirebilir. Polimerik yapılara süstitüsyon ile -SO<sub>3</sub>H grubunun kazandırılması gerek polimere suda çözünme yeteneği gerekse yakıt pillerinde kullanılan proton değiştirici membran (PEM) veya iyon değiştirici yapılara ulaşmak için hedeflenmiş ve başarılı bir işlemdir. Polimerlere sülfon gruplarının eklenmesi işlemi, son yıllarda su bazlı sistemlerin önem kazanması ve yenilenebilir, çevre dostu, yeni enerji kaynaklarına duyulan ihtiyaç sonunda üzerinde yoğun bir çalışmaya sahne olmuştur. Bu amaçla genel olarak iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlardan ilki polimerlerin direkt sülfonlanmasıdır ve genel olarak, heterojen reaksiyonlarla veya hidrokarbonlar veya klorlu çözücüler içinde homojen reaksiyonlarla gerçekleştirilebilir. Sülfonlandırma bileşenleri olan SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ClSO<sub>3</sub>H, asetil sülfat, C<sub>12</sub>-lauril sülfat, C<sub>18</sub>-stearil sülfat ve SO<sub>3</sub>'nın alkilfosfatlar ve dioksan kompleksleri yaygın olarak polimerlerin sülfonlanması için kullanılırlar. Aromatik halkanın sülfonasyonu, halkada yer alan diğer gruplardan önemli ölçüde etkilenir, örneğin tolüen bileşiğindeki aromatik halkada yer metil grupları

halkayı aktive ederek sülfon grubunun sübstitüsyonuna imkân sağlarken, PET'in yapısındaki aromatik halkadaki para pozisyonundaki karbonil grupları halkayı deaktive ederek yeni bir sübstitüentin yapıya girmesine imkân vermeyerek, sülfonlama reaksiyonunu engellerler. İkinci yaklaşım olan monomerlerin sülfonlanmasında, sülfonlanmış polimerler ulaşmak için makromoleküler yapının sülfonlanması yerine, öncelikle yapıyı oluşturacak monomerlerin sülfonlanması ve sonrasında  $-SO_3H$  grubuna sahip bu monomerlerin polimerizasyonu ile arzu edilen sonuç alınma yoluna gidilebilmektedir. (Kuçera, 2001).

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1 Kimyasallar

Poli(etilen-ko-terafatalat) (PET), Titanyum tetraizopropilat ve Etilen Glikol (EG) Plaskim Ltd. Şti'den, Trifluoro asetik asit (TFAA), Asetik anhidrit, Hegzan, Piridin, Sodyum Hidroksit, Antimon oksit, Kalsiyum klorür, Benzen, Metanol, Hidroklorik asit Merck firmasından, 5-sülfo izoftalik asit (SIP) Lancaster firmasından temin edildi. Tüm kimyasallar yüksek saflıkta olduklarından ilave saflaştırma işlemi yapılmaksızın temin edildikleri gibi kullanıldı.

### 2.2 Karakterizasyonlar

Başlangıç maddeleri ve sentezlenen bileşik ve PET glikoliz numunelerinin erime noktaları Gallenkamp marka erime noktası tayin cihazı ile yapısal karakterizasyonları ise Perkin Elmer Spectrum One marka FT-IR cihazı ile gerçekleştirildi, FT-IR spektrumları için ölçümler  $400-4000\text{ cm}^{-1}$  aralıkta,  $2\text{ cm}^{-1}$  çözünürlükte ve 4 kez tarama yapılarak KBr tablet veya ATR aparatı yardımıyla kaydedildi. Sulu titrasyonlarda dönüm noktasının tayininde Metrohm 654 marka pH metre kullanıldı. Suda çözünür PET örneği çözeltilerinin (ağırlıkça %5) yüzey gerilim ve viskozite değerlerinin tayininde sırasıyla White Elect. Inst. Co. Ltd. Torsion Balance marka yüzey gerilim tayin cihazı ve Brookfield DVII marka viskozimetre (spindle no:1 ile 60 rpm dönüş hızında) kullanıldı, ölçümler oda sıcaklığında gerçekleştirildi. PET örneğinin molekül ağırlığı, Ubbelohde viskozimetresi kullanılarak ve Mark-Houwink eşitliğinden yararlanılarak tespit edildi. Bu amaçla PET'in %5'lik trifluoro asetik asit çözeltisi hazırlandı ve  $30\text{ }^\circ\text{C}$ 'de sabitlenmiş su banyosu içine yerleştirilmiş Ubbelohde viskozimetresinde farklı konsantrasyonlardaki akış süreleri bulunarak intrinsik viskozite tespit edildi. Sonrasında intrinsik viskozite değeri ve ilgili  $\alpha$  ve K değerleri ( $\alpha$ : 0,68 ve K:  $4,33 \times 10^{-4}$ ) (Brandrub ve Immergut, 1989) Mark-Houwink eşitliğinde yerine konularak molekül ağırlığı bulundu. PET'in glikoliz örneklerinin ASTM D4274 standardına göre Hidroksil Sayıları tespit edildi.

### 2.3 PET'in Depolimerizasyonu - Glikolizi

PET'in monoetilen glikol ile titanyum tetraizopropilat katalizörlüğünde farklı zaman aralıklarında glikolizlenmesi ile depolimerleşmesi sağlanarak, daha düşük molekül ağırlıklı oligomerik PET yapılarına

ulaşılması hedeflendi. Bu amaçla 2 boyunlu 500 mL lik bir balona 140 g granül halinde PET numunesi, 360 mL monoetilen glikol ve 1,2 mL titanyum tetraizopropilat konuldu ve geri soğutucu altında 190 °C sıcaklığa ulaşıldıktan ve PET granüllerinin tamamı monoetilen glikol fazına geçtikten, artık granül halinde PET kalmadıktan sonra süre kaydedilmeye başlandı ve istenilen farklı zaman aralıklarına ulaşılınca işlem sona erdirildi. Glikoliz işlemi sonrası balonun içeriği destile suya boşaltıldı, ken glikoliz numuneleri adi süzgeç kâğıdı yardımıyla szld, ele geçen ürün monoetilen glikolün artıklarından kurtarılmak için destile su ile yıkandı. Katı haldeki rn 110 °C’de etüvde kurutuldu. Reaksiyon Şekil 2. de verilmektedir.

Elde edilen glikoliz numunelerinin erime noktaları, ASTM D4274 standardına göre bulunan Hidroksil Sayıları ve molekül ağırlıkları aşağıda Tablo 1 de verilmektedir. Bilindiği gibi Hidroksil sayısı (veya indisi) 1 g örneğe eşdeğer KOH’ın miligram sayısı olarak tanımlanır (David ve Staley, 1969) ve aşağıdaki formül ile terminal hidroksil grubuna sahip oligomerik bileşiklerin molekül ağırlığı ve hidroksil sayıları ilişkilendirilebilmektedir.

$$\text{Molekül Ağırlığı} = \frac{112000}{\text{Hidroksil Sayısı}} \quad (1)$$

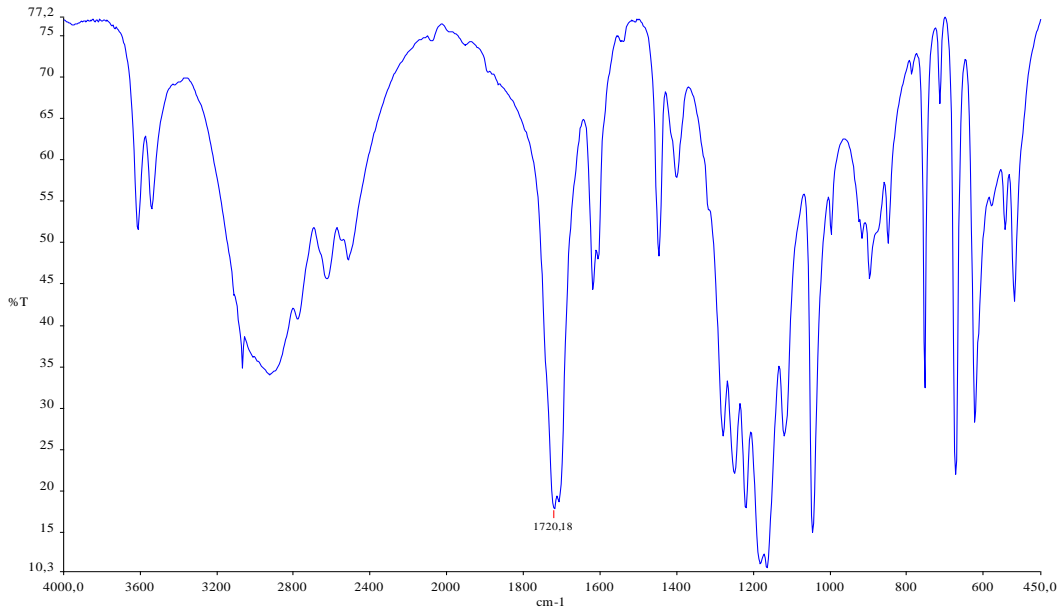
PET’in depolimerizasyon reaksiyonu kinetik açıdan farklı zaman aralıklarında reaksiyon ortamından alınan numunelerin özelliklerinin takip edilmesi ile belirlendi. Bu maksatla reaksiyonda 190 C ye ulaşıldıktan sonra 30., 60. ve 90. dakikalarda ortamdan alınan numunelerin erime noktaları ve ASTM D4274 standardına göre Hidroksil sayıları tespit edildi.

Bilindiği gibi oligomerik yapılarda Hidroksil sayısı ile molekül ağırlığı arasında sayısal bir ilişki mevcuttur, PET’in nihai depolimerizasyonu sonucunda bis(hidroksi etil) teraftalat ele geçmektedir, bu bileşiğin molekül ağırlığı ve erime noktası değerleri ve diğer elde edilen tüm bilgiler ışığında 90 dakikalık bir peryotta PET polimerinin tamamen depolimerize olduğu tespit edildi.

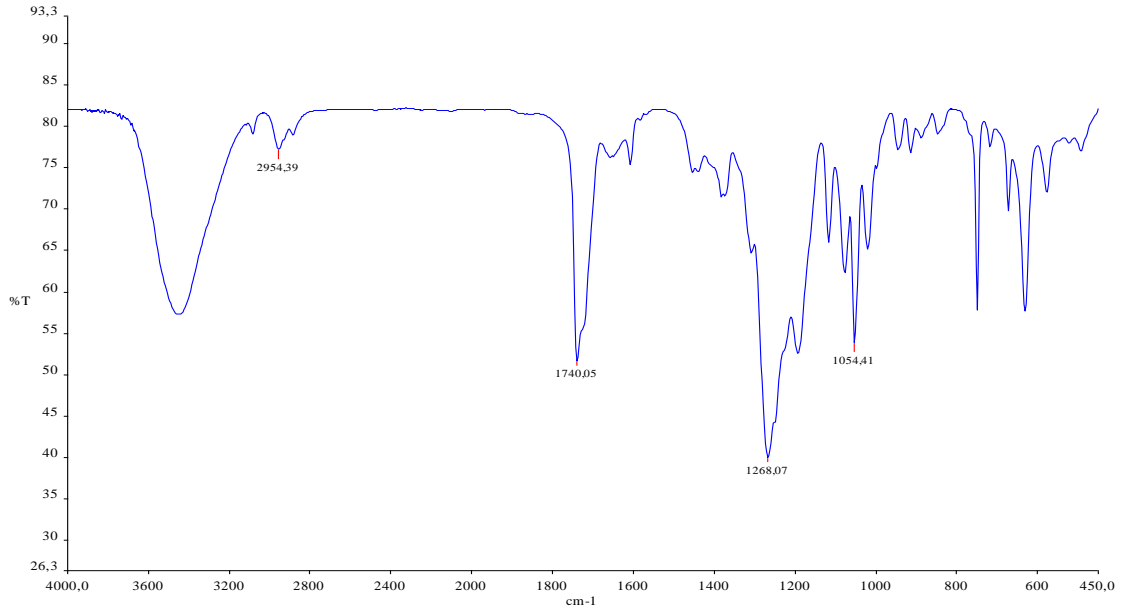
**Tablo 1.** PET glikoliz numunelerinin zellikleri.

Glikoliz rneği	Erime Noktası (°C)	Hidroksil Sayısı (ASTM D 4274)	Molekül Ağırlığı (g/mol)
PET-EG 30 (@ 30 min.)	110	280	400
PET-EG 60 (@ 60 min.)	109	315	356
PET-EG 90 (@ 90 min.)	106	440	255





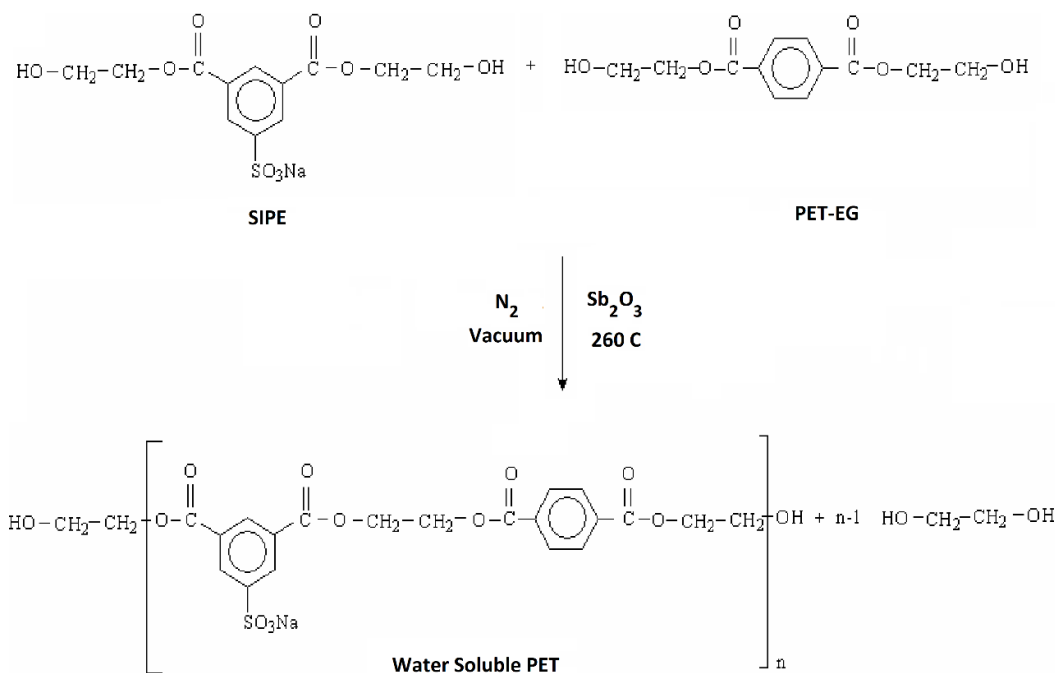
Şekil 4. SIP'in FT-IR spektrumu.



Şekil 5. SIPE'nin FT-IR spektrumu.

## 2.5 Polikondenzasyon ile Suda Çözünen PET'in Sentezi

Sentezlenen SIPE ve PET-EG, polikondenzasyon reaksiyonuna sokularak nihai ürün olan suda çözünebilir PET'e ulaşılmaya çalışıldı. Bu amaçla 1:1 (mol:mol) oranında olacak şekilde 3,56 g (0,01 mol) SIPE ve 4,00 g (0,01 mol) PET-EG (0. dakika), balona alındı üzerlerine katalizör olarak, ağırlıkça %1 olacak şekilde 0,07 g Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilave edildi. Balon içeriği azot atmosferinde ve vakum altında 255–260 °C sıcaklıkta, 4 saat süreyle reaksiyona sokulduktan sonra oda sıcaklığına soğutuldu ve üzerine destile su ilave edilerek çözünmesi için manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Mavi bantlı süzgeç kâğıdı ile uygulanan süzme işlemi sonunda, çözünmeyen kısmın yaklaşık olarak 0,05 g olduğu tayin edildi. Çözünen kısmın film yapma özelliği bulunduğu da tespit edildi. Karakterizasyonlar bu çözelti fazı üzerinden gerçekleştirildi. Reaksiyon Şekil 6. da verilmektedir.

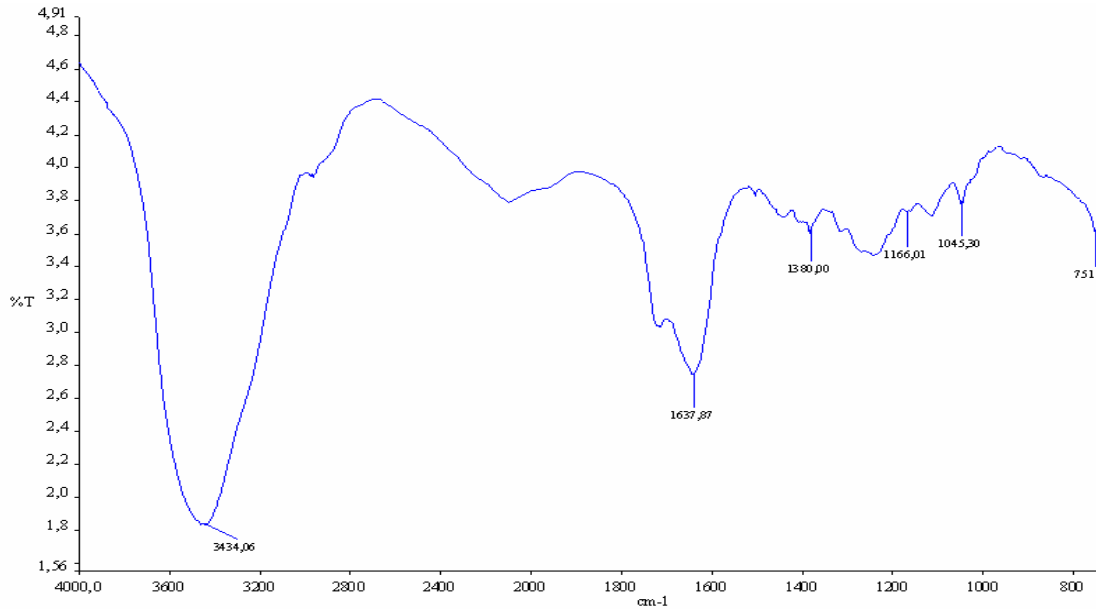


**Şekil 6.** Polikondenzasyon yöntemi ile SIPE ve PET glikoliz numunelerinden suda çözünebilir PET sentezi.

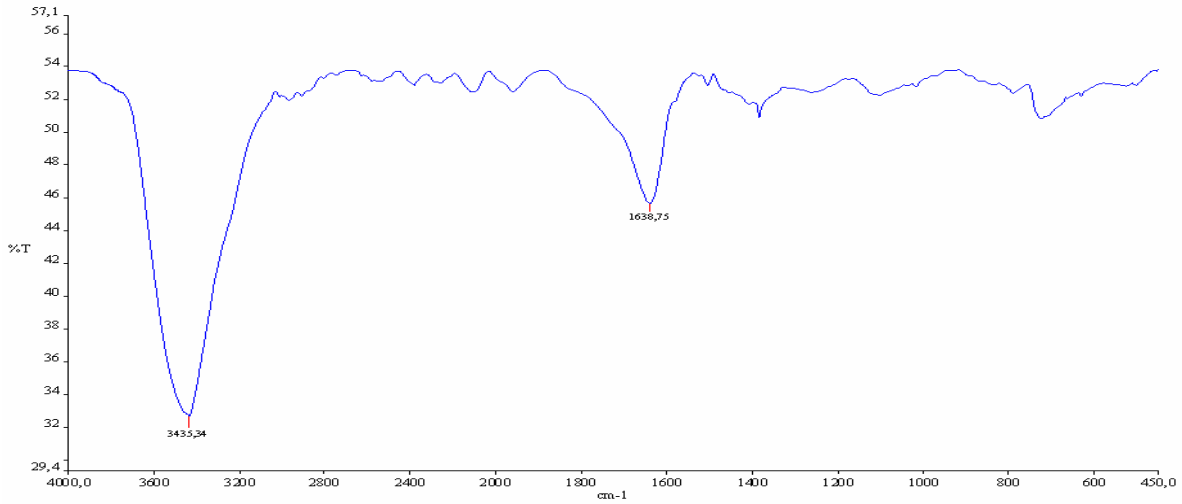
SIPE ve PET-EG'nin verdiği polikondenzasyon reaksiyonu sonucunda oluşan ürünün (Suda Çözünebilir PET) distile suda çözülerek hazırlanan çözeltisi KBr tablete damlatılarak 3 saat boyunca 100 °C'deki etüvde bekletildi. KBr tabletin üzerinden alınan FT-IR spektrumları ile yapıda -SO<sub>3</sub> gruplarının bulunduğunu kanıtladı. Örneğin 751 cm<sup>-1</sup>'de görülen pik trisüstitüe benzene ait halka



eğilmesini, 1045 ve 1166  $\text{cm}^{-1}$ 'de görülen pikler S=O bağının simetrik titreşimini ve 1380  $\text{cm}^{-1}$ 'de görülen pik ise S=O bağının asimetrik titreşimini göstermektedir.



Şekil 7. Suda Çözünbilir PET'in FT-IR Spektrumu.



Şekil 8. PET'in FT-IR spektrumu

## 2.6 Suda Çözünabilir PET'in Özellikleri

### 2.6.1 Molekül Ağırlığı

Suda çözünabilir PET örneğinin molekül ağırlığı, Ubbelohde viskozimetresi kullanılarak ve Mark-Houwink eşitliğinden yararlanılarak tespit edildi. Bu amaçla suda çözünabilir PET'in %5'lik trifluoroasetik asit çözeltisi hazırlandı ve 30 °C'de sabitlenmiş su banyosu içine yerleştirilmiş Ubbelohde viskozimetresinde farklı konsantrasyonlardaki akış süreleri bulunarak intrinsik viskozite tayin edildi. Sonrasında intrinsik viskozite değeri ve ilgili  $\alpha$  ve K değerleri ( $\alpha$ : 0,68 ve K:  $4,33 \times 10^{-4}$ ) (Brandrub ve Immergut, 1989) Mark-Houwink eşitliğinde yerine konularak molekül ağırlığı bulundu.

Buna göre suda çözünabilir PET'in molekül ağırlığı: 22 000 g mol<sup>-1</sup>'dir.

### 2.6.2 Çözünürlük

Suda çözünabilir PET, pH:2 ve daha aşağısındaki pH larda sudaki çözeltisinde çöktüğü, pH:9 ve daha yüksek pH larda ise jel yapısına ulaştığı gözlemlendi bu da suda çözünabilir PET'in polielektrolit özelliğinin bulunduğunu gösterdi.

### 2.6.3 Yüzey Gerilimi

Suda çözünabilir PET örneğinin yüzey geriliminin tayini için, halka koparılması yöntemi ile ölçüm alınan White Elect. Inst. Co. Ltd. Torsion Balance marka yüzey gerilim tayin cihazı kullanıldı. 25 °C'de saf suya karşı kalibre edilmiş cihaz ile %5 oranında polimer içeren sulu çözeltinin ölçülen yüzey gerilimi: 53,05 dyn/cm dir.

### 2.6.4 Viskozite

Suda çözünabilir PET örneğinin viskozitesinin tayini için Brookfield DV II marka viskozimetre cihazı kullanıldı. 20 °C'de Spindle No:1 ile 60 rpm de %5 oranında polimer içeren sulu çözeltinin ölçülen viskozitesi:10,5 cP dır.

### 2.6.5 İyon Değiştirme Kapasitesi ve Sübstitüsyon Derecesi

İyon değiştirme kapasitesi, 1 g polimerdeki iyonların miliekivalent sayısını belirtir. Suda çözünabilir PET örneğinin iyon değiştirme kapasitesinin tayini için HCl ile çöktürülerek asit formuna dönüştürülmüş kuru polimer örneğinden tartım alınarak NaOH çözeltisi içinde 12 saat bekletildi. Sonra konsantrasyonu belli HCl ile numune ve boş şahit için fenol ftalein indikatörlüğünde titrasyon yapıldı Sübstitüsyon derecesi, polimerdeki sülfon gruplarının ortalama sayısını verir. İyon değiştirme kapasitesinden yararlanılarak suda çözünabilir PET'in içerdiği sülfon grupları tayin edilmiştir.

Buna göre suda çözünabilir PET'in sübstitüsyon derecesi 0,416 edg/mol ve sülfon gruplarının yüzdesi %41,6 dır.

### 3. SONUÇ

Poli(etilen-ko-teraftalat)'ın (PET), etilen glikol (EG) ile katalizör varlığında 190 °C'de gerçekleştirilen depolimerleşme reaksiyonunda, PET'in artan süreyle doğru orantılı olarak zincir yapısının parçalanarak oligomerik yapılara dönüştüğü tespit edildi. Ayrıca 90 dakika sonunda elde edilen ürünün erime noktası 106 °C ve hidroksil sayısı 440 olarak tayin edildi. Bu değerler bishidroksietilteraftalat'ın değerleri ile aynıdır. Bu da PET'in 90 dakikalık süre sonunda tamamen depolimerleştiğini ortaya koymaktadır. Suda çözünür PET, PET'in glikoliz numuneleri ve uygun fonksiyonel grup taşıyan suda çözünür özellikli bir monomerin polikondenzasyonu ile başarıyla sentezlenmiştir. Elde edilen suda çözünür PET'in suda çözünürlük özelliği, polielektrolitler gibi pH'a sıkı sıkıya bağlıdır. PET'in depolimerizasyon ürünlerinden yola çıkılarak anlamlı yeni ürün ve malzeme tasarımlarının polikondenzasyon reaksiyonları ve ilave farklı monomerlerin kullanımı ile hayata geçirilebileceği, geri dönüşüme yeni bir perspektif kazandırılabilceği, böylelikle çevresel problemler için önemli bir alternatif olabileceği değerlendirilmektedir.

### KAYNAKÇA

- Arthanareeswaran, G., Srinivasan, K., Mahendran, R., Mohan, D., Rajendran, M. ve Mohan, V., (2004), "Studies on Cellulose Acetate and Sulfonated Poly(ether ether ketone) Blend Ultrafiltration Membranes", *European Polymer Journal*, 40:751-762.
- Blackwell, R. I. ve Mauritz, K. A., (2004), "Dynamic Mechanical Properties of Annealed Sulfonated Poly(styrene-*b*-[ethylene/butylene]-*b*-styrene) Block Copolymers", *Polymer*, 45:3457-3463.
- Brandrub, J. ve Immergut, E. H. (1989), *Polymer Handbook Third Edition*, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Bütün, V., (1999), *Synthesis, Characterisation and Evaluation of Novel Methacrylate Based Water-Soluble Block Copolymers*, Doktora Tezi, University of Sussex School of Chemistry, Physics and Environmental Science.
- Deimede, V., Voyiatzis, G. A., Kallitsis, J. K., Qingfeng, L. ve Bjerrum, N., (2000), "Miscibility Behaviour of Polybenzimidazole/Sulfonated Polysulfone Blends for Use in Fuel Cell Applications", *Macromolecules*, 33:7609-7617.
- Dunbar, S.G. ve Antle, J.L., (1979), US Patent 4 156 668.
- Elabd, Y. A. ve Napadensky, E., (2004), "Sulfonation and Characterization of Poli(styrene-isobutylene-styrene) Triblock Copolymers at High Ion-Exchange Capacities", *Polymer*, 45:3037-3043.
- Engelhardt, F., Hintermeier, K., Ribka, J. ve Beutler, H., (1979), US Patent 4 167 395.
- Fang, J., Chiu, H., Wu, J. ve Suen S., (2004), "Preparation of Polysulfone-Based Cation Exchange Membranes and Their Application in Protein Separation with A Plate-and-Frame Module", *Reactive & Functional Polymers*, 59:171-183.
- Ghosh, S. K., Bhattacharya, A. K., De, P. P., Khastgir, D., De S. K. ve Peiffer, D. G., (2001), "Effect of Degree of Neutralization on the Properties of Ionic Thermoplastic Elastomer Based on Sulfonated Maleated Styrene-Ethylene/Buthylene-Styrene Block Copolymer", *Rubber Chemistry and Technology*, 74(5):883-897.
- Koenig, J.J. ve Hsieh, H.P., (1980), US Patent 4 183 843.
- Koul, S., Dhawan, S. K. ve Chandra, R., (2001), "Compensated Sulphonated Polyaniline-Correlation of Processibility and Crystalline Structure", *Synthetic Metals*, 124:295-299.
- Kučera, F. ve Jančar, J., (1998), "Homogeneous and Heterogeneous Sulfonation of Polymers: A Review", *Polymer Engineering and Science*, 38(5):783-792.
- Kučera, F., (2001), *Homogeneous and Heterogeneous Sulfonation of Polystyrene*, Doktora Tezi, BRNO University of Technology, Faculty of Chemistry, Chemistry of Materials.
- Laganis, D., (1979), US Patent 4 179 420.

- Laganis, D. ve Begley, P.M., (1979), US Patent 4 206 261.
- Lee, C. H., Hong, S. H., Kim, Y. M., Choi, S. H., Hong, M. Z., Lee, H. S. ve Kim, K., (2004), “Preparation and Evaluation of Sulfonated-Fluorinated Poly(arylene ether)s Membranes for Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC)”, *Electrochimica Acta*, 49:2315-2323.
- Login, R.B., (1979), US Patent 4 158 083.
- Maddanimath, T., Mulla, I. S., Sainkar, S. R., Vijayamohan, K., Shaikh, K. I., Patil, A. S. ve Vernekar, S. P., (2002), “Humidity Sensing Properties of Surface Functionalised Polyethylene and Polypropylene Films”, *Sensors and Actuators B*, 81:141-151.
- Mecit, O., (2000), Atık Poli(etilen teraftalat)’tan Özel Blok Kopolimerler ve Çevre Dostu Alkid Reçine Üretimi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Meltzer, Y.L., (1981), *Water Soluble Polymers*, Noyes Data Corporation.
- Patzschke, H.P., (1979), US Patent 4 172 822.

**STUDY OF COLUMN OF FLOW-RIG USING TECHNICAL RADIOTRACER****N. B. BOUCHELIT**

National Polytechnic School of Algiers, 10 Rue des Frères OUDEK, El Harrach 16200, Algiers (Algeria)

**L. BOUNEMIA**

Nuclear Research Centre of Algiers (CRNA), 2 Bd. , Frantz Fanon, BP 399, 16000 Algiers (Algeria)

**A. AZEDDINE**

Nuclear Research Centre of Algiers (CRNA), 2 Bd. , Frantz Fanon, BP 399, 16000 Algiers (Algeria)

**SELATENIA**

National Polytechnic School of Algiers, 10 Rue des Frères OUDEK, El Harrach 16200, Algiers (Algeria)

**ABSTRACT**

Reactors represent the heart of industrial installations and their operating characteristics condition the installations located upstream and downstream. Therefore, the precise knowledge of the flow dynamics of the material flows in industrial reactors remains necessary to evaluate their performance but also the performance of the whole process. Several parameters used for the hydrodynamic characterization of reactors can be obtained directly by measurements of the residence time distribution (RTD): mean residence time, variance, Peclet number, axial dispersion coefficient. The flow rate, being indirectly related to these parameters can have significant effects on these RTD measurements and consequently on the hydrodynamics of industrial reactors. In the present study, evaluations of the RTD, at different feed rates, were performed in a laboratory scale flow rig column -assimilated to an industrial reactor-, using Technetium-99m as radiotracer. Technetium-99m was injected instantaneously at the inlet of the system, four NaI(Tl) scintillation detectors were placed at different positions to follow the evolution of the radioactive material and to verify by the transit time method the flow rate. The spectra obtained have been analyzed to get the maximum information about the system study at different values of the flow, and consequently to evaluate its effect on the installation studied which is the main objective of this work.

**Key words :** Residence time distribution, hydrodynamic characterization, radiotracer, Technetium-99m.

**DEVELOPMENT AND EVALUATION OF LYCOPENE LOADED CHITOSAN NANOPARTICLES****Anju DHIMAN (Corresponding author)**

Department of Pharmaceutical Sciences, Maharshi Dayanand University, Rohtak-124001. Haryana. India

**DIVTRANNUM**

Department of Pharmaceutical Sciences, Maharshi Dayanand University, Rohtak-124001. Haryana. India

**Vishal VATS**

Department of Pharmaceutical Sciences, Maharshi Dayanand University, Rohtak-124001. Haryana. India

**Chhavi SINGLA**

Department of Pharmacy, School of Health Sciences, Sushant University Erstwhile Ansal University, Gurugram-122003. Haryana. India

**ABSTRACT****Objective**

To investigate the effect of some uncertain variables like, concentration of chitosan, stirring rate, concentration of sodium tripolyphosphate on various physiological and chemical parameters of lycopene loaded chitosan nanoparticles.

**Methods**

Lycopene loaded chitosan nanoparticles were prepared by ionic gelation method in eight batches with different concentrations of dextran (100-200), sodium tripolyphosphate (50-100 mg) by altering stirring rate in range of 10-20 min. Characterization of developed nanoparticulate formulation were performed by various parameters such as particle size, entrapment efficiency, in vitro drug release studies, morphological studies, size distribution study and differential scanning calorimetry.

**Results**

Lycopene loaded chitosan nanoparticles containing 150 mg of chitosan, 75 mg of sodium TPP, 20 mg of drug lycopene and with 15 min of stirring time showed entrapment efficiency of 87.2%. The percent drug release of pure lycopene at the end of 6 h was found to be 79.6 %, however, percent release of pure lycopene at the end of 6 h has been reported as 79.6 %.

**Conclusion**

Lycopene loaded chitosan nanoparticles have potential for the development of drug delivery system by improving the cellular aggregation of lycopene loaded with chitosan.

**Keywords:** Chitosan, ionic gelation method, lycopene, nanoparticles, sodium tripolyphosphate (STPP).

**ENHANCING THE FLAME RETARDANCY AND THERMAL STABILITY OF  
POLYURETHANE COATINGS WITH BORON CONTAINING POLYOL****Aysun ALTAN**

Caran Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti.

**Meral ARCA**

Caran Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti.

**ABSTRACT**

A boron containing polyol was synthesized as a kind of hydroxyl functional borate ester by taking the advantage of the reaction of boric acid with glycols. The esterification reaction was followed by FTIR analysis. The changes in the FTIR bands,  $1600-1700\text{ cm}^{-1}$  and  $1100-1550\text{ cm}^{-1}$  were evaluated as the indication of the progress of the esterification reaction. The newly synthesized boron containing polyol was used to improve the combustion properties of polyurethane films. Polyurethane films were obtained by curing the boron containing polyol with polymethylene phenyl isocyanate (pMDI) and isophorone diisocyanate (IPDI) separately with various NCO/OH ratios. In this way, boron and nitrogen content of the polyurethane films were varied. The impact of boron and nitrogen contents on the flame retardancy of the polyurethane films was evaluated with Limited Oxygen Index (LOI) method. It was found that boron and nitrogen has a synergetic effect on the rise of LOI values of the polyurethane films. Thermal properties of the boron incorporated polyurethane films were analyzed by thermogravimetric analysis (TGA). Thermogravimetric analysis revealed that the boron containing polyurethanes have higher thermal decomposition temperatures and char yields. Hence, the present boron containing polyol serves as a novel and promising candidate to be used as flame retardant resin for polyurethane coatings.

284

**Introduction**

Polyurethanes can be tailored for versatile specific end-uses due to unique characteristics of isocyanate chemistry. isocyanate chemistry allows polyurethanes to be used in a broad range of applications including building and construction, packaging, medical applications, composites, transportation, furniture and bedding, appliances, textiles, fibers and apparel, machinery and foundry, electronics, footwear, automotive, coatings and floorings [1,2]. Since they can be found in various forms in houses, restaurants, cafes, offices, factories, schools, hospitals and in any other places, their response to fire becomes very crucial for life and property safety.

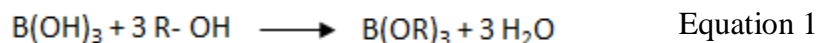
Polyurethanes are organic materials and they are flammable just like other organic materials [4, 5]. Research studies on improving the fire resistance of polyurethanes have been conducted for decades [5-13]. Many research studies focuses on development of fire retardant polyurethane coatings [9-13].

According to the published studies, the fire retardant polyurethane coatings are developed either by the incorporation of flame retardants into the coating recipe as an additive which performs physically or employing reactive flame retardants that can integrate covalently with polymer structure of polyurethane coatings [10-13]. Chattopadhyay et. al reviewed the use of nano-silica, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, carbon nanotubes and functionalized fullerenes in polyurethanes systems in terms of thermal stability and flame retardancy. In their study, the use of reactive organophosphorus compounds, cyclotriphosphazenes, organoboron compounds and organosilicon compounds for improving flame retardancy of polyurethane systems was also given [10]. Kalav and others studied the effect of the addition of alumina trihydrate (ATH) on the flame retardancy and thermal properties of a UV curable polyurethane acrylate coating. They discovered that the fire retardant properties of the system was enhanced, the burning enthalpy and the LOI values were increased upon the addition of ATH [12]. In Yakushin et. al's study, melamine, ammonium polyphosphate, and expandable graphite were used as intumescent additives in polyurethane coatings based on phosphate ester polyols. They reported that, the expanded graphite showed better flame retardant properties compared to melamine and ammonium polyphosphate in their system [13]. In this paper, flame retardancy properties of a newly synthesized boron containing polyol is discussed. Synthesis of the boron containing polyol was monitored with Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Polyurethane films were prepared by curing the boron containing polyol with two types of isocyanates. The fire response of these polyurethane films were investigated with limiting Oxygen Index (LOI) and Thermogravimetric Analysis (TGA) measurements.

## Experimental

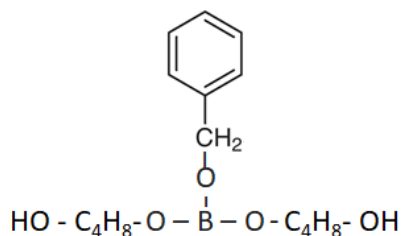
### Materials

The boron containing polyol was synthesized in our laboratory. This synthesis was achieved by taking the advantage of esterification reaction of boric acid with alcohols (Equation 1) [14-17].



1 mole of boric acid, 1 mole of benzyl alcohol and 2 moles of 1,4 butanediol were used without any further purification to synthesize the hydroxyl functional borate ester (Figure 1) as a boron containing polyol. The progress of the synthesis reaction was evaluated by FTIR analysis and the amount of water collected during the reaction. 99, 6% of theoretical amount of water that was expected to be obtained at the end of the reaction was collected. Boron content (B %) of the synthesized polyol was calculated as 3, 65%.





**Figure 1.** Hydroxyl functional borate ester.

The boron containing polyol was cured with polymethylene phenyl isocyanate (pMDI, from Wanhua) and isophorone diisocyanate (IPDI, from Vencorex) with various NCO/OH ratios (BPU1, BPU2, BPU3, BPU4, BPU5). The reference material was obtained by curing an aromatic polyester polyol, which is supplied from a domestic manufacturer, with pMDI (PU). NCO % of pMDI was measured as 31 %, therefore the nitrogen content (N %) of pMDI were calculated as 10,33 %. In the same way, the nitrogen content (N %) of IPDI were calculated as 12,5 % since its NCO was measured 37,5 %. The NCO content of the isocyanates was determined by the back titration of dibutylamine with normalized HCl solution. The titration method was applied in accordance with ISO 14896.

Employing two different isocyanates with different N % and various NCO/OH ratios in our sample preparations allowed us to variate N % and B % of the polyurethane films. The boron and nitrogen contents of the polyurethane films were calculated by using Equation 2, Equation 3 and Equation 4.

$$B \% = \frac{\text{amount of polyol}}{\text{amount of polyol} + \text{amount of isocyanate}} \times 3,65 \text{ Equation 2}$$

$$N \% (\text{for pMDI}) = \frac{\text{amount of isocyanate}}{\text{amount of polyol} + \text{amount of isocyanate}} \times 10,33 \quad \text{Equation 3}$$

$$N \% (\text{for IPDI}) = \frac{\text{amount of isocyanate}}{\text{amount of polyol} + \text{amount of isocyanate}} \times 12,5 \quad \text{Equation 4}$$

The calculated boron and nitrogen contents of the polyurethane films are given in Table 1.

**Table 1.** Boron and nitrogen

content of polyurethane films

Sample	Hardener	B% (ca.)	N% (ca.)
PU	pMDI	0	4,55
BPU1	IPDI	1,88	6,06
BPU2	IPDI	1,82	6,28
BPU3	pMDI	1,86	5,07
BPU4	pMDI	1,78	5,28
BPU5	pMDI	1,65	5,65

## Methods

**Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR):** FTIR analyses were carried out with Alpha II Platinum FT-IR Spectrometer with Platinum Diamond ATR (Bruker) in the optical range of  $4000\text{ cm}^{-1}$  -  $400\text{ cm}^{-1}$ , by averaging 12 scans.

**Limiting Oxygen Index Measurements (LOI):** LOI values of the polyurethane films were determined with oxygen index meter (Microx, Marestek) in compliance with EN ISO 4589-2. The dimensions of the specimens were 150 mm x 10 mm x 2 mm.

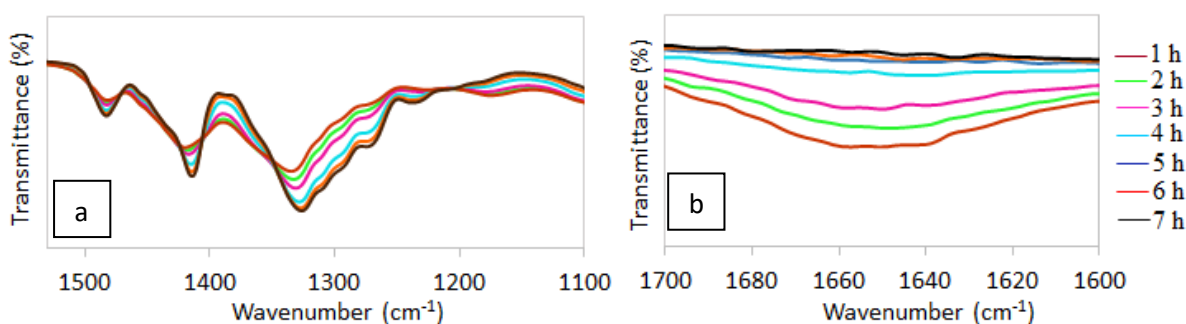
**Thermogravimetric Analysis (TGA):** TGA was performed with TGA Q50 (TA Instrument) from  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  at a linear heating rate of  $20\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  under nitrogen flow.

## Results and Discussion

**Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR):** The boron containing polyol was synthesized in our laboratory in accordance with the fact that esters of boric acid and glycols (B-O-C) can easily be formed by the condensation of boric acid with hydroxyl groups of glycols [14-17]. Chemical structure of boron esters varies depending on the molar ratio between boric acid and the glycols. Boron esters can have functional hydroxyl groups and used as polyols or a part of polyol mixtures if the molar ratio of boric acid to glycols is adjusted accordingly.

The progress of the reaction between the glycol and boric acid that is employed for the synthesis of the boron containing polyol was monitored with FTIR spectroscopy and displayed in Figure 2.

287



**Figure 2.** FTIR Spectra collected during the synthesis of boron containing polyol.

The bands at  $1200\text{-}1500\text{ cm}^{-1}$  appear after the addition of boric acid and their intensity increase as the reaction continues. These bands are corresponded to the stretching vibrations of B-O bond as a part of borate esters. Similarly, the bond around  $1180\text{ cm}^{-1}$  which is assigned to B-OH bending vibrations decreased and then vanished in parallel to the propagation of the reaction between boric acid and the glycol (Figure 2a) [14-22].

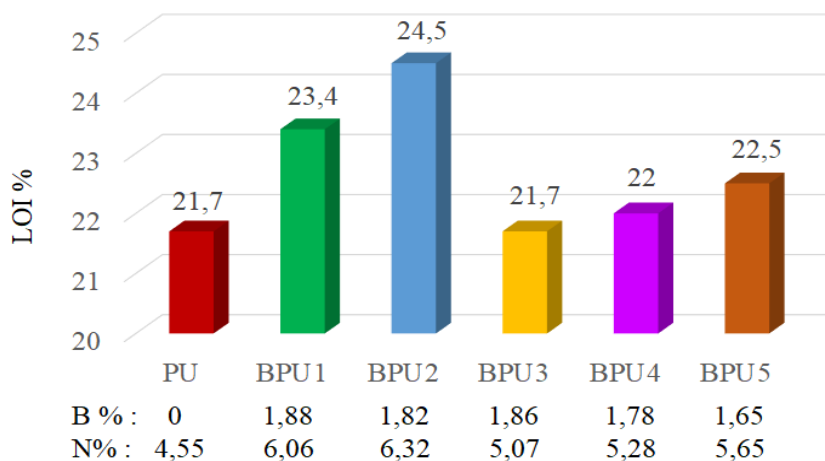
The progress of the esterification reaction can also be followed with the presence of the water in the reaction environment. The band around 1655 cm<sup>-1</sup>(Figure 2b) appears due to the bending vibrations of water [23]. The intensity of that band is at its highest value at the beginning of the reaction when the concentration of unreacted boric acid is at the highest concentration yet. While the boric acid is consumed formation of water slows down. Therefore, the intensity of the peak around 1655 cm<sup>-1</sup> decreases accordingly and the peak disappears when the reaction is completed.

**Limiting Oxygen Index (LOI) Analysis:** Determination the LOI values of materials is one of the methods for the evaluation of their flammability. LOI value of a material is defined as the minimum oxygen concentration in an oxygen and nitrogen mixture required to maintain the burning of a vertical mounted specimen for 3 minutes or until 5 cm of the specimen is consumed. It is calculated as given in Equation 5 and expressed in percentage wise [6, 10, 24, 25].

$$\text{Oxygen Index} = \frac{[\text{O}_2]}{[\text{O}_2]+[\text{N}_2]} \times 100 \tag{Equation 5}$$

Since the oxygen content of air is 21 %, the materials having the LOI values lower than 21 are categorized as combustible while the ones having LOI values higher than 21 are called self-extinguishing. Hence, higher LOI values are the indication of better flame retardancy [10].

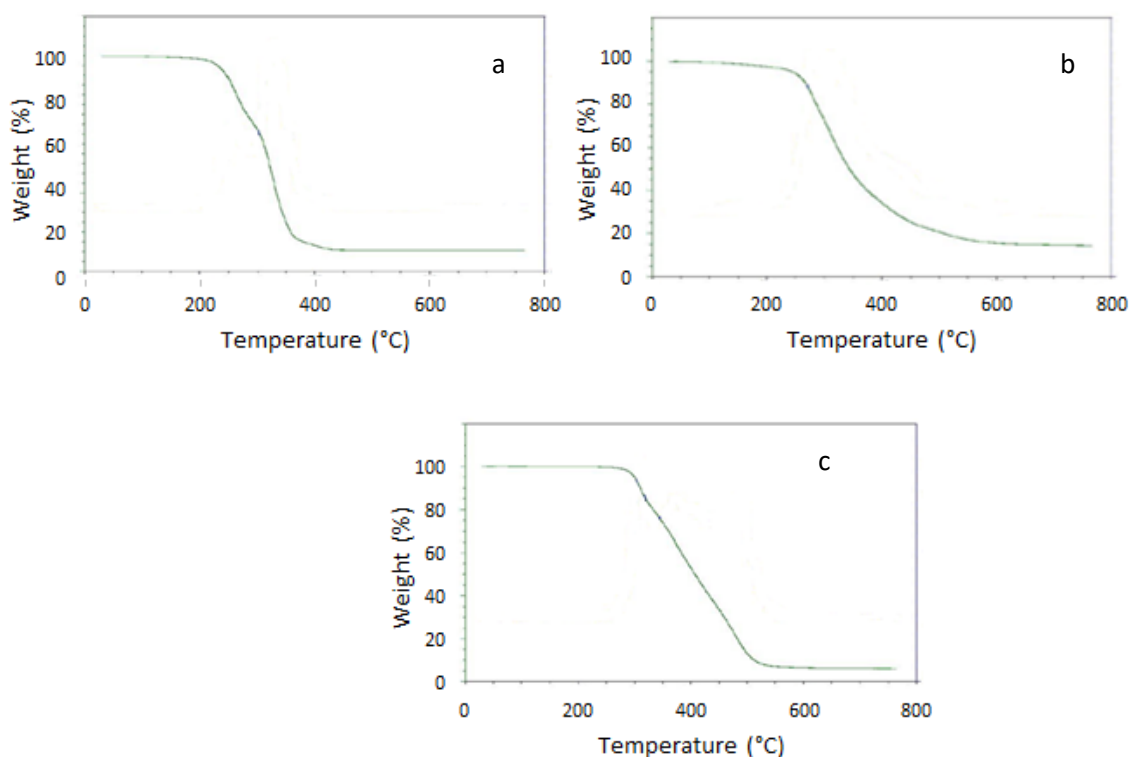
The burning behavior of the polyurethane films obtained by curing the boron containing polyol with pMDI and IPDI were characterized by determining their LOI values. The effect of boron and nitrogen contents on LOI values of polyurethane films are presented in Figure 3.



**Figure 3.** LOI values of polyurethane films

LOI values of the prepared polyurethane films ranges between 21, 7 % and 24, 5 %. Integration of boron into the polyol increases the flame retardancy of the polyurethane films. However, the increase in flame retardancy of polyurethane films does not depend only on the presence of boron. The contribution of nitrogen to the flame retardancy of polyurethane films cannot be excluded, consistent with the literature [7, 9]. For instance, BPU2 has the LOI value of 24, 5 % with boron content of 1, 82 %, while BPU3 having the LOI value of 21, 7% with the boron content of 1,86 %. LOI values of the polyurethane films were affected by not only the boron content but also nitrogen content of the samples.

**Thermogravimetric Analysis (TGA):** Flammability of materials are associated with their thermal degradation behavior in terms of the combustibility of the degradation products. In this respect, thermal stability of selected polyurethane films were investigated by thermogravimetric analysis (TGA). The curves of TGA are indicated in Figure 4. The thermal analysis parameters are presented in Table 2.



**Figure 4.** TGA curves of a) PU, b) BPU2, c) BPU3

BPU2 and BPU3 have higher thermal dissociation temperatures compared to PU which does not contain boron and prepared as the control sample (Table 2). Integration of boron through the polyol resulted in the improvement of the thermal stability of BPU2 and BPU3. The B-O bond energy (561

kJ/mole) is higher than the C-O bond energy (384 kJ/mole) [26], and therefore breaking of B-O occurs at higher temperatures resulting in higher decomposition temperatures of BPU2 and BPU3.

**Table 2:** Thermal analysis parameters of PU, BPU2 and BPU3

	Hardener	T <sub>10%</sub> (°C)	T <sub>20%</sub> (°C)	T <sub>50%</sub> (°C)	T <sub>80%</sub> (°C)	Char Yield (%)
<b>PU</b>	pMDI	246	263	316	343	0,5
<b>BPU2</b>	IPDI	266	285	343	508	14,9
<b>BPU3</b>	pMDI	310	333	407	482	6,1

On the other hand, thermal stabilities of BPU2 and BPU3 are not the same, although they contain similar amount of boron. 10 %, 20%, 50% weight losses of BPU3 occurs at higher temperatures than BPU2. However, this situation reverses at the 80 % weight loss. 80 % of PU3 was lost at 482 °C, while 80% BPU2 was lost at 508 °C.

Thermal behavior of polyurethanes is a complex phenomenon. The type and size of the components, distribution and amount of hard and soft segments, intermolecular forces, and cross-link density should be considered when the thermal data of polyurethanes is interpreted [1, 10, 27, 28].

In literature, there are studies showing that the thermal stability of aliphatic isocyanates are better than aromatic isocyanates [10, 27-29]. This generalization is reasonable when the aromatic and aliphatic isocyanates are both di-functional. When the pMDI is involved in the comparison studies, the findings related to thermal stability changes [10, 29, 30]. Functionality of pMDI (f= 2, 7; number of the reactive groups per molecule) is higher than two as one of the main differences between pMDI and the aromatic di-isocyanates. Isocyanate or polyol with the functionalities greater than two contributes to the cross-linking of the polymer structure of the polyurethanes. Increase in cross-link density has a significant positive impact on the thermal behavior of polyurethanes [1, 2].

The amount of char obtained during the thermal decomposition of PU is not considerable when compared to the char yields of BP2 and BP3. The char yields of BPU2 and BPU3 are 14,9 % and 6,1 % respectively (Table 2). The boron moieties emerging during the pyrolysis of boron containing compounds transforms to boron oxide (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) at relatively high temperatures (260- 270 °C). Boron oxide acts as a glass coating on the surface of the carbonation products excluding the oxygen diffusion effectively and preventing further propagation of combustion [24, 31, 32]. BPU2 and BPU3 have different char yields due to their structural properties. Since the cross-link density of BPU2 is lower than BPU3, the boron moieties can be formed at the early stages of the thermal decomposition. Thus,

the boron oxide can be formed earlier and cover larger amount of non-degraded material resulting in greater char yield.

## Conclusion

Boron can be integrated into the polyurethane structures via boron containing polyols. Boron containing polyols can be synthesized as hydroxyl functional borate esters. Boron and nitrogen has a synergetic effect on the LOI values of polyurethane films. Boron containing polyurethanes have higher thermal decomposition temperatures and char yields. The thermal decomposition temperatures and the char yields related to the boron content as well as the chemical structure of the polyurethanes.

## References

1. Szycher M. (2013). Szycher's Handbook of polyurethanes. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
2. Sonnenschein M.F. (2015). Polyurethanes science, technology, markets, and trends. Wiley, Hoboken, NJ, USA.
3. Bajaj P. (1992). Fire-retardant materials. *Bulletin of Material Science*, 15 (1), 67-76.
4. Mariappan T. (2017). Fire retardant coatings. In *New Technologies in Protective Coatings*. ed. Giudice C., pp. 101-122. IntechOpen. doi:10.5772/67675
5. Patel R.H., Hirani A.V., Patel H.B. (2014). Flame Retardant Polyurethanes and their applications for the improvement in properties of conventional castor oil based polyurethane. *Materials Science Research India*, 11(2), 159-167.
6. Weil E., Levchik S. (2004). Commercial flame retardancy of polyurethanes. *Journal of Fire Sciences*, 22, 183-210. doi: 10.1177/0734904104040259
7. Chmiel E., Lubezak J. (2017). Oligoetherols and polyurethane foams obtained from melamine diborate. *Journal of Polymer Research*, 24 (97). doi: 10.1007/s10965-017-1251-1.
8. Shi X., Jiang S., Zhu J., Li G., Peng X. (2018). Establishment of a highly efficient flame-retardant system for rigid polyurethane foams based on bi-phase flame-retardant actions. *Royal Society of Chemistry Advances*, 8, 9985-9995.
9. Paciorek- Sadowska J., Czuprynski B., Liszkowska J. (2015). Boron-containing fire retardant rigid polyurethane- polyisocyanurate foams: part II- preparation and evaluation. *Journal of Fire Sciences*, 33 (1), 48-68. doi: 10.1177/0734904114554385.
10. Chattopadhyay D.K., Webster D.C. (2009). Thermal stability and flame retardancy of polyurethanes. *Progress in Polymer Science*, 34, 1068-1133.
11. Weil E. (2011). Fire-protective and flame-retardant coatings- a state-of-art-review. *Journal of Fire Sciences*, 29, 259-296. doi: 10.1177/0734904110395469.
12. Kalav B., Ismar E., Kahyaoğlu B.K. (2019). Enhancing the flame retardancy of UV curable polyurethane acrylate coated films with alumina trihydrate filling. *Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture*, 34 (3), 11-19.
13. Yakushin V., Abolins A., Vilsone D., Sevastyanova I. (2019). Polyurethane coatings based on linseed oil phosphate ester polyols with intumescent flame retardants. *Fire and Materials*, 43, 92-100.
14. Tahara N., Kakiage M., Yanase I., Kobayashi H. (2013). Effect of addition of tartaric acid on synthesis of boron carbide powder from condensed boric acid- glycerin product. *Journal of Alloys and Compounds*, 573, 58-64.
15. Kakiage M., Tahara N., Yanase I., Kobayashi H. (2011). Low temperature synthesis of boron carbide powder from condensed boric acid-glycerin product. *Materials Letters*, 65, 1839-1841.
16. Şenel M., Bozkurt A., Baykal A. (2007). An investigation of the proton conductivities of hydrated poly (vinyl alcohol)/ boric acid complex electrolytes. *Ionics*, 13, 263-266. doi: 10.1007/s1 1581-007-0100-4.

17. Egneus B., Uppström L. (1973). Extraction of boric acid with aliphatic 1, 3 diols and other chelating agents. *Analytica Acta*, 66, 211-229.
18. Hristov H., Nedyalkova M., Simenov V. (2018). Insight into polymer-borate films-structural approach. *Bulgarian Chemical Communications*, 50 (2), 281-285.
19. Soydan A.M., Akdeniz R. (2017). Polymer electrolytes based on borane/poly (ethylene glycol) methyl ether for lithium batteries. *Journal of Chemistry*, Article ID 4839410. doi:10.1155/2017/4839410.
20. Pişkin S., Yılmaz M.S. (2011). Production of methyl borate for sodium borohydride (NaBH<sub>4</sub>): hydrogen storage medium. *IPCBEE*, 10, 59-63.
21. He Z., Xiong L., Xie F., Shen M., Han S., Hu J., Zu W. (2018). Tribological and antioxidation properties study of two N-containing borate ester derivatives as additive rapeseed oil. *PLoS ONE*, 13 (12), e0207267. doi: 10.1371/journal.pone.0207267.
22. Dateraksa K., Sinchai S. (2019). Phase formation of boron carbide powder synthesized from glutinous rice flour. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 29 (3), 48-53.
23. Coker D.F., Reimers J.R., Watts R. O. (1982). The infrared absorption spectrum of water. *Australian Journal of Physics*, 35, 623-638.
24. Lu S.Y., Hamerton I. (2002). Recent developments in the chemistry of halogen-free flame retardant polymers. *Progress in Polymer Science*, 27, 1661-1712.
25. Wang X., Kalali E.N., Wan J.T., Wang D.Y. (2017). Carbon-family materials for flame retardant polymeric materials. *Progress in Polymer Science*, 69, 22-46.
26. Wang S., Wang Y., Bian C., Zhong Y., Jing X. (2015). The thermal stability and pyrolysis mechanism of boron-containing phenolic resins: The effect of phenyl borates on the char formation. *Applied Surface Science*. 331, 519-529. doi: 10.1016/j.apsusc.2015.01.062.
27. Barikani M. (1986). Thermally stable polyurethane elastomers: their synthesis and properties. Loughborough University of Technology, Loughborough, UK.
28. Amado J.C.Q. (2020). Thermal resistance properties of polyurethanes and its composites. In *Thermosoftening Plastics*, ed. Evingür G.A., Pekcan Ö., Achilias D.S., pp. 73-85. Intech Open. doi: 10.5772/intechopen.87039
29. Song Y. M., Chen W. C., Yu TL, Linliu K, Tseng YH. (1996). Effect of isocyanates on the crystallinity and thermal stability of polyurethanes. *Journal of Applied Polymer Science*, 62, 827-834.
30. Maminski M., Jaskolowski W., Parzuchowski P. (2014). Thermal stability of novel polyurethane adhesives investigated by TGA. *Mediterranean Journal of Chemistry*, 3(3), 877-882.
31. Abdalla M. O., Ludwick A., Mitchell T. (2003). Boron-modified phenolic resins for high performance applications. *Polymer*, 44, 7353-7359.
32. Feng J., Chen L., Gu J., He Z., Yun J., Wang X. (2016). Synthesis and characterization of aryl boron-containing thermoplastic phenolic resin with high thermal decomposition temperature and char yield. *Journal of Polymer Research*, 23 (97). doi: 10.1007/s10965-016-0966-9

**COMPUTATIONAL INVESTIGATION OF A HYBRID SCRAMJET COMBUSTION FOR DIFFERENT INLET MACH NUMBERS WITH HYDROGEN AS A FUEL****Chandan KUMAR**

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY****ORCID NO:** <https://orcid.org/0000-0001-7885-0353>

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**Prof. Dr. Kaushal KUMAR SHARMA**

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**ABSTRACT**

The purpose of designing the hybrid cavity in the scramjet combustor to increase the performance of the combustor. In parallel fuel injection system to improve the mixing, however, the total pressure losses are not appreciated. Hybrid cavity model of scramjet combustor at a different Mach number of study and following conclusions are drawn on the basis of numerical analysis. It is observed that a revamped combustor with a hybrid cavity flame holder outperformed the single cavity flame holder and the without cavity flame holder. The additional shock wave is generated in the hybrid cavity. Residence time is also increased. From all the graphs and contours, it is seen the hybrid cavity is better than the without cavity and single cavity at higher Mach number like as 5,6. In all the models is the best model of the hybrid cavity flame holder. The flow structure of a hybrid style cavity flame holder with Mach numbers of 3,4,5,6 was visualized. Shock waves and vortices, as well as recirculation zones, all contribute to the mixing of air and fuel. A lot of a research has been done to improvise the design of scramjet combustor to its most accurate and efficient form. But there is still a number of pending concepts and scopes a scramjet engine on which a future researcher can work on. The future scope is as follows. The availability of high-performance computers allows the entire flow path to be integrated and the current design to be refined. Three-dimensional simulations produce more accurate results since turbulence is three-dimensional. They operate at better speeds and altitudes than conventional jet engines. It is believed that they ought to be able to feature over the variety of Mach 7 to 20.

**Key-words-** Scramjet combustion, flameholder mechanism, turbulence modelling, grid independence test, Mach number

**1. INTRODUCTION**

To define a scramjet engine, A ramjet using supersonic combustion for its working is called a Scramjet. It is an airbreathing ramjet-based engine used in jet plane's modified version wherein supersonic combustion happens. A scramjet is a ramjet is predicated on excessive vehicle piece to compress forcefully and slow down the air coming in before explosion (subsequently ramjet). Still, in a ramjet engine, air velocity is decelerated to speeds below the subsonic range earlier than combustion. In the



case of scramjet flow of air is supersonic in the course of the whole Engine, which lets the Scramjet function correctly at extraordinarily high velocity. The Scramjet consists of 3 fundamental additives: a convergency inlet, a combustor, and a divergent nozzle. A scramjet engine uses the high rate of the aircraft to get high speed in the inflow air, which becomes the reason to get compressed air at the inlet. Scramjet engines have no moving parts. Scramjet Engine may fulfill This requirement exists since it can be used as a reusable launch vehicle as well as a possible cruise missile capable of reaching and maintaining hypersonic speeds as discussed by Verma et al. [1].

Scramjet engine has three significant named as : (i) Inlet, (ii) Combustor, (iii) Nozzle

1-An inlet that uses shocks to compress incoming air and feed it to the combustor.

2-A Combustor, where generates heat by reacting fuel with compressed air.

3-A diverging nozzle, which generates the thrust necessary to propel the vehicle.

Within a scramjet combustor, the flow field is extremely complicated. The major concerns in the construction of scramjet engines are the mixing of reactants, flame retention, stability, and full. A scramjet's configuration is determined by two factors. to begin, the temperature of the compressed air flowing into the combustor must be high enough for combustion to take place. Second, there must be sufficient pressure to complete the reaction. to appear before the gases are hurtled out through the back of the Engine. The figure shows a typical model of the scramjet engine. It has a supersonic inlet where the supersonic air enters, and it is the compressed in to the supersonic combustion chamber, in which where the is compressed air from the channel is going to be mixed with the fuel and air; and a diverging nozzle, where the gases from the combustion chamber accelerated into the atmospheric air.

## 2 .LITERATURE REVIEW

Choubey et al. [6, 8], in his work, used Hydrogen  $H_2$  as Fuel and concluded that it produces more energy, is a cleaner fuel than other available options, low volumetric density but has the highest energy density, and it has very lite weight this makes it more eligible to be used in jet engine hence he recommends it to use in scramjet engine also. From a different paper referred it was found that fossil fuels have fixed quantity, it has more volumetric density but less energy density, it creates very high pollutants that pollute our environment and all in all extensive use of fossil fuels will exhaust it completely and will disturb the sustainable development path of growth [8-9]. Pandey et al. [9, 11] did a CFD analysis of scramjet combustor at Mach 7. They conclude that engines working at Mach more than 5 will have great importance in developing space tourism, increasing the reach in space, and developing missile technologies more. Several analysts keep an eye on and keep researching in this field as it has maximum use in defense technology. .

The goal of the existing paintings is to look numerically at the waft phenomena by taking two struts in the combustor at a different angle of attack ( $\alpha = 3$ ,  $\alpha = 0$  and  $\alpha = -3$ ) by adjusting the Diameter Length Ratio scramjet version. It's far found that changed scramjet combustors with two struts and 0 attitudes of attack  $\alpha = \text{zero}$  have advanced the combustion performance and it has the lowest ignition put off with the aid of Choubey et al. [14]. This particular paper especially focuses on a quick review of the contemporary status of composite materials consisting of Polymer matrix composites, metallic matrix composites, and Ceramic Matrix Composites (CMCs), with their emphasis on various packages, which includes Scramjet combustor by Choubey et al. [12,13]. Moreover, the overall performance of Scramjet is drastically progressed with the aid of twin hollow space indicating that the twin cavity flame holder would be a possible preference for the destiny increase of Engine using scramjet technique by using Choubey et al. [16]. As a result, modern struts have been modelled to increase the interaction of air and fuel by generating additional shock waves and streamline vortices through Obulla et al. [17]. Pandey et al. [8] studied DLR engine based on Scramjet to find a better working strut out of planer injector strut & circular injector strut considering combustion & blending as the main criteria. Pandey et al. [14] conducted research on the topic of CFD analysis of Hypersonic Combustion of H<sub>2</sub>-Fueled Scramjet Combustor with Hollow Space Dependent Gas Injector at Flight Mach 6, and the results are presented in this thesis. SST  $k-\omega$  turbulence model, finite charge/eddy-dissipation reaction model, In this article, they were used. For cavity-based gasoline injectors, are used to mimic the hypersonic waft topic of the Hydrogen-fueled scramjet combustor. The following results were obtained after discussing specific glide and overall output parameters such as static wall pressure, temperature, Mach wide range, and density distribution, as well as combustion efficiency.

Pandey et al. [17] worked on numerical investigation on hydrogen-fueled scramjet combustor with parallel strut fuel injector at a flight mach number of 6. They observed that numerical simulations were aimed to see the flow structure, supersonic mixing, and combustion phenomena for the three different types of geometries for circular shaped strut configuration. Choubey G. et. Al. [18] worked on Hydrogen fuel in scramjet engines - A brief review. The authos mainly focused on literature review done in this direction. Choubey G. and Pandey K.M [19]. worked on numerical studies on the performance of scramjet combustor with alternating wedge-shaped strut injector. Present results showed that the negative angle of attack ( $\alpha = -3^\circ$ ) have lowest ignition delay and this is improving the performance of scramjet combustor. Optimization of scramjet performance with different fuel injection techniques and flame holder cavities Kummitha, O.R., et.al [20]. worked on Optimization of scramjet performance with different fuel injection techniques and flame holder cavities. They concluded that the

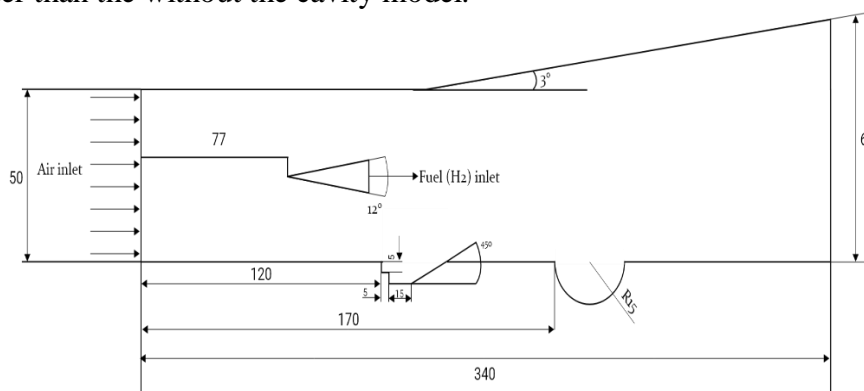
scramjet combustor in association with an innovative (wavy wall) cavity design and additional cavity along with direct fuel injection technique gives the optimum design to enhance the combustion efficiency.

### 3 METHODOLOGY

#### 3.1 GEOMETRY MODELING OF HYBRID SCRAMJET MODEL

In the design of the hybrid Scramjet, it means a combination of There are two types of cavities:

phase and semi-sphere. Scramjet's total height and length is 50 mm and 340 mm at the compressor part's inlet and 62 mm at the diffuser part's outlet.. The parallel strut is spaced at  $y = 25$  mm and  $x = 50$  mm apart. It is equipped with hydrogen fuel injector and is position that half of the original  $12^\circ$  angle that is  $6^\circ$ . there will be always risk of direct impact in to the cavity due to formation of oblique shock wave due to mounting of cavity flame holder at a gap of 120 mm, which is advantageous because it will rise the mixing ratio and pressure. I created a hybrid cavity (a mixture of stepped and semi sphere) in the predesigned modular commercial programe ANSYS FLUENT 19.2 Holders have a L/d of less than ten. Both holes are 10 mm in depth and 30 mm in length. Each step in the stepped hole is 5 mm in diameter and 5 mm in width. A hybrid cavity in this cavity combination of the stepped and semi sphere recess. In this model, the stepped hole is 120mm from the combustor's inlet port, and the circular cavity is 170mm from the combustor's inlet part. shown in figure, Design of this model because mixing is the main problem in the combustor, in this model mixing performance is better than the other model of the scramjet combustor, because recirculation zone is better than the other model of the scramjet combustor due to recirculation zone to better the mixing of air and fuel, shock wave formation is better than the other model that's why to design the hybrid scramjet model. Also, we know that the cavity flame holder is better than the without the cavity model.



All dimensions are in mm

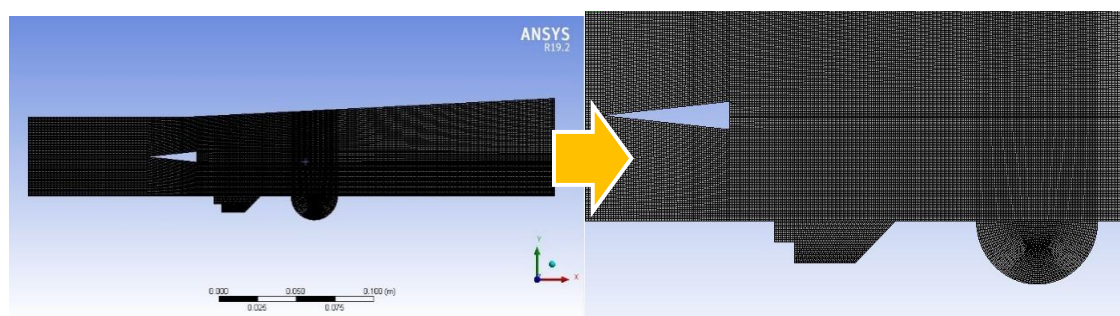
Figure 3Hybrid scramjet model

### 3.2 MESHING OF THE MODEL

In this part, after creating the geometry by Commercial software of ANSYS FLUENT 19.2 in predesign modular, then meshing has been done. During meshing, I consider the multizone face split because too easy to the meshing of the structure mesh .in structure meshes to give accuracy. Then face meshing is done, and also edge sizing is provided to generate the mesh. In the element 81475 and nodes are taken 86565 The below Figure 4 are shown the meshing of the model:

### 3.3 NUMERICAL MODELLING

In every simulation or numerical solved problem, the geometry model and the governing equations are the very important because these equations are the effect of behind the physics.. In the case of reacting flow problems, the affected the combustion by the flow of variables. The numerically solved of by the commercial software ANSYS FLUENT 19.2 is the used to carry of my work. I have to choose the fluid is ideal gas, and the flow model is by the second-order of scheme. And the proper relaxation factor is selected, density base solver and the courant number is taken 0.5. double precision is taken in the 2D model. The flow is compressible and turbulent in nature.The governing equations To the numerical modeling RANS equation model, and the solver is density-based the with the two-equation SST k-w model of with the single-step Eddy Dissipation reaction/ finite ( Volumetric reaction ) rate is carefully chosen. In the case of the Mixture materials are to be as a fuel hydrogen and air is selected. And to study based on relevant literature review paper [10-15], The SST k- $\omega$  model is suitable for the current model in order to obtain the expected results at species transport, shock wave formation, turbulent mixing and so on.



**Figure 4** Meshing the model of scramjet combustor with hybrid cavity

### 3.3.1 GOVERNING EQUATIONS

These are the shown in the below are governing equations of the for field of flow:

(i) continuity Equation:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_k) = 0 ; k = 1,2,3 \quad [1]$$

(ii) Momentum Equation:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_i u_k) + \frac{\partial P}{\partial x_i} = \frac{\partial (\tau_{ik})}{\partial x_k} ; i, k = 1,2,3 \quad [2]$$

(iii) Energy Equation:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho H) + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_k H) = - \frac{\partial}{\partial x_k} (u_j \tau_{jk}) + \frac{\partial q_k}{\partial x_k} ; \quad [3]$$

$$j, k = 1,2,3$$

### 3.4 COMBUSTION MODELLING

I have to choose the volumetric reaction is the species transport model based Finite /eddy dissipation with based species transport model in the scramjet combustion model. I have also chosen the single step to complete the response by Hydrogen and air [18-19]. The reaction equation is:



### 3.5 BOUNDARY CONDITIONS

The boundary conditions have three boundary inlet, wall, and outlet. In the No-slip boundary is applied on the walls of combustor, and adiabatic boundary conditions are used on the combustor walls. On the combustor's inlet, Dirichlet boundary conditions are used. On the combustor's outlet, Neumann boundary conditions are used. These are the boundary conditions are taken from the experimental set up [19] is in the form of table 1:

### 3.6 ASSUMPTIONS

The numerical simulation was carried out with the following limitations:

1. It is believed that a two-dimensional model is used.
2. RANS, SST k-w turbulence modelling was used in the second phase.
3. Single-step chemical kinetics in steady-state has been considered.
4. Eddy Dissipation/Finite Rate Equation of species transport

**Table 1.** The Variable values of the for inlets of the fuel and air from Obula et al.

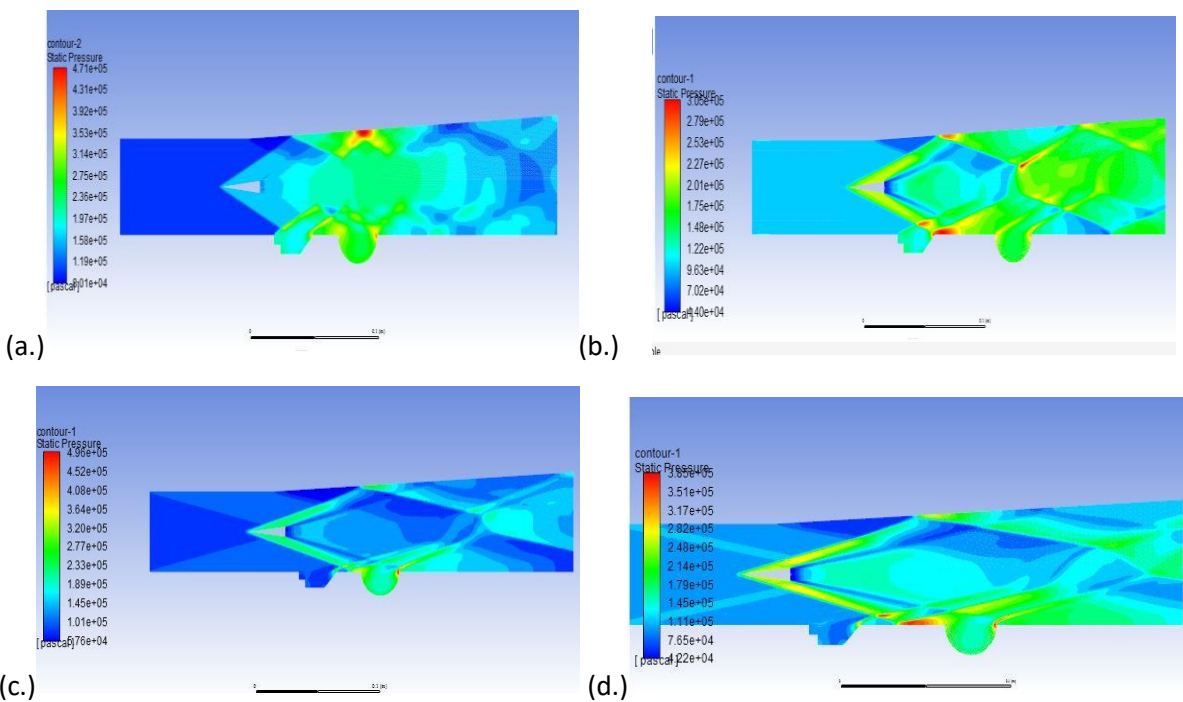
S no.	Variables	Air	Fuel (Hydrogen)
01	Mach Number ( Ma )	2.0	1.0
02	Pressure P( Pascal )	100000	100000
03	Temperature ( K)	340	250
04	Density $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	1.002	0.097
05	Velocity u (m/s)	730	1200
06	Mass fraction of Oxygen	0.232	0
07	Mass fraction of Nitrogen	0.736	0
08	Mass fraction of Water	0.032	0
09	Mass fraction of hydrogen	0	1

## 4 RESULTS AND DISCUSSION

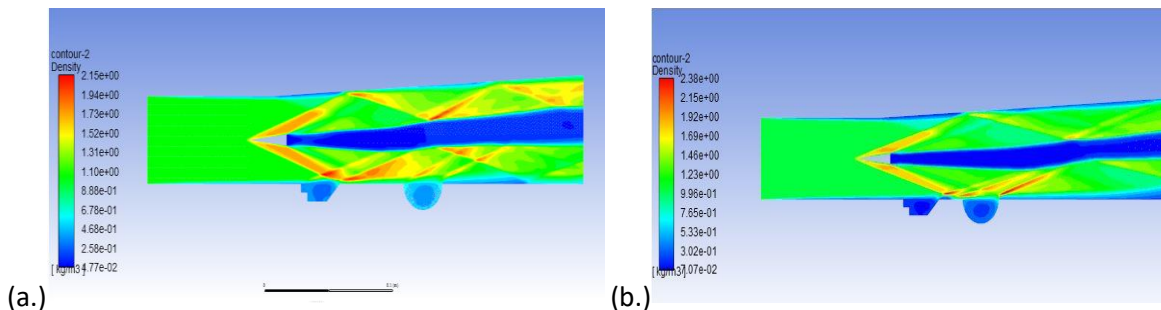
### 4.1 Discussion on Influence of Various Parameters

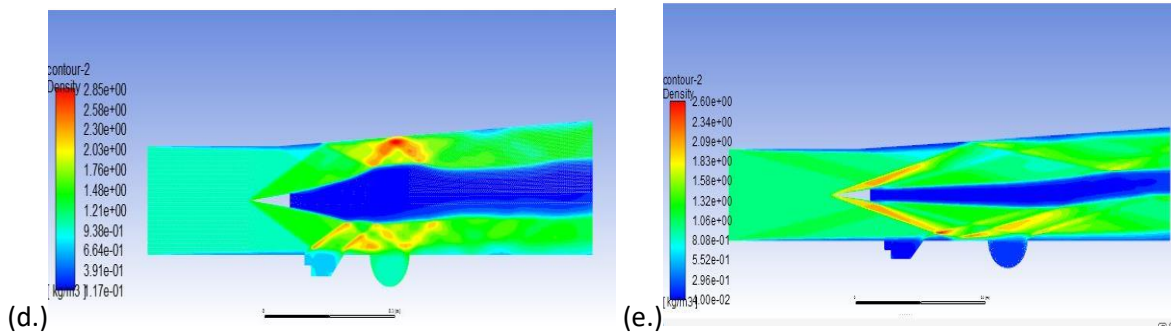
Below mentioned are the figures of contours of pressure and density of hybrid Scramjet model.. Mixing of supersonic air with the fuel and creation of shock train takes place between fuel stream and combustion chamber wall after undergoing several reaction by oblique shock waves which where generated at strut 's leading edge, as shown by the pressure and density contours. At trailing edge of the strut expansion shock waves formation takes place which undergoes multiple reactions, but they are not significantly more effective in mixing air and fuel than oblique shock waves. When comparing the DLR standard scramjet model to the cavity attached scramjet model, it can be seen that there are more shock waves and recirculation zones. Recirculation zones are critical for mixing air and fuel, as well as increasing the supersonic air stream's residence time and the vortices that form. The fuel enters the fuel stream from the recirculation areas, carrying the fuel in recirculation zone then improving air – fuel mixing and source of energy. Expansion waves form at the cavity's trailing and leading edges in the hybrid cavity scramjet model. These are useful for a variety of supersonic air stream and fuel stream

reflections for improving air and fuel mixing because of recirculation zones and vortices Pressure and density contours are developed at different Mach numbers like as 3,4,5,6. The figure shows the contours at different Mach numbers. In higher the Mach number like as 5 and 6 in more shock wave formation and creates more recirculation zones then a stronger mixture of air and fuel The wedge strut also increases the fuel's residence time in the combustion chamber. Expansion waves are formed near the hybrid model's combustor's trailing edge and leading edge. The combustor is more evolved the crest point to start the shock wave formation in the pressure variation over the entire length of the hybrid. In addition, it enhances to performance parameter of scramjet combustor model is increases.



**Figure 5** Pressure contours of scramjet with hybrid cavity (a.) at Mach 3 (b.) at Mach 4 (c.) at Mach 5 (d.) at Mach 6

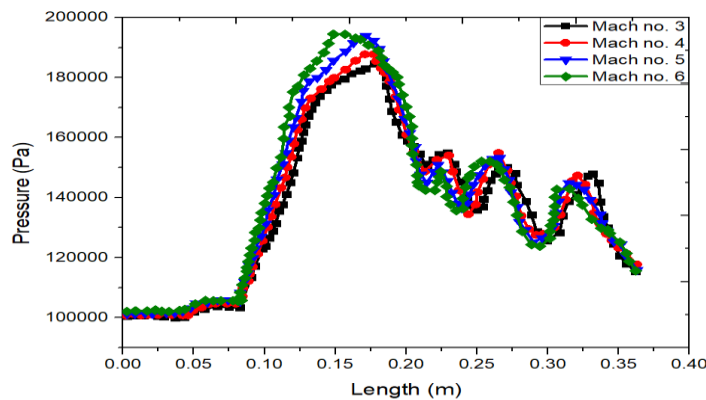




**Figure 5** Density contour of scramjet with hybrid cavity (a.) at Mach 4 (b.) at Mach 5 (c.) at Mach 3 (d.) at Mach 6

### 4.2 PRESSURE

The figure shows the pressure variations at the middle of the combustor for the hybrid cavity model at the different Mach number. The Figure 6 is the pressure variation shown the different Mach number at 3, 4,5,6 .From the pressure variation on the Scramjet with hybrid cavity means of a combination of the step and semi-sphere, the main part of the how-to the variation of pressure to the entire length of the combustor, the pressure rises in the form of the acoustic wave and propagate the wave along with the upstream of the cavity. From the profile of pressure, it is seen that Since the hybrid cavity model of the combustor has a lower drag coefficient than the other model, pressure energy converts to kinetic energy. The shock wave impinging on the wall of a combustion chamber is shown by the crest points in the pressure profiles.



**Figure 5.**Pressure Variation at middle of the combustor of hybrid scramjet model( Y = 25mm)

### 4.3 PERFORMANCE PARAMETERS

#### a) MIXING EFFICIENCY

Figure 6 (a.) is shown the efficiency of mixing at the Mach number 3,4,5,6 of the hybrid cavity model of the combustor The important parameter of the scramjet combustor is mixing efficiency. The numerical and numerical results are shown to be in strong agreement. The mixing efficiency of the

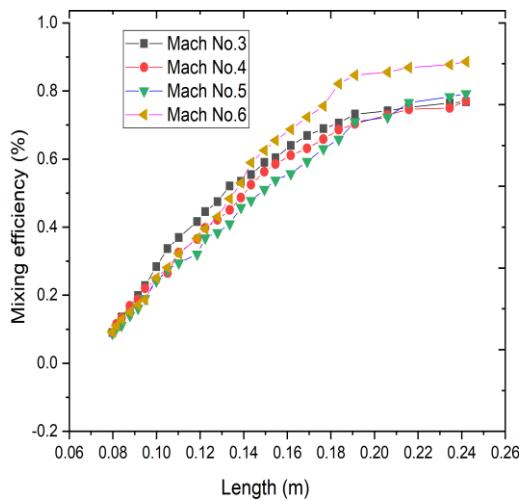


hybrid cavity flame holder is higher than the experimental value. model. At  $X = 145$  mm from onwards, the increasing Mixing efficiency. In the case of the hybrid cavity flame holder to a combustor of Scramjet is improved at the different Mach number 3,4,5,6 .in. The formation of recirculation zones, as well as additional shock waves and vortices, raises the Mach number. developed. It is the observation of mixing efficiency better in the hybrid cavity flame holder at a higher Mach number to compare to the without a cavity.

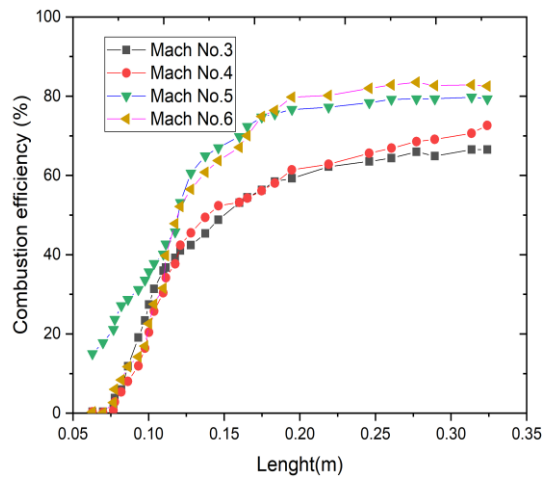
**b) COMBUSTION EFFICIENCY**

The Figure 6 (b.) is shown the efficiency of combustion at the Mach number 3,4,5,6 of the hybrid cavity model of the combustor, The combustor's most critical parameter is combustion efficiency. The numerical and numerical results are shown to be in strong agreement. The combustion efficiency of the hybrid cavity flame holder is more than the experimental model and single cavity at different Mach number 3,4,5,6 in higher Mach number the efficiency is more than the other model at Mach number. At  $X = 145$  mm from the onwards, the increasing combustion efficiency. The development of recirculation zones, additional shock waves, and vortices are enhanced in the case of the hybrid cavity flame holder to a Scramjet combustor. It has been observed that the phase cavity flame holder has a higher mixing efficiency than the flame holder without a cavity.

(a.)



(b.)



**Figure 6.** Efficiency (a.) Mixing efficiency (b.) Combustion efficiency

## 5.CONCLUSION

The purpose of designing the hybrid cavity in the scramjet combustor is to increase the performance of the combustor. In parallel fuel injection system to improve the mixing, however, the total pressure losses are not appreciated. Hybrid cavity model of scramjet combustor at a different Mach number of study and the following conclusions are drawn on the basis of numerical analysis:

- From all the graphs and contours, it is seen the hybrid cavity is better than the without cavity and single cavity at higher Mach number like as 5,6.
- Among all models the best model of the hybrid cavity flame holder.
- The flow structure of a hybrid style cavity flame holder with Mach numbers of 3,4,5,6 was visualized as discussed in literature review part, . shock waves and vortices, as well as recirculation zones, all contribute to the mixing of air and fuel.
- A revamped combustor with a hybrid cavity flame holder outperformed the single cavity flame holder and the without cavity flame holder The additional shock wave is generated in the hybrid cavity. Residence time for the fuel is also increased.

## REFERENCES

- [1]. Ambe Verma, K., Murari Pandey, K., Ray, M., & Kumar Sharma, K. (2021). Effect of transverse fuel injection system on combustion efficiency in scramjet combustor. *Energy*, 218, 119511. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119511>
- [2]. Kummitha, O. R., Suneetha, L., & Pandey, K. M. (2017). Numerical analysis of scramjet combustor with innovative strut and fuel injection techniques. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(15), 10524–10535. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.01.213>
- [3] Kummitha, O. R., Pandey, K. M., & Gupta, R. (2018). CFD analysis of a scramjet combustor with cavity based flame holders. *Acta Astronautica*, 144(January), 244–253. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.01.005>
- [4] Verma, K.A., Pandey, K.M., Sharma, K.K., (2020), Numerical Investigation of Variation of Combustion Efficiency of Scramjet Combustor with Change in Length of Wedge Shaped Strut Blunt End. *TEST Engineering & Management*, Vol. 82, pp. 7800-7806
- [5] Verma, K.A., Pandey, K.M. and Sharma, K.K., Computational investigation of mixing performance on the effects of innovative transverse fuel injection system in parallel fuel injection based scramjet combustor. *Materials Today: Proceedings*, 2020.
- [6]Choubey, G., Suneetha, L., & Pandey, K. M. (2018). Composite materials used in Scramjet- A Review. *Materials Today: Proceedings*, 5(1), 1321–1326. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.217>
- [7] Kummitha, O. R., Pandey, K. M., & Gupta, R. (2018). Optimization of scramjet performance with different fuel injection techniques and flame holder cavities. *Acta Astronautica*, 152(September), 908–919. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.09.026>

- [8] Choubey, G., D, Y., Huang, W., Yan, L., Babazadeh, H., & Pandey, K. M. (2020), Hydrogen fuel in scramjet engines - A brief review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(33), 16799–16815. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.04.086>
- [9] Pandey, K. M., & Thangavel, S. (2011). CFD analysis of scramjet combustor using strut with circular and planer injector. ASME 2011 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, IMECE 2011, 4(PARTS A AND B), 1521–1529. <https://doi.org/10.1115/imece2011-62310>
- [10] Choubey, G., Devarajan, Y., Huang, W., Mehar, K., Tiwari, M., & Pandey, K. M. (2019). Recent advances in cavity-based scramjet engine- a brief review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(26), 13895–13909. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.04.003>
- [11] Pandey, K. M., Choubey, G., Ahmed, F., Laskar, D. H., & Ramnani, P. (2017). Effect of variation of hydrogen injection pressure and inlet air temperature on the flow-field of a typical double cavity scramjet combustor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(32), 20824–20834. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.07.026>
- [12] Kummitha, O. R., Suneetha, L., & Pandey, K. M. (2017). Numerical analysis of scramjet combustor with innovative strut and fuel injection techniques. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(15), 10524–10535. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.01.213>
- [13] Kummitha, O. R., Pandey, K. M., & Gupta, R. (2018). CFD analysis of a scramjet combustor with cavity based flame holders. *Acta Astronautica*, 144, 244–253. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.01.005>
- [14] Pandey, K. M., Roga, S., & Choubey, G. (2016). Numerical investigation on hydrogen-fueled scramjet combustor with parallel strut fuel injector at a flight mach number of 6. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 9(3), 1215–1220. <https://doi.org/10.18869/acadpub.jafm.68.228.24082>
- [15] Debnath, P., & Pandey, K. M. (2017). Numerical investigation of detonation combustion wave in pulse detonation combustor with ejector. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 10(2), 725–733. <https://doi.org/10.18869/acadpub.jafm.73.239.27266>
- [16] Choubey, G., Pandey, K. M., Maji, A., Deshmukhya, T., & Debbarma, A. (2017). Computational Investigation of Multi-Strut Injection of Hydrogen in a Scramjet Combustor. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 2608–2614. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.02.115>
- [17] Pandey K.M., Roga S and Choubey G (2016), Numerical investigation on hydrogen-fueled scramjet combustor with parallel strut fuel injector at a flight mach number of 6, *Journal of Applied Fluid Mechanics (Open Access)* Volume 9, Issue 3, Pages 1215 – 1220.
- [18] Choubey G. et. al., Hydrogen fuel in scramjet engines - A brief review, (@)@) *International Journal of Hydrogen Energy* Volume 45, Issue 33, Pages 16799 - 16815 24 June
- [19] Choubey G. and Pandey K.M. ( 2015 ) Numerical studies on the performance of scramjet combustor with alternating wedge-shaped strut injector, *International Journal of Turbo and Jet Engine*, sVolume DOI 10.1515/tjj-2015-0048
- [20] Kummitha O.R. et. al ( 2018 ). Optimization of scramjet performance with different fuel injection techniques and flame holder cavities , *Acta Astronautica*, 2018, 152, pp. 908–919

**A REVIEW ON ANALYSIS OF HEAT TRANSFER IN HEAT EXCHANGERS  
USING NANO FLUIDS****Deepak KUMAR SHARMA**

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**Sarken KAPAYEVA**Department of Mechanical Engineering, D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University,  
Ust-Kamenogorsk, 070004, Kazakhstan**Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY****ORCID NO:** <https://orcid.org/0000-0001-7885-0353>

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

**ABSTRACT**

Job Satisfaction indicates the workers' insight into their workplace settings, interpersonal relationships, salarymen endorsement opportunities. In a health care services environment with tension and division of labor, the basic challenge is to compose well in this kind of setting. The health care peoples, teachers, bank employees, corporate managers, salespeople, and all the occupational workers are not satisfied with their job. This literature review shows that a big number of factors influence employee performance that as satisfaction from the profession, labor environment, compensation policies and demographic variables, educational qualification, and several more factors are the key influencing factors for health care workers. This research paper inspects the rising literature narrating to workplace satisfaction amid diverse working organizations and concludes that further more investigation is needed to aware that the relative significance of the several recognized factors to workplace satisfaction in diverse working organizations. Findings disclosed as believed by literature review, female professionals facing the problems more than male of job and not satisfied amongst healthcare organizations. This is also observed during Covid-19 period that really the job of health care workers is very tough as even many nurses and doctors also lost their lives due to Covid-19 situation. It is observed from this review paper that there is a need to carry more research in this area in order to get a better picture of the situation.

305

**Keywords:** Job satisfaction, health care, demographic variables, compensation, working hours,.**1 INTRODUCTION**

*Job satisfaction narrates to the total relationship between an individual employee and the employer for which he is paid.* Job satisfaction is the long-standing prospect of employment in an organization, which makes a sense of involvement and commitment to the employees. This is about one's mental state concerning the nature of one job. It can be prejudiced by various determinants like the quality of one's relationship with their superior, the quality of the physical environment in which they work,

degree of achievement in their work, etc. It is one of the significant elements which has drawn all the attention of managers in the industries as well as academicians. Numerous researches have been organized to know the elements which ascertain the satisfaction level concerned with the job and the way it affects the overall productivity and profitability of an industry. Though there is no last clue that job satisfaction affects directly productivity because productivity is mainly based on so many variables. Therefore, it is still a key concern for managers. So, job satisfaction is the psychological feeling of positivity that every employee has regarding their job. In short, employees are the essential assets of industry and with their efficiency, an industry can move towards success. Only with a team of satisfied employees, productivity increases, which further lead to the success of an organization. And by organizing a job satisfaction study, we can find out whether the employees are happy or not and also to see whether they are motivated or not.

According to Kaliski [1], Job satisfaction means employees feeling of prosperity and rewards on the job performed. It is commonly identified to be directly connected to outcome, productivity as well as and employee well-being. Job satisfaction signifies doing a job an individual enjoys, doing it nicely, and being compensated for an individual effort. Job satisfaction further signifies interest and happiness in one's work. Job satisfaction is the fundamental part that leads to the identification, revenue, encouragement, and the attainment of other objectives that lead to a feeling of satisfaction. After that George *et al.* [2] explained that job satisfaction means the collection of a lot of feelings and faith that personnel have regarding their present job. Employees' levels of intensity of satisfaction can range from severe satisfaction to severe dissatisfaction. Also, to have viewpoints about their current jobs as an outcome. Employees also have perspectives regarding many forms of their jobs namely the nature of work employee do, their peer groups, supervisors or subordinates, and their salary Aziri [3] observed that job satisfaction shows a pleasurable attitude that emerges as an outcome of the concept that the job facilitates the material and psychological needs.

### 1.1 The objective of the study

- To examine the employee job satisfaction level in the pharmaceutical industry.

## 2 LITERATURE REVIEW

A review of the related literature for the ongoing research has been de-scribed in this section. It contributes insight into the many aspects of the research issues as explored by numerous researchers from time to time. In this chapter, a limited review of the research investigation is presented under the following heading. Kumari *et al.* [4] examined that the employees of the software industry face more stress than employees in other private companies because the software sector is the fastest growing

industry, employees are allotted with difficult targets which introduce an increased level of stress. In addition to stress, relaxation techniques practiced in the organization, relationship between self-esteem and stress were also parts of the study. 100 randomly chosen employees of HCL company were considered in the study. The results showed that 98 percent felt stressed physically and emotionally. 18% of employees said they worked overtime comfortably. The social injustice, organizational culture, and fear of loss of a job are among the reasons behind the stress formed. Kumari et al. [5] found in their study the important factors were incentives and working hours, management and co-workers, promotion and job security, the difficulty of jobs like forceful overtime, job content, and prestige. The surveys had been conducted on 500 employees greeting from different sectors in India. Region, sector, and gender-wise analysis highlighted that most of the employees in the Indian industry were not satisfied. The commerce sector and education sector were found comparatively satisfactory for males and females respectively. Total job satisfaction in the manufacturing sector was found very low. Kumari et al. [6] investigated the level of job satisfaction variation with the change in role in the software industry. They analysed the staff and officers who give more time to the industries. The SPSS version 20 was used for data analysis. The independent-sample t-test has been used in the study to analyse the job satisfaction level among staff and officers. The findings were supported with the two hypotheses; the officer professionals were more satisfied than the staff in terms of job satisfaction. The appreciation and rewards, communication, co-workers, pay promotion, and supervision are very effective factors. The analysis shows that officers devote more time to the development of the company. Kumari et al. [7] found that the officer professionals were more satisfied than the staff in terms of job satisfaction. The appreciation and rewards, communication, co-workers, pay promotion, and supervision are very effective factors. The analysis shows that officers devote more time to the development of the company. Kumari et al. [8] explored the job satisfaction level of software employees at IBM India Pvt. Ltd. A well-designed pretested questionnaire was made to study job satisfaction. The sample contained 160 professional respondents. Out of these 160 employees, 100 employees were male and 60 were female. Different job variables such as working hours, authority and responsibility, welfare facilities appreciation and rewards, career prospects, physical working environment, communication, co-workers, benefits, recognition, job condition, and job security were assessed. It has been found that majority of the professionals were satisfied with the arrangement of facilities by the company. Parvin and Kabir [9] examined that in pharmaceuticals companies, the employees expect that they all obtain equal treatment concerning salary or promotion. If an organization creates fair competitive surroundings, like fair treatment, equal compensation, fair

working hours, these will increase employee job attitudes. Equality can also motivate the workers to be hard working. In short, fairness can improve the satisfaction of an employee and a satisfied employee provides better services for the industry. Anis et al. [10] explored that presence of retention and satisfaction of an employee can be increased if they have powerful organizational commitment. If all the workers are committed to their organization, they are unwilling to exit from their ongoing job. Improved and strong commitment will also increase their efficiency. So, to raise the organizational commitment the reimbursement and supervisory support play a major role in the pharmaceutical industry. Anitha [11] observed the absence of better relationships among the supervisors and personnel and also the absence of some factors namely working environment, canteen facilities, rewards and appreciation, restroom facilities, and promotional growth opportunities. So, welfare schemes for the employees and their job protection should be kept in mind and then an organization can restrict the employee turnover. Also, an organization requires to update and change the reward system of all the personnel and promotions should be based on merit, qualifications, skills, and experience. In short, with little more attention to these above factors, the organization can sustain the best employees with a high level of job satisfaction, organizational commitment, and involvement. Automatically it will improve the efficiency and effectiveness of work and also results in increased productivity. Saeed et al. [12] examined that various things influence the job satisfaction of employees such as salary, the working conditions, communication, liberty, organizational commitment, salary and promotional opportunity, job protection, relationship with workfellows, relationship with the administrator, and presence of justice or fairness in an organization. Painoli and Joshi [13] observed that the managers should be loyal towards the working environment, which involves the working conditions and hours of work for the employees. The authors also suggested that fair treatment should be done with employees so that they feel motivated and equitable in the behavior of managers. In the pharmaceutical sector, the overall satisfaction of the workforce is at a positive level. So, job satisfaction is an important factor in the development and growth of an organization. Kumari et al. [14] analysed that an Indian employee tends to respect their job if they receive what they need or want is a significant attribute of a good job. This study describes that job satisfaction is fully correlated with all the work quality measures i.e. bonuses, salary and wages on time, a good environment, etc. Neog and Barua [15] examined that influencing the job satisfaction level of an employee's salary is a significant factor. Apart from salary, supervisor support, proper work-life balance, healthy working environment, career advancements, and promotion, regular training, and development opportunities are also precious factors for ascertaining employee's job satisfaction. Bhattacharya [16] analyzed that the cordial

relationship between the manager of an organization and employee of an organization should be good and open. Further findings describe that employees are satisfied with the leadership quality at the workplace and also show a high level of work motivation but they are not satisfied with their salary and the equity of the wages system compared to the tasks performed by them. The jobs offered by the company to their employees satisfy their fewer expectations apart from the opportunity to be promoted. Jain and Kaur [17] suggested that boredom, stress, fatigue, overtime, workload, are key factors responsible to enlarge job dissatisfaction. Instead of this, a better working environment, refreshment availabilities, and recreation facility, medical facility, and enjoy at the workplace helped to increase the degree of job satisfaction. Mehta et.al [18] examined that it is significant for an organization to retain its skilled employees and keep them committed to their work and organization. Employers should always keep in mind to treat every employee fairly and equally. Because it is very important to the employees that their employer treats everybody in the same manner without any partiality. Awan et.al [19] explored that the performance of an employee can be increased when they were satisfied with their pay package and also a positive relationship between job protection and its impact on the job satisfaction level of an employee. According to respondent's satisfaction level was increased when employees were feeling secure about their jobs and they worked with tension-free minds and become more committed and loyal to their banks. Automatically It resulted in higher levels of performance. Kumari et al. [20] studied on occupational health and safety of workers. The work has been done for two pharmaceutical companies in and around the city of Solan in Himachal Pradesh, India. The authors found that more workers have accepted that workers have been provided with appropriate procedures and instructions before completing the task. So they concluded that management takes it seriously that workers understand the exact course of action before carrying out the task so that it is harmless for workers to carry out the operations. At the same time, some employees denied that they had proper procedures and instructions. An illustrative work had been performed by Kumari et al. [21] to determine the job satisfaction level of software professionals. Three private software industries, namely HCL Technologies Ltd., IBM India Pvt. Ltd., and Wipro Ltd. had been selected. The respondents of HCL Technologies Limited, are found with a higher mean value of 3.44 for working hours as compared to IBM India Pvt. Ltd. and Wipro Ltd. So the respondents of Wipro Limited were found more satisfied in terms of working hours than the other two companies. Secondly, employees of IBM India Pvt. Ltd. got more authority and responsibility than the other two companies. HCL Technologies Ltd. and Wipro Ltd's employee's same satisfaction level in terms of appreciation and rewards. The respondents of IBM India Pvt. Ltd, had a mean value of 3.27 whereas for HCL Technologies Limited mean value was 3.3



and Wipro Limited mean value was 3.26. Thus employees of IBM India Pvt. Ltd. enjoy favorable job conditions than other companies.. Bhanawat et al. (22) found in their study that performance-based analysing of employee capabilities gives favourable results and acceptable by employees, and from the results of regression model it is concluded that nearly 91.2 % difference in the dependent variable that is (increase productivity). The authors concluded that some employees feel motivated after getting the review of performance judgement. Younger employees are more concerned about their career and future growth rather than the existing working environment. They also suggested that the women's contribution should be increased in all sectors, which results in the overall empowerment of women as well as an awareness of employees should be enhanced while assessing the performance appraisal task. Kumari and Pandey (23) revealed that the mainly five factors such as motivational advantages, compensation, employee's government assistance, gratefulness and prizes, safety and job security were main responsible components for employee turnover in an organisation. The authors concluded that whenever the employees decide to leave the association and this in turns hampered the company's human resource management board to foresee the most important reasons as to employees decided to leave the organisation. The authors also suggested that if the company pays great compensation, safety and job security and likewise gives a favourable environment. Then the employee retention will be more, and this is very essential for an organisation productivity. Kumari et al. (24) Worked on the performance appraisal System in Meridian Medicare Limited. The authors found the six factors such as working environment, compensation salary and supervision, work efficiency, training and work performance, achievements and improvements, performance through motivation, and job satisfaction had a strong positive relationship with the performance assessment system. The multiple linear regressions also found that 79.2 percent of the variation in the performance appraisal system was explained by selected explanatory variables. It shows that if these variables are taken into consideration by the company, it may give the best results. Kumari et al. (25) Explained that if an association meet just as late patterns in human asset in the cutting-edge business firm. The primary reason for this paper to investigate the hypothetical origination which relations human asset the executives rehearse with authoritative oddity. Advancement models request development situated and cantered bundles of HRM practices to create and withstand the advancement potential and limit of associations.

### 3 RESEARCH METHODOLOGY

The present descriptive study is performed on the employee job satisfaction of Medking Lifescience Pvt. Ltd. Kala Amb, Himachal Pradesh. A sample survey set with a sample plan of 60 employees using the self-structured questionnaire as an appliance of data gathering is taken in Kala Amb city Himachal

Pradesh, India. The respondent's selection criteria were based on convenience sampling. Research tools namely percentage, mean, standard deviation, correlation, and ranking method used to analyse the importance of the pre-determined aims of the research objective. The study was confined to Kala Amb small town of Sirmour district in H.P. This town has got instituted many pharmaceutical units since long. Among these, Medking Lifescience Private Limited is one of the famous industries. The present study was confined to Medking Lifescience Private Limited for achieving the stated objectives. The complete sample size for the study was 60 employees. 30 employees were from the production department, 10 employees were from the administrative department, 10 employees were from the marketing department, 10 employees were from the finance department. There were both primary as well as secondary data used for the research study. The primary data was related to employees concerning their demographic and psychographic profile collected by a well-designed questionnaire. The questionnaire was designed based on a five-point Likert scale from strongly disagreed to strongly agreed. Where point -(i) indicates strongly disagreed, point -(ii) indicates agreed, point -(iii) indicates neutral, point-(iv) indicates disagreed, point-(v) indicates strongly agreed for the employee job satisfaction. While secondary data was collected via different journals, books, and employee-related to employee job satisfaction. The data entry and interpretation were performed in the SPSS 20 version. The demographic features of the sample were represented using descriptive and inferential statistics. The sample statistical tools namely Percentage analysis, Mean, Standard Deviation, and Ranking method, Correlation, Cronbach's Alpha, and Factor analysis. The percentage analysis technique was used for comparing numerous variables. The collected data described in the form of graphs and tables to give an impressive visualisation of the comparison made. This is computed by the following formula:

$$\text{Percentage (\%)} = (\text{Actual population}/\text{Sample size}) * 100$$

#### 4 RESULTS AND DISCUSSION

The results are analysed and discussed through the gathered data. In the descriptive investigation, the demographic information is presented in the first section as based on the respondent response in the pharmaceutical industry at Medking Lifescience Pvt. Ltd. This chapter is arranged in chronological order based on research objectives. The first objective is related to examine the employee job satisfaction level of the pharmaceutical industry. And the second objective is based on factors affecting the employee job satisfaction level at Medking Lifescience Pvt. Ltd. Kala Amb.

### 4.1 Socio-Demographic Findings of the Respondents

The socio-demographic profile features were measured for age, gender, marital status, experience, salary, and academic qualification. table 1 compiles the respondent's profile. This section provides a detailed finding of the demographic aspect of the sample respondents, which are further discussed with their respective tables and figures.

**Table 1** Socio-Demographic Profile of Respondents

Sr. No.	Categories	No. of Respondents (N=60)	Percentage
1	Age		
	Below 25 years	23	38.33
	25-30 years	28	46.67
	Above 30 years	09	15.00
	Total	60	100.00
2	Gender		
	Male	52	86.67
	Female	08	13.33
	Total	60	100.00
3	Occupation/Designation		
	Administrator	04	06.67
	Executive	23	38.33
	General Worker	33	55.00
	Total	60	100.00
4	Work Experience		
	0-5 years	33	55.00
	6-10 years	22	36.67
	Above 10 years	05	08.33
	Total	60	100.00
5	Marital Status		
	Married	30	50.00
	Unmarried	30	50.00
	Total	60	100.00
6	Education Qualification		
	Undergraduate	18	30.00
	Graduate	15	25.00
	Post Graduate	27	45.00
	Total	60	100.00
7	Working shift		
	Day Shift	60	100.00
	Total	60	100.00
8	Salary p.a.		
	0-2 lakhs	26	43.33
	2- 4 lakhs	19	31.67
	4- 6 lakhs	09	15.00
	6- 8 lakhs	06	10.00
	Total	60	100.00

**Source:** Field Survey, 2020

The majorities of respondents (46.67%) fall in the age category 25-30 years. Apart from this age group, below 25 years is having second-largest share which is around (38.34%) of the total sample size, which revealed that there is a heavy scope of employment at an early age. The majority of respondents were male (86.67%). The main reason for differences in the ratio of male and female is the actual ratio of employee recruited in the selected pharmaceutical industries are approximately 70:30 ratios. The majority of sample respondents (55%) were general workers whereas executives 38.33% and managers were 6.67%. The work experience of the majority of respondents 55% had experienced between 0 to 5 years, 36.67% of the respondent had experience of 6-10 years, 8.34% of the respondents had experience above 10 years. Both married and unmarried respondents were found equal. The educational qualification of a majority of the respondents 45% was postgraduates (M pharma). It also revealed that the industry prefers to hire a well-educated employee.

100%, of respondents, follow the day shift only. Because it is the already established policy of the company. The majority of 43.33% of respondents earned between 0-2 lakhs, 31.67% of employees earned between 2-4 lakhs, 15% employees earned between 4-6 lakhs, and only 10% employees earned between 6-8 lakhs.

**4.2 Reliability Test**

The stability of the questionnaires remained estimated over Cronbach's Alpha that calculates inner reliability. Cronbach's coefficient ( $\alpha$ ) is measured for each dimension of variables to confirm the inside uniformity of all scales. The reliability statistics indicate the usual association amongst all objects that make up the measure value range between 0 to 1 where advanced value designates better consistency.

**Table 2 Reliability Statistics**

Reliability Statistics		
Scale	No. of Objects	Cronbach's Alpha
Job Satisfaction	13	0.899

**4.3 Descriptive Statistics of Job Satisfaction Dimensions**

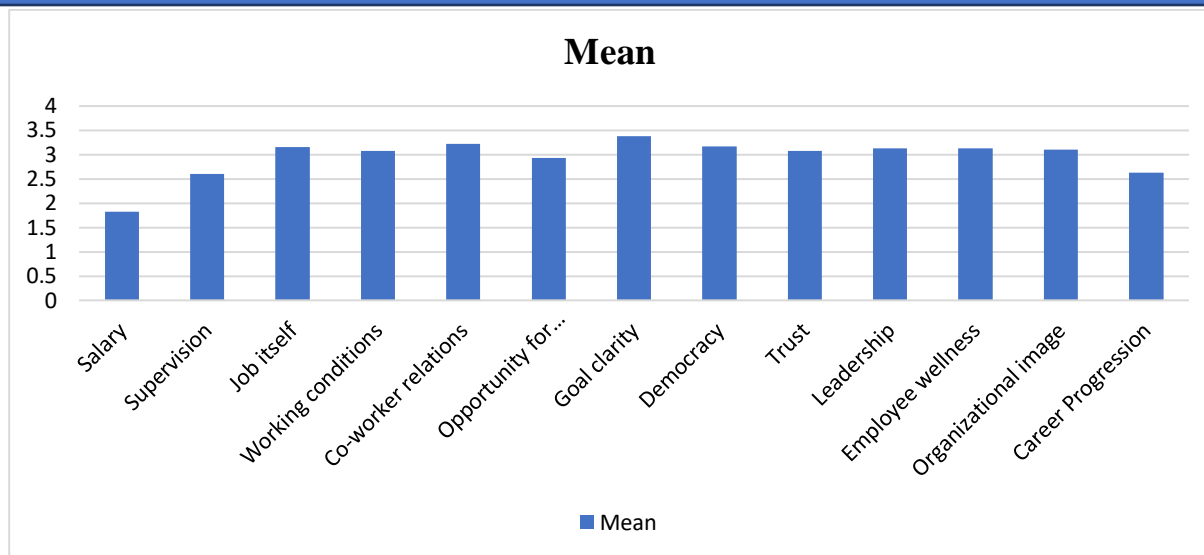
In table 3, the range of numerous job satisfaction dimensions for employees, thirteen variables were included between range 1.83 and 3.38 mean score and 1.076 to 1.554 for standard deviation scores. The average satisfaction level of employees at Medking Lifescience Pvt.Ltd., Kala Amb. Mean shows 2.95 and standard deviation shows 1.334. This finding described that employees at Medking Lifescience Pvt. Ltd was satisfied with their job.

**Table3** Descriptive Statistics of job satisfaction level of employees

Sr.no.	Job dimensions	Mean	Std. Deviation	Ranked
1	Salary	1.83	1.076	XI
2	Supervision	2.60	1.554	X
3	Job itself	3.15	1.436	IV
4	Working conditions	3.08	1.331	VII
5	Co-worker relations	3.22	1.316	II
6	Opportunity for advancement	2.93	1.376	VIII
7	Goal clarity	3.38	1.329	I
8	Democracy/Authority to perform	3.17	1.404	III
9	Trust	3.08	1.331	VII
10	Leadership	3.13	1.200	V
11	Employee wellness	3.13	1.241	V
12	Organizational image	3.10	1.362	VI
13	Career progression	2.63	1.390	IX
	Valid N (Sample size)	60		
	Average	2.95	1.334	

**Source:** As per the SPSS Output

In table 3 Goal clarity describes the highest satisfaction with a mean of 3.38 and a standard deviation of 1.329. Subsequently, Co-worker relations with a mean of 3.22 and standard deviation shows 1.316, Democracy with mean of 3.17 and standard deviation of 1.404, Job itself with mean of 3.15 and standard deviation of 1.436, Leadership with mean of 3.13 and standard deviation of 1.200, Employee wellness with mean 3.13 and standard deviation 1.241, Organizational image with mean 3.10 and standard deviation 1.362, Working conditions with mean 3.08 and standard deviation 1.331, Opportunity for advancement with mean 2.93 and standard deviation 1.376, Career progression with mean 2.63 and standard deviation 1.390, Supervision with mean 2.60 and standard deviation 1.554, Salary with mean 1.83 and standard deviation 1.076.



**Figure 1** Graphical representation of various variables of job satisfaction

From figure 1 it is analysed that the basic average score (mean) the highest influential factor is the goal clarity with the mean value of 3.38 followed by identification of co-worker relations with a mean value of 3.22 and the least factor is the salary with a mean value of 1.83. The result reveals that the majority of the employees are aware of the goal clarity of Medking Lifescience Pvt. Ltd. Kala Amb.

#### 4.4 Overall Employees Job Satisfaction in Pharmaceutical Industry

**Table 4** Overall employee job satisfaction level at Medking Lifescience Pvt. Ltd.

Sr. No.	Job dimensions	Mean (%)
1	Salary	76.21
2	Supervision	66.02
3	Job itself	59.05
4	Working conditions	59.96
5	Co-worker relations	58.14
6	Opportunity for advancement	61.91
7	Goal clarity	56.06
8	Democracy/Authority to perform	58.79
9	Trust	59.96
10	Leadership	59.31
11	Employee wellness	59.31
12	Organizational image	59.07
13	Career progression	65.81
	<b>Average</b>	<b>61.50</b>

From table 4 the overall job satisfaction of the employees at Medking Lifescience Pvt. Ltd. is 61.50%.

## 5. CONCLUSION

The results show that most of the employees were satisfied in terms of goal clarity, co-worker relations, democracy, the job itself, employee wellness, leadership, organizational image, the opportunity for advancement, career progression, supervision, and salary at Medking Lifescience Pvt. Ltd. As much as job satisfaction is concerned selected pharmaceutical industry offers various facilities to their employees also the satisfaction level of employees with these measures is high which is a better symbol of the pleasant relationship between management and the employees. From the results, it can be believed that the organization has taken actions to make a better place to work and has taken hard work to find out what employees to keep fell less satisfaction level and more satisfying level to maintain a healthy working environment as well as a good work-life balance. Based on the research study some recommendations emerged that may prove helpful to the pharmaceutical industry. 1. Women's should be hired more in an organization and then it will spontaneously result in women empowerment. 2. Job security should be provided to every employee so that they can increase their efficiency and productivity in the industry and the compensation benefits should be provided to all the employees which they value and appreciate.

## REFERENCES

1. Kaliski, B.S. (2007). Encyclopedia of Business and Finance, Second edition, Thompson Gale, Detroit, p. 446.
2. George, E., Louw, D., and Badenhorst, G. (2008). Job satisfaction among urban secondary-school teachers in Namibia. South African Journal of education, 28(2), 135-154.
3. Aziri, B. (2011). Job satisfaction: A literature review. Management Research and Practice, 3(4).
4. Kumari, G., Joshi, G., and Pandey, K.M., (2014). Job Stress in Software Companies: A Case Study of HCL Bangalore, India, Global Journal of Computer Science and Technology, 14(7),21-30.
5. Kumari, G., Joshi, G., and Pandey, K.M., (2014). Analysis of Factors Affecting Job Satisfaction of the Employees in Public and Private Sector, International Journal of Trends in Economics Management & Technology,3(1),11-19.
6. Kumari, G., Joshi, G and Pandey, K.M.,(2015).Job Satisfaction and Job Stress in Software Companies: A Review, Advances in Economics and Business Management, 2 ( 7), 756-760.
7. Kumari, G., Joshi, G., and Pandey, K.M. (2015). Factors Affecting Job Satisfaction of Software Professionals at IBM India Pvt., Ltd., Gurgaon, India, Advances in Economics and Business Management, 2(12), 1202-1207.
8. Kumari, G., Joshi, G., and Pandey, K.M.,(2015). Job satisfaction among Software Professionals in IBM India Pvt. Ltd., Gurgaon, India: A Comparison between officers and staff, Advances in Economics and Business Management, 2(7), 751-755.
9. Parvin, M. M., and Kabir, M. N. (2011). Factors affecting employee job satisfaction of pharmaceutical sector. Australian journal of business and management research, 1(9), 113.
10. Anis, A., Khan, M. A. and Humayoun, A. A. (2011). Impact of organizational commitment on job satisfaction and employee retention in the pharmaceutical industry. African Journal of Business Management, 5(17), 7316-7324.
11. Anitha, R. (2011). A study on job satisfaction of paper mill employees with special reference to Udumalpet and PalaniTaluk. Journal of Management and Science, 1(1), 36-47.

12. Saeed, R., Lodhi, R. N., Iqbal, A., Nayyab, H. H., Mussawar, S., and Yaseen, S. (2013). Factors influencing job satisfaction of employees in the telecom sector of Pakistan. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 16(11), 1476-1482.
13. Painoli, A. K., and Joshi, P. (2013). Factors affecting employee job satisfaction of pharmaceutical sector in India. *International Journal of Management and Science*, 4(1), 52-63.
14. Kumari, G., Joshi, G., and Pandey, K. M. (2014). Analysis of factors affecting job satisfaction of the employees in the public and private sector. *International Journal of Trends in Economics Management & Technology*, 3(1), 11-19.
15. Neog, B. B., & Barua, M. (2014). Factors influencing employee's job satisfaction: An empirical study among employees of automobile service workshops in Assam. *The SIJ Transactions on Industrial, Financial & Business Management (IFBM)*, 2(7), 305-316.
16. Bhattacharya, J. (2014) Employee satisfaction and work motivation in a pharmaceutical company. *International Journal of Technical Research and Applications*, 2(6), 01-07
17. Jain, R., and Kaur, S. (2014). Impact of work environment on job satisfaction. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(1), 1-8.
18. Mehta, M., Kurbetti, A., and Dhankhar, R. (2014). Review paper—a study on employee retention and commitment. *International journal of advance research in computer science and management studies*, 2(2), 154-164.
19. Awan, A. G., and Asghar, I. (2014). Impact of employee job satisfaction on their performance: A case study of the banking sector in Muzaffargarh District, Pakistan. *Global Journal of Human Resource Management*, 2(4), 71-94.
20. Kumari, G., Khanna, S., Bhanawat, H. and Pandey, K.M.(2019). Occupational health and safety of workers in pharmaceutical industries, Himachal Pradesh, India, *International journal of innovative technology and exploring engineering*, 8(12), 4166-4171.
21. Kumari, G., Joshi, G., and Alam, A.(2019). "A Comparative Study of Job Satisfaction Level of Software Professionals: A Case Study of Private Sector in India", Published by Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019 K. Ray et al. (eds.), *Soft Computing: Theories and Applications, Advances in Intelligent Systems and Computing*, 742, 591-604
22. Bhanawat, H., Kumari, G., Shankar, BBP (2021). The Satisfaction Level of Employees towards the prevailing Performance Appraisal System. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(11):1508-1514.
23. Kumari, G., and Pandey, K. M., (2021). Factor Influencing of Employee Turnover in Pharmaceutical Industry: A case Study of Merina Medicare Pvt. Ltd, Solan, Himachal Pradesh, India, An Analysis with SPSS Method. *International Conference on Communication and Computational Technologies*, 27-28 February 2021, organised by Rajasthan Institute of Engineering and Technology, Jaipur and Rajasthan Technical University, Kota, associated with Soft Computing Research Society.
24. Kumari, J., Kumari, G. and Pandey, K.M. (2021). Factors Affecting of Employee Performance Appraisal System in the Pharmaceutical Industry: An Analytical Study. *International Conference on Interdisciplinary Research in Technology and Management*, 26-28, February, 2021, Kolkata.
25. Kumari, G., Srivastava, A. and Gupta, G. (2021). Recent Advances in Human Resource Management Practices in India. Published in *Recent Advances in the field of Accounting, Finance and Management* published by waser book: 63-68, ISBN



## HNO<sub>3</sub> İLE AKTİVE EDİLMİŞ SEDİMENT ÜZERİNE RHODAMİNE-B TEKSTİL BOYASININ ADSORPSİYON İZOTERM VE KİNETİK ÇALIŞMASI

**Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KUL**

**ORCID NO: 0000-0001-9331-75X**

Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Chemistry

**Dr. Öğr. Üyesi Tuğba GÜR**

**ORCID NO: 0000-0001-7220-0210**

Yüzüncü Yıl University, Vocational School of Health Services

**Veysel BENEK**

**ORCID NO: 0000-0002-8523-6922**

Yüzüncü Yıl University, Institute of Science, Department of Chemistry

### ÖZET

İnsanlar çevresini etkilediği gibi kuşkusuz çevresinden de etkilenmektedir. Çünkü insanoğlu yaşadığı çevrenin bir parçasını oluşturmaktadır. Bu nedenle çevremizde oluşan olumsuz etkiler bizi ilgilendirmektedir. Çevremiz üzerinde meydana getirdiğimiz olumsuz etkilerden biri de atık sular ile doğaya bırakılan tekstil boyalarıdır. Tekstil boyaları kumaş gibi yapıların renklendirilmesinde kullanılan organik ya da organik olmayan bileşiklerdir. Atık sulara bırakılan bu boyaların uzaklaştırılmasında kil, aktif karbon gibi gözenekli yapılar tercih edilmektedir. Çalışmamızda, renklendirme işleminde sıklıkta kullanılan Rhodamine-B (RB) boyasının sulu ortamdan uzaklaştırılması araştırılmış ve bu amaçla Sediment kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler yalancı birinci derece ve yalancı ikinci derece kinetik modeline uygulanmış ayrıca izoterm hesaplamaları yapılmıştır. Kinetik hesaplamalar yapıldığında verilerin 6,377 mg/g  $q_{e(cal)}$  ve 0,993 korelasyon katsayısı ile yalancı ikinci derece kinetik modeline; 0,9437 korelasyon katsayısı ile de Langmuir izoterm modeline uyum sağladığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kinetik, Sediment, Boyarmadde, Adsorpsiyon, İzoterm

---

## RHODAMINE-B TEXTILE DYE ADSORPTION, ISOTHERM AND KINETIC STUDIES ON SEDIMENT ACTIVATED WITH HNO<sub>3</sub>

### ABSTRACT

People are undoubtedly affected by their environment as well as their environment. Because human beings form a part of the environment in which they live. Therefore, the negative effects that occur around us concern us. One of the negative effects on the environment is textile dyes released into nature with waste water. Textile dyes are organic or inorganic compounds used in coloring structures such as fabrics. Porous structures such as clay and activated carbon are preferred in removing these dyes that are released into waste water. In our study, we used Sediment for tried removal of Rhodamine-B (RB) dye, which is frequently used in the coloring process, from the aqueous solution. The data obtained as a result of the study were applied to pseudo-first-order and pseudo-second-order kinetic models and isotherm calculations were made also. When the kinetic calculations are made, the data are based on pseudo-second order kinetic model with 6,377 mg/g  $q_{e(\text{calc})}$  and 0,993 correlation coefficient; It was observed that it fits the Langmuir isotherm model with a correlation coefficient of 0,9437.

**Keywords:** Kinetics, Sediment, Dyestuff, Adsorption, Isotherm

**TİCARİ ARAÇLAR İÇİN ECE REGÜLASYONLARINA UYGUN  
YERLİ VE MİLLİ LED'Lİ SİS FARI TASARIMI****Onur AKINER**

Sanel Otomotiv Elektronik A.Ş., R&amp;D

**Doç. Dr. Cenk YAVUZ****ORCID NO:** 0000-0002-4325-2852

Sakarya University, Eng. Faculty, Electrical and Electronics Eng. Dept.

Sakarya University, Sakarya Innovation Center

**ÖZET**

Gerek ülkemizde gerekse dünyada otomotiv sektöründe LED uygulama ve ürünlerinin kullanımı son dönemde bir hayli artmıştır. Özellikle Ticari araçlarda hem hali hazırda kullanımda olan hem de yeni üretilen araçlarda kullanılmak üzere, evrensel ürünler geliştirilmeye başlanmıştır. Bunlardan biri de Sis Lambalarıdır. Türkiye’de LED’li modelleri yurt dışından ithal edilen ve yerli üretimi olmayan sis lambaları son dönemde pazarda artan bir pay almaya başlamıştır. Hem ithal ediliyor olması hem de fiyatı nedeniyle ekonomik olmayan Ticari araçlar için LED’li sis farı geliştirme fikri bir TÜBİTAK projesi ile desteklenmiş olup bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Gerek tasarımı gerek bileşenlerinin büyük oranı gerekse üretimi ülkemizde gerçekleştirilebilecek bir ürünün Türkiye önemli katkıları olacağı düşüncesi ve Ar-Ge çalışmalarıyla, ECE Regülasyonlarını karşılayan, Yerli ve Milli bir LED’li Sis Farı geliştirilmiştir. Termal, elektronik, mekanik ve optik özelliklerinin yanı sıra uzun ömrü ve fiyatı ile ülkeye katkı sağlayabilecek olan LED’li Sis Farının Ar-Ge aşamaları bu çalışma kapsamında paylaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** LED’li Sis Farı, Otomotiv Aydınlatması, Termal Tasarım, Optik Tasarım**A DOMESTIC AND NATIONAL LED FOG LIGHT DESIGN COMPLY WITH ECE  
REGULATIONS FOR COMMERCIAL VEHICLES****BSTRACT**

Recently, the use of LED applications and products in the automotive sector has increased considerably both in our country and in the world. Universal LED products have been developed to be used both in commercial vehicles and in new vehicles. One of them is Fog Light. LED Fog light models are generally imported from abroad and are not domestically produced in Turkey, have recently started to gain an increasing share in the market. The idea of developing LED Fog Lights for commercial vehicles, which is not economical due to its import and price, was supported by a TÜBİTAK project and constitutes the subject of this study. A local and national LED Fog Light that meets ECE Regulations has been developed, with the idea that a product that can be produced in our country, with its design, a large proportion of its components and with the intense R & D studies carried out, will have significant contributions to Turkey, The R&D stages of the LED Fog Light, which can contribute to the

country with its thermal, electronic, mechanical and optical properties, as well as its long life and price, are shared within the scope of this study.

**Keywords:** LED Fog Light, Automotive Lighting, Thermal Design, Optical Design

## 1. GİRİŞ VE ÇALIŞMA ALANI

Otomotiv Sektöründe LED'li uygulamalar hem estetik yönden, hem de araçta çekilen akım değerlerinin % 90 oranında azaltılması ve daha uzun ömür sağlaması yönünden gittikçe yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır. Sektörde ticari araçlarda kullanılan sis farlarının tamamının ithal ediliyor olması, özellikle sis farı lens tasarımının ülke içinde yapılmıyor olması ülkemiz açısından mali kaynaklarımızın yurtdışına kaçmasına sebep olmaktadır. Bu bağlamda Yerli ve Milli bir LED'li Sis Farı tasarımı ve üretimi gerçekleştirilebilmesi hedeflenmiştir.

LED'li ön sis farları ile ilgili yapılan araştırma sonucunda en büyük problemin kasa içi hacmindeki yoğun ısınma ve sıcak havanın tahliyesinde ciddi sıkıntılar olduğu görülmüştür. Bu konunun çözülmesi için çeşitli mekanik yöntemler kullanıldığı görülse de bu çalışma kapsamında teklif edilen ve ısı bertarafını hava/ısı contası ile sağlayan yöntemin Otobüs, Kamyon gibi ticari araçlarda hiç kullanılmadığı anlaşılmıştır. Araçların yere en yakın kısmına montajları yapılan ön sis farlarının sıvı ve güneş etkileşimleri sonucunda özelliklerini çok çabuk yitirmesini önlemek amacıyla hem ekstra soğutma hem de mukavim lens malzemesi kullanımı gibi farklı çözümler üretilmesi düşünülmüştür. Uygun LED tercihi, ısınmayı azaltacak nitelikli yenilikçi PCB ve mekanik tasarımlarla öne sürülen fikrin yapılabilişliğinin, optik gereksinimlerin de sağlanması koşuluyla mümkün olduğu anlaşılmıştır.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen tasarım ve ortaya konan ürün\* ECE Reg. 19 (ECE 2011) ve ECE Reg. 48'e (ECE 1995) uygunluk sağlayacak niteliklere haiz, kendi yenilikçi havalandırma sistemine sahip ve özgün bir lens tasarımı olan bir sis farı olarak nitelendirilebilir.

Bu çalışma sonucunda ortaya konan Sis Farı her türlü ticari araca monte edilebilecek evrensel nitelikli, yerli ve milli bir ürün olarak nitelendirilebilir. Hem tasarım hem de çıktı ürün olarak ithal ürünlerin yerini alabilecek bir ürün geliştirilmiş ve bu çalışmada bu sürecin Ar-Ge aşamalarında karşılaşılan önemli sorunların nasıl aşıldığı paylaşılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Ticari araçlar için LED'li Sis Farı geliştirme çalışmaları kapsamında, ürünün uygulanacağı araç geometrisi kesin belli değildir. Ancak Sis farları genel araç geometrisinden farklı ele alınmakta ve farlara göre daha aşağıda bir konumda yer almaktadır. Yerleştirildikleri yer ve gördükleri işlev aynı olduğu için farklı araçlarda aynı tasarımın kullanılması mümkündür. Bu da çok küçük farklılıklarla aynı tasarımla birçok farklı ticari araç üreticisine hitap etme imkânını ortaya çıkarmaktadır.

Giriş bölümünde ifade edilen ve referans verilen regülasyonlardaki şartlar sınır koşulları olup, tasarım bu çerçevede gerçekleştirilmiştir:

Farların taşınması gereken fotometrik kıstaslar ECE Reg.19 ve 48'e göre belirlenmiştir,

Farların taşınması gereken renksel kıstaslar ECE Reg.19 ve 48'e göre belirlenmiştir,

Lambaların elektromanyetik uyumluluk değerlerinin BM/AEK Reg.10'a (Sanayi ve Tek. Bakanlığı 2007) uyumlu olması sağlanmıştır,

IP Koruma Sınıfı'nın IP 68 olması (toza karşı tam korumalı, sürekli olarak suya batırılmanın etkilerine karşı korumalı) sağlanmıştır.

İlgili regülasyon ve standartlar gereği evrensel nitelikli olarak planlanan LED'li Sis Farının Türkiye ve Dünya'da pek çok bölgede farklı çalışma koşullarında dört mevsim kullanılacağını göz önünde bulundurarak, Farla ilgili UV dayanımı, çalışma sıcaklığı aralıkları, yalıtım seviyesi gibi teknik özelliklerin tespit edilmesi neticesinde aşağıdaki kıstaslar belirlenerek geliştirme kısmına geçilmiştir:

Mekanik boyutlar,

Elektriksel gereksinimler

LED yerleştirme geometrileri ve miktarları,

Kullanılacak olan sürücünün seçimi ve sınırlılıklarının belirlenmesi,

Farda kullanılacak optik lens karakteristikleri ve geometrisi,

Isı contası özellikleri.

Bu çalışmayı yürüten ekibin daha önce optik tasarım geçmişi olmaması nedeniyle lens tasarımı yapmayı mümkün kılan ve ışık takibi sağlayan LUCIDSHAPE programı edinilmiş, optik tasarımlar çalışma ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir. Diğer mekanik tasarım ve analizler Solidworks yazılımı ile yapılmıştır.

### **3. BULGULAR**

#### **Elektronik Tasarım:**

Çalışma kapsamında aşağıdaki Elektronik Tasarım çalışma adımları izlenmiştir:

Regülasyonlara göre istenen ışık rengindeki LED ailelerinin belirlenmesi

Tasarımın kaç LED lamba kullanılarak gerçekleştirileceğinin tespiti

Çekilecek çalışma akımlarının belirlenmesi

Elektriksel karakteristiklerin ve sınırlandırmaların belirlenmesi

Kullanılacak elektronik malzemelerin tespiti (PCB dahil)

Sürücü sınırlılıklarının belirlenmesi ve sürücü seçimi

Far geometrik ölçülerine göre PCB tasarımı ve ölçülendirilmesi

En verimli termal yapıştırıcıların belirlenmesi

Far çalışma anı jonksiyon ve PCB sıcaklıklarının tespiti

Bu bağlamda Uluslararası Otomotiv Elektroniği Konseyi (AEC) onaylı LED'lerin seçilerek far içinde kullanılması şarttır, buna göre seçilecek LED'in ışık renk dağılımı dar aralıkta olmalı, seri üretimde renk değişiklikleri olmamalıdır. Yapılan araştırmalar ve Simülasyonlar neticesinde Dominant marka Power LED kullanılmasına ve sis farı içinde 2 adet LED çipi olmasına karar verilmiştir.

Sis Farı için seçilen LEDleri sürücek sürücünün tasarımında aşağıdaki özellikler referans alınmıştır:

Sabit akımlı sürücü olmalıdır.

Soğutucu ped yüzeyi olan bir bileşen paketi olmalıdır.

12/24V çalışma için geniş giriş gerilim aralığına sahip olmalıdır.

Toplam bileşen sayısının düşük olması ve sıcaklık korumasının çıkış mosfeti için de sağlanabilmesi için iç mosfetli olmalıdır.

%90~95 seviyesi veya üzerinde verim sağlanabilmelidir.

Kısa devre korumalı olmalıdır.

Sıcaklık koruması olmalıdır.

Toplam bileşen maliyeti muadillerine göre düşük olmalıdır.

Sürücü tasarımında en önemli noktalardan biri sürücü bağlantı bobini belirlenmesidir. Aşağıda bu belirleme için yapılan hesaplamalar paylaşılmıştır.

$R_L$  bobin direnci;

$R_s$  akım ayar/ölçüm direnci;  $I_{out} = \frac{0,1}{R_s} \rightarrow R_s = \frac{0,1}{1}$ , ( $I_{out} = 1$  A için)

$I_{out}$  Led akımı ;

$\Delta I$  tepeden tepeye bobin akımı(iç değer olarak  $0.25 \times I_{out}$ );

$V_{in}$  besleme gerilimi;

$V_{LED}$  toplam LED gerilimi;

$R_{SW}$  mosfet direnci ( $0.3\Omega$  nominal);

$V_D$  diyot gerilimi;

$$t_{on} = \frac{L\Delta I}{V_{in} - V_{LED} - I_{LED}(R_s + R_L + R_{SW})}$$

$$t_{off} = \frac{L\Delta I}{V_{LED} + V_D + I_{LED}(R_s + R_L + R_{SW})}$$

Mosfet  $T_{on}$ ,  $T_{off}$  süreleri tanımlı aralık arasında olmalıdır. Buna göre maksimum frekans 1 Mhz, minimum  $T_{on}$  süresi Mosfet veri kağıdına göre 500 ns'dir. 33  $\mu$ H bobin seçilmesi durumunda 1A'lik sürme akımına göre iç direnci 188.5m $\Omega$  bir bobin ile doğrulama yapılabilir.

$$t_{on} = \frac{33 \cdot 10^{-6} \times 0,25}{27 - 6,6 - 1(0,1 + 0,1885 + 0,3)} = 0,417 \cdot 10^{-6} ns$$

$$t_{off} = \frac{33 \cdot 10^{-6} \times 0,25}{6,6 + 0,6 + 1(0,1 + 0,1885 + 0,3)} = 1,146 \cdot 10^{-6} ns$$

$F = 1/T = 640$  khz'dir. Bu değer ile 1 Mhz'den küçük kalma şartı sağlanmaktadır.

Aynı hesap 12V seviyesi için yapılır ise;

$$t_{on} = \frac{33 \cdot 10^{-6} \times 0,25}{13,5 - 6,6 - 1(0,1 + 0,1885 + 0,3)} = 1,307 \cdot 10^{-6} ns$$

$$t_{off} = \frac{33 \cdot 10^{-6} \times 0,25}{6,6 + 0,6 + 1(0,1 + 0,1885 + 0,3)} = 1,146 \cdot 10^{-6} ns$$

$F = 1/T = 408$  khz'dir. 1 Mhz'den küçük kalma şartı yine sağlanmaktadır.

Dolayısıyla en küçük değer olarak 33  $\mu$ H bobin seçilmesi durumunda dahi sürücünün sağlıklı bir şekilde çalışacağı gösterilmiş olur.

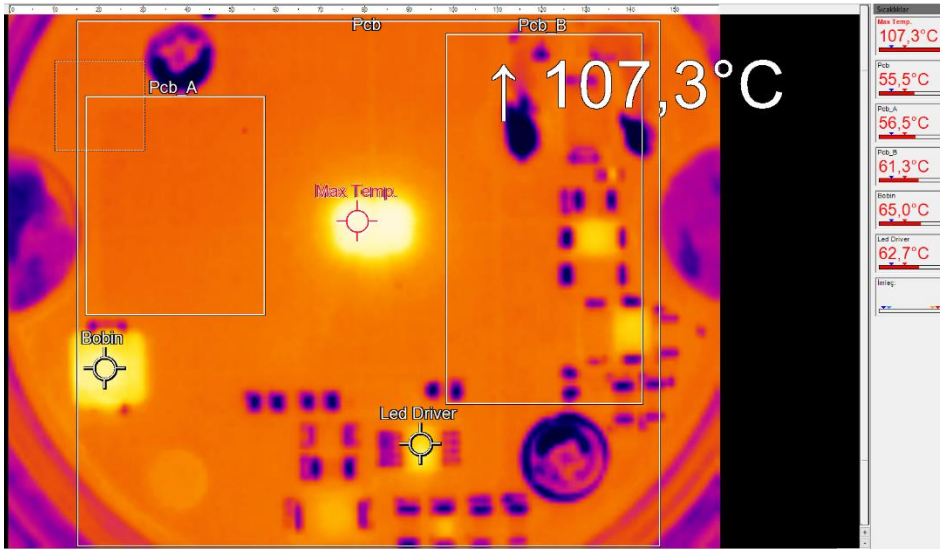
### **PCB seçimi**

LED'li uygulamalarda en önemli konulardan biri de tüm elektronik bileşenlerin üzerine monte edileceği baskı devre kartının (PCB) seçimidir. Isıyı iyi yayabilmek özellikle LED jonksiyon sıcaklığını olabildiğince aşağıya çekebilmek için ısı iletim katsayısı daha yüksek nitelikte vedoğal soğutma özelliği bulunan alüminyum malzemenin seçilmesi otomotiv sektöründe önemli bir artı sağlamaktadır.

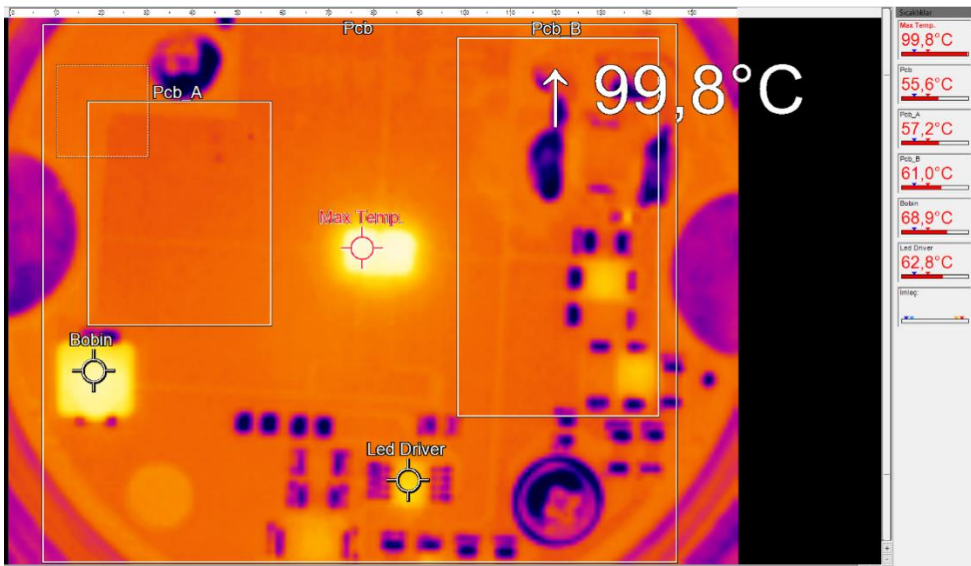
Otomotiv sektöründe kullanılan ve çok kolay tedarik edilebilen, ısı iletkenlik katsayısı 1 W/m.K olan, metrekare fiyatı en ucuz alüminyum esaslı PCB fiyatı 110 USD iken ısı iletkenlik katsayısı 3 W/m.K olan alüminyum esaslı PCB'nin, metrekare fiyatı 130 USD civarındadır. Her iki PCB ile yapılan

prototip üretimlerinin uzun süreli çalışma sonrası termal analizlerinde ısı iletkenlik katsayısı düşük olan PCB'nin LED jonksiyon sıcaklığı 107,3 °C olarak saptanırken ısı iletkenlik katsayısı yüksek olan PCB'deki LED jonksiyon sıcaklığı 99,8 °C olarak belirlenmiştir.

Yüksek LED jonksiyon sıcaklığının LED ömrünü kısalttığı ve lehim noktasının atmasına sebep olabileceği bilinen bir gerçektir. Yüksek ısı iletkenlik katsayısına sahip olan PCB ile sağlanan %7,08'lik sıcaklık azalışı Sis Farının ömrüne doğrudan katkı veren bir faktördür. Bu durumda PCB üzerinde sıcaklık dağılımı daha dengeli hale gelmekte ve bölgesel bir fiziksel bozulmanın da önüne geçilmektedir.



Şekil 3.1. Düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip PCB'li tasarım üzerinde LED sıcaklığı



Şekil 3.2. Yüksek ısı iletkenlik katsayısına sahip PCB'li tasarım üzerinde LED sıcaklığı



**Mekanik Tasarım:**

Çalışma kapsamında aşağıdaki Mekanik Tasarım çalışma adımları izlenmiştir:

Regülasyonlara göre istenen ışık miktarının çıkışını sağlayacak mekanik kasa geometrisinin belirlenmesi

Isıl karakteristiklerin ve sınırlandırmaların belirlenmesi

Kullanılacak kasa malzemesinin tespiti

PCB yerleşimine göre kasa tasarımı ve ölçülendirilmesi

En verimli termal yapıştırıcıların onaylanması

Far çalışma anı PCB temas noktası sıcaklıklarının tespiti

Havalandırma mekaniğinin yazılımda gerçekleştirilmesi ve simülasyonu

Mekanik tasarımın kasa geometrisinin belirlenmesi kısmında mercek/lens kısmı için ayrılabilir maksimum boyutlar belirlendikten sonra reflektör tasarımı ve kasa iç bileşenlerinin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Isı iletkenliği, verimlilik, maliyet, işlenebilirlik, otomotiv çalışma şartları ve sektörde yaygın kullanılan bir malzeme olması nedeniyle tıpkı PCB gibi “Gövde/Kasa” malzeme seçimi de Alüminyum olarak yapılmıştır. Alüminyum ısı iletkenliği ve fiyat oranı diğer tüm alternatif malzemelerin önünde yer almaktadır.

En yüksek maliyet-ısı iletim performansına sahip termal yapıştırıcının seçilmesi ve gerek ışık geçirgenliği gerekse kolay işlenebilirliği ile öne çıkan PMMA malzemesinin lens olarak seçiminin yapılmasıyla termal analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda LED’li Sis Farının hiçbir noktasında 120 °C’lik tehlikeli sınıra ulaşmadığı gövde/kasa sıcaklığının genel olarak 60 derece civarında olmasının beklendiği görülmüştür.

Sis Farı montajında yer alan ve üretim öncesi simülasyona sokulan parçaların malzemeleri aşağıdaki gibidir:

**Gövde:** Alüminyum döküm

**PCB:** Alüminyum

**LED:** Seramik-Silikon-Kalay

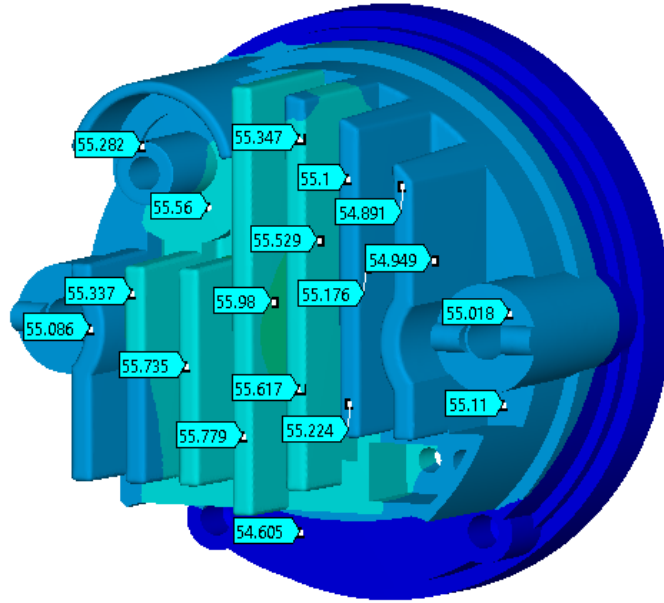
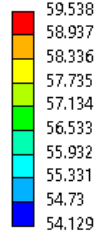
**Braket:** Alüminyum

**Reflektör:** PC

**Mercek:** Akrilik (PMMA)

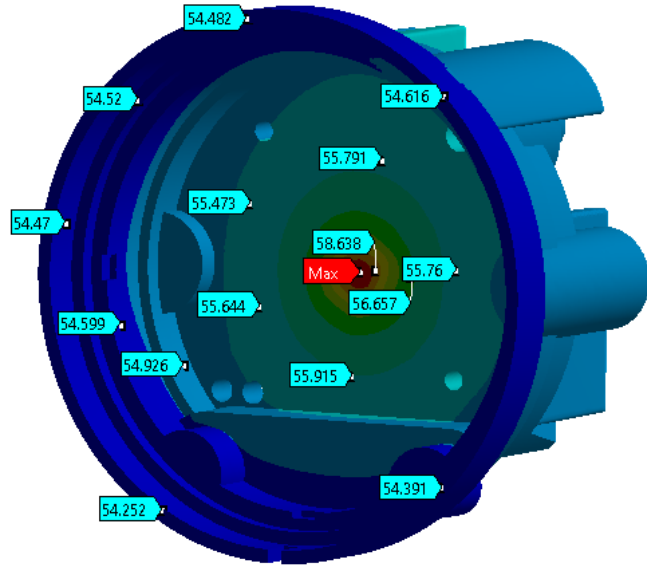
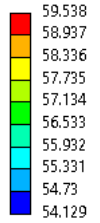
**Lens:** Akrilik (PMMA)

Type: Temperature  
Unit: °C  
Time: 2704.  
Custom  
Max: 59.538  
Min: 54.129



Şekil 3.3.Gövde Sıcaklık Dağılımı – arka

Type: Temperature  
Unit: °C  
Time: 2704.  
Custom  
Max: 59.538  
Min: 54.129

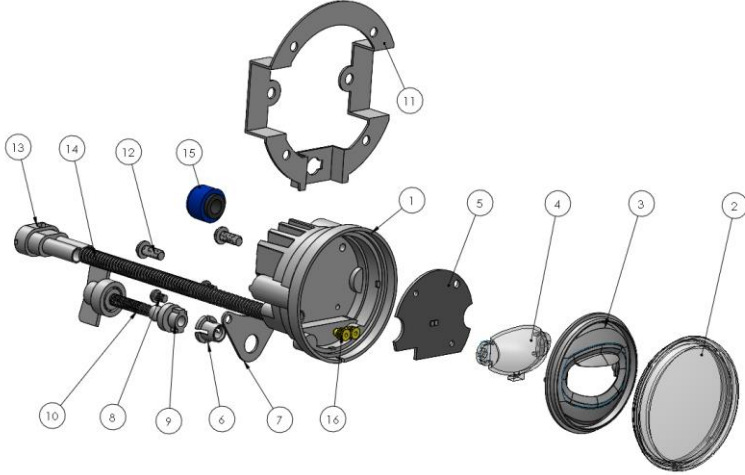


Şekil 3.4.Gövde Sıcaklık Dağılımı – ön

Mekanik tasarımın en önemli noktalarından biri olan ve kasanın soğutucu kısmına farın arka tarafından monte edilmiş membran havalandırma ventili (ısı contası) bu simülasyonda ciddi anlamda pasif soğutma katkısı vermiştir.

Isı contası niteliği itibariyle küçük kanallı bir yapı olup, kasa içinde biriken sıcak hava ve muhtemel nemi dışarıya verirken dışarıdan nem ve toz almamak üzere tasarlanmış bir yapıdır.

Mekanik tasarım sonucu ortaya çıkan gövde/kasa tasarımını aşağıdaki gibidir:

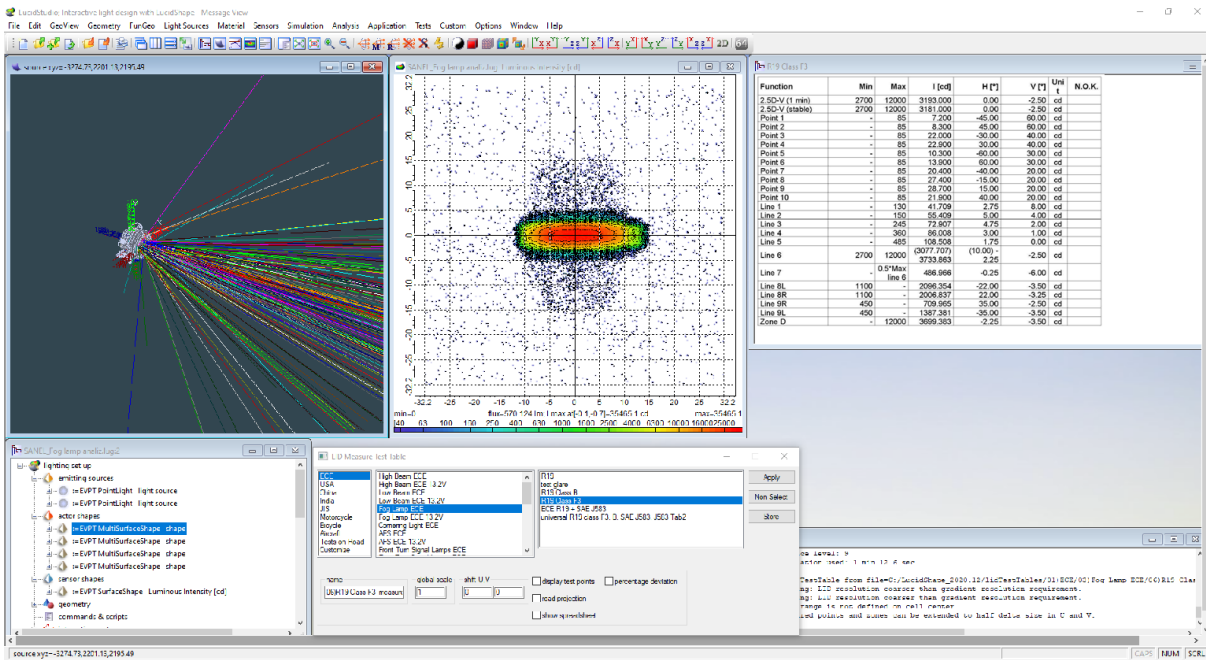


Şekil 3.5. Mekanik Tasarım sonucu ortaya çıkan mekanik bileşenler

1. Gövde / Kasa
2. Dış Lens
3. Reflektör
4. Mercek
5. Elektronik Devre
6. Mafsal yatak
7. Mafsal braket
8. Mafsal braket bağlantı vidaları
9. Plastik somun
10. Mafsal başlı Yükseklik ayar vidası (aşağı-yukarı)
11. Araç bağlantı braket
12. Araç bağlantı braket gövde montaj vidaları
13. Sızdırmaz konnektör
14. Flex kablo koruyucu
15. Isı contası (su sızdırmaz havalandırma filtresi)
16. Kablo sızdırmazlık contası

## Optik Tasarım:

Çalışma konusu LED'li Sis Farının lens optik tasarımının gerçekleştirilmesi için SANEL Firması bünyesine Lucidshape programı alınmıştır. Ar-Ge Merkezi çalışanlarının programı öğrenip Solidworks yazılımı ile entegrasyonunu sağlamaları sonrasında Far lens tasarımı kasa geometrisinde ayrılan ölçülere göre yapılmıştır (LED Çipler önü mercek tasarımı dahil). Lensin ilgili ECE regülasyonlarına göre UV dayanımlı olması ve ışığı belirli açılar dahilinde yayma gereksinimleri nedeniyle tasarım kısıtları belirlenmiştir. Lucidshape yazılımında elektronik devre/PCB üzerine LED çiplerinin yerleşiminin sağlanması sonrası yapılan simülasyon çalışmalarında ışık izleme yöntemiyle regülasyonlar dahilinde kalındığı ve tasarımın doğrulanabileceği görülmüştür.



Şekil 3.6. Lens tasarımı simülasyon aşaması

## 4. SONUÇLAR

TÜBİTAK TEYDEB tarafından desteklenerek ulusal proje niteliği kazanan bu çalışma konusu LED'li SİS Farı; tamamen yerli tasarım ve elektronik bileşenler dışında mümkün olan en yüksek yüzdeli yerli ürün kullanılarak geliştirilmiş olup seri üretim yapılabilecek seviyeye getirilmiştir.

SANEL tarafından Sakarya Üniversitesi Teknik Danışmanlığında ortaya çıkarılan Yerli ve Milli LED'li Sis Farı belirtilen üstünlükleriyle ülke otomotiv sektörüne katkı vermektedir:

Termal kararlılık,

Etkin havalandırma ve nem atma özelliği,

Elektronik ve Mekanik Uzun ömür,

Kolay monte edilebilirlik,

Çok çeşitli ticari araçta kullanılabilirlik,

Düşük akım talebi,

ECE Regülasyonlarına uygunluk,

Yüksek UV dayanımlı lens malzemesi (PMMA),

Yenilikçi mercek tasarımı ile ışık yönlendirme,

İthal ürünün önünü kesecek nitelikte maliyet/fiyat avantajı.

Bu çalışmada anlatıldığı üzere her ne kadar tüm bileşenler yerli üretim olmasa dahi otomotiv sektöründe Elektronik, Mekanik ve Optik tasarımların ülkemizde yapılması durumunda hem Firmalarımızın Ar-Ge kapasitesi artacak hem de yan sanayi gelişimine önemli katkıda bulunularak ülke teknoloji seviyesini yükseltmek mümkün olacaktır. Aşağıda sonlandırılmış ürünün parça parça gerçekleşen hali paylaşılmıştır.



Şekil 4.1. Gerçekleşen Gövde ve Lens



Şekil 4.2. Gerçekleşen Reflektör ve İç Mercek



**Şekil 4.3.**Gerçekleşen Bağlantı Vida+Braketleri ve Gerçekleşen LED'li Sis Farı

\*Bu çalışma TÜBİTAK TEYDEB tarafından desteklenmiş bir proje sonucu ortaya çıkan ticari bir ürün ile ilgili olduğundan sadece ticari sır niteliği taşımayan teknik bilgiler paylaşılmıştır.

#### **KAYNAKÇA**

ECE Addendum 18: Regulation No. 19: Uniform provisions concerning the approval of power-driven vehicles front fog lamps (Rev.7), 2011

ECE Addendum 47: Regulation No. 48: Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the installation of lighting and light signalling devices (Rev.12), 1995

Motorlu araçların elektromanyetik uyumluluk (radyo Paraziti) ile ilgili tip onayı yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik (72/245/AT), Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Temmuz 2007

**MARINE VESSEL DETECTION USING DEEP NEURAL NETWORK****Lect. Cansu CANBOLAT**

Doğuş University, Advances Vocational Studies, Information Security Program, Üsküdar, Istanbul

**Assist. Prof. Dr. Yasemin ATILGAN ŞENGÜL**

Doğuş University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department, Üsküdar, Istanbul

**Assist. Prof. Dr. Ahmet Yekta KAYMAN**

Doğuş University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department, Üsküdar, Istanbul

**ÖZET**

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte otonom taşıtların önemi giderek artmaktadır. Son zamanlarda araçların güvenli sürüşüne yönelik çalışmalar bulunmakta fakat bu çalışmalar daha çok kara taşıtlarına yöneliktir. Diğer taraftan deniz taşıtları için bu çalışmalar henüz çok kısıtlıdır. Görüntü işleme yöntemleri, deniz üzerindeki taşıtların tanınması ve bu sayede deniz taşıtları için de otonom sürüş sağlanması açısından son zamanlarda büyük önem kazanmıştır. Bu çalışmada, deniz üzerindeki nesnelere tanımlamak için, deniz üzerindeki nesnelere oluşan 10.000 adetlik yüksek çözünürlüklü ve geniş kapsamlı orijinal veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti ile deniz üzerindeki nesnelere tanıma ve sınıflandırılmasına yönelik görüntü işleme teknolojisi ile analiz ve optimizasyonlar yapılması hedeflenmektedir. Deniz yüzeyindeki nesnelere, uzak mesafeden (1000m+) tespit edilip sınıflandırılması deniz araçları için güvenli kullanım oluşturulması ve karar desteği sağlanması hedeflenmektedir. Oluşturulan veri setinin gerçek zamanlı ortamda başarılı şekilde tanımlanabilmesi için 10000 adet fotoğraf altı adet sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflandırma işleminde Uluslararası Deniz Hukuku kuralları dikkate alınarak yapılmıştır. Sınıflandırma işlemi sonucunda oluşturulan; Cargo\_Ship, Tanker\_Ship, RoRo/Ferry/Passenger, Boats, Tug\_Boats, Speciality\_Vessels olmak üzere altı adet sınıfa göre veri seti etiketleme işlemi yapılmıştır. Oluşturulan veri seti, en yaygın gerçek zamanlı tanıma modelleri olan Yolo-V3 ve Yolo-V4 kullanılarak test edilmiştir. İki framework üzerinde de AP50 ve AP75 olmak üzere 2 farklı parametre değerine göre sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Yolo-v4 algoritması mAP ve F1 değerleri karşılaştırıldığında sırasıyla %90.39 ve %87 oranlarıyla daha yüksek bir başarı oranı vermiştir.

**MARINE VESSEL CLASSIFICATION DEEP NEURAL NETWORK****ABSTRACT**

Marine vessel detection is an important task in the field of autonomous drive of sea vehicles. In the last decade the studies on autonomous vehicles has gained attention, and it is possible to find variety of studies in the field. Although various researches and developments have been made on safe driving of

vehicles, these studies have mostly focused on land vehicles. Vessel detection using image processing algorithms is the key to provide autonomous control of marine vehicles. To provide autonomous control of vessels the main issue is to create the appropriate dataset to train and test the algorithms. Lack of eligible dataset on marine vessels reveals the importance and necessity of this study. The main objective of this study is to create an appropriate dataset for marine vessels. The dataset then has been used with most known image processing algorithms Yolo v3 and Yolo v4 to determine the highest vessel detection accuracy. The dataset has been created in corporation with Massive Yatch Technologies. Even there is publicly available data repositories for image processing purposes the lack of dataset for marine vessels is the main focus of the study. As a results, 10,000 high-resolution and comprehensive original dataset consisting of objects on the sea was created to identify objects on the sea. With this dataset, it is aimed to make analysis and optimizations with image processing algorithms for the recognition and classification of objects on the sea, which will yield an efficient control of marine vessels. The detection and classification of the objects on the sea surface from a long distance (1000m +) will form the basis for decision support for safe use for marine vessels. The dataset originally constructed has six classes. The study summarizes how the dataset has been created and presents the results of the most known image processing algorithms.

**Keywords:** Marine vessel detection, Image processing, Deep neural network

## 1. GİRİŞ

Günümüzde araçların güvenli sürüşüne yönelik çeşitli araştırma ve geliştirmeler yapılmakla beraber bu çalışmalar daha çok kara taşıtları alanında yoğunlaşmıştır. Deniz taşıtlarının otonom sürüşü için çalışmalar da yapılmakta fakat henüz yeterli veri seti oluşturulmadığı gözlemlenmektedir. Otonom araçlara olan ilgi dünya çapında giderek artmaktadır. Bu teknolojideki gelişim potansiyeli çok açık bir şekilde görülmektedir (Bingöl, Kaymak, Uçar, 2019). Otonom araçlar fiziksel ortamlarda hareket edebilmek için çevresinden topladıkları verileri içinde bulunan hareket sistemleri, karar mekanizmaları, ortamı algılamak amacıyla algılayıcı sistemleri ve algoritmalar sayesinde yorumlayıp kendi kendine hareket eden mekanizmalardır (Jung ve diğerleri, 2004 ). Otonom sürüş konusundaki ilk deneyler 1920'lerden başlamış ve ilk prototipler 1950'lerden itibaren ortaya çıkmıştır. 1997 yılında Japonya'da Tsukuba Makine Mühendisliği Laboratuvarı ilk gerçek otonom aracı geliştirmiştir (Demir, Altun, 2020). Otonom araçlar alanında, otomatik çarpışma önleme ve otonom seyahat ve rota planlamaya yönelik çalışmalar da mevcuttur. Literatürde, sadece görüntü verisi kullanarak deniz sistemlerinde navigasyon uygulamasının, diğer gps ve radar gibi sistemler devre dışı iken, engellere çarpmadan gitmesi için kullanılabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Frazzoli, Dahleh, Feron, 2002). Benzer



şekilde dinamik hareket planlama yaklaşımı ile yüksek hızlı ve çevreyle karmaşık etkileşimleri olan araçlar için etkin bir şekilde kullanılabilen otonom araç da geliştirilmiştir (Zhao, Chen, Mei, Liang, 2011). Nesne algılama ve tanıma, otonom sürüş uygulamalarının en önemli araştırma konularından biridir. Bunun sebebi, otonom sürüşte bir kontrol hareketinin öncelikle nesneyi algılaması ve sonra da o nesneyi tanımlamasının gerekliliğidir (Bingöl, Kaymak, Uçar, 2019). Son zamanlarda, gerçek hayatta kullanılan araçlar için nesne tanıma uygulamaları hızla büyümüştür. Görüntü işleme uygulamalarının vazgeçilmez unsurlarından olan nesne tespiti ve nesne tanıma uzun yıllardır üzerinde çalışılan konulardır (Resul, Polat, Tuna, 2019). Nesne tespiti ve nesne tanıma için farklı algoritmalar ve yöntemler geliştirilmiştir. Nesne tespiti ve tanımda kullanılan popüler kütüphaneler arasında YOLO, Single Shot Multibox Detector (SSD), Region Based Convolutional Networks (R-CNN), Fast R-CNN, Faster R-CNN ve Mask R-CNN bulunmaktadır (Özbaysar, Borandağ, 2018). Nesne tespiti ve sınıflandırması üzerine yapılan çalışmalar ulaşmayı hedeflediğimiz deniz ortamında nesne tespit etmenin istenilen başarılarla yaklaşabildiğini savunmaktadır (Prasad, Dong, Rajan, Quek, 2019). Nesne tespiti ve sınıflandırılmasının başarı parametresi yüksek oranla tespit ve yüksek doğrulukla sınıflandırmadır. Bu sebeple iyi bir tespit ve sınıflandırma modelinin gerçek zamanlı uygulanabilmesi için en önemli etkenlerden biri uygun veri seti oluşturmaktır. İyi bir veri seti tüm gerçek zamanlı koşulları maksimum seviyede içerisinde bulunduran, yüksek nesne çeşitliliği sayısına sahip veri setidir. İyi bir modelin ilk şartı iyi bir veri setinden geçtiği kadar oluşturulan modelin de başarısı veri setine uygun bir model oluşturularak eğitilmesinden geçmektedir. Derin öğrenme insan beyninin işlevlerini taklit eden hesaplama sistemlerine dayanır. Derin öğrenmenin tarihi, 1943 yılında McCulloch ve Pitts tarafından düşünce sürecini taklit etmek için matematiğe ve sinir mantığı olarak adlandırılan algoritmalara dayalı bir hesaplama modeli geliştirmelerine dayanmaktadır (McCulloch, Pitts, 1943). Facebook ve Google gibi büyük şirketlerinde kullanmış olduğu görüntülerin etiketlenmesi, obje tanımlanması ve görüntülerin sınıflandırılması Derin Öğrenme modelleri ile gerçekleştirilmiştir (Kiros, Salakhutdinov, Zemel, 2014). Çalışma kapsamında, literatürde nesne tespiti üzerine odaklanan derin öğrenme ve görüntü işleme bazlı yöntemler incelenmiştir. Bu yöntemlerden en popüler olan YOLO, konvolüsyonel sinir ağları ve türevlerine göre performans olarak daha hızlı cevap verebilen bir algoritmadır (Bülbül, 2020). Bu çalışma kapsamında nesne tespitinin daha hızlı yapılması ve tespit doğruluk oranının arttırılması hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında gerçek zamanlı tespitte en yakın performans sergilenmek istendiğinden, YOLO algoritması seçilmiştir. Bu çalışma sonucunda deniz üzerindeki nesnelerin tespit ve sınıflandırmasında yüksek doğruluğa ulaşarak, çalışmadan edinilen bilgi birikiminin ve çıktının deniz araçları için güvenli kullanım konusunda karar desteği sağlanmasına temel

oluşturacağı öngörülmektedir.Çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir; Bölüm 2’de, kullanılan araştırma ve bulgular açıklanmıştır. Son bölüm olan Bölüm 3’te ise çalışma sonuçları sunulmuştur.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri seti Massive Yat Teknolojileri ile beraber oluşturulmuş yüksek çözünürlüğe sahip İstanbul Boğazı ve farklı denizlerde çekilmiş fotoğraflardan oluşmaktadır. Veri setinde 10 bin adet deniz taşıtına ait kayıt bulunmaktadır. Eğitim aşamasında modellerin daha verimli çalışabilmesi için deniz taşıtlarının fotoğrafları birçok farklı açıdan da çekilerek veri setine eklenmiştir. Veri setine eklenen tüm fotoğrafların sınıflara göre etiketlenmesi için LabelImg programı kullanılmıştır. Çalışma için kullanılacak sınıflar Tablo 1’ de belirtilmiştir.

Sınıf No	Sınıf Adı
1	Cargo Ship
2	Tanker Ship
3	RoRo/Ferry/Passanger
4	Boats
5	Tug_Boats
6	Speciality_Vessels

335

**Tablo 1.**Çalışmada Kullanılan Sınıflar

Yapılan sınıflandırma işleminden sonra eğitim işlemlerine başlamak için, 6 adet sınıf altında 10 bin adet fotoğraf oluşturulmuştur. Belirlenen 6 sınıfa ait etiketleme işlemi yapılan fotoğraf sayıları Tablo 2’de belirtilmiştir.

Sınıf No	Sınıf Adı	Etiketlenen Fotoğraf Sayısı
1	Cargo Ship	2338
2	Tanker Ship	2529
3	RoRo/Ferry/Passanger	2568
4	Boats	2353
5	Tug_Boats	2532
6	Speciality_Vessels	1937

**Tablo 2.** Etiketlenen Fotoğraf Sayısı

Veri setinde bulunan bazı fotoğraflarda birden fazla deniz taşıtı olması sebebiyle bir fotoğraf farklı sayıda sınıf için etiketlenmiştir. Bu sebeple veri setinde bulunan fotoğraf sayısı ile etiketlenen toplam sayı farklılık göstermektedir

## 2.2. Test Edilen Modeller

Çalışmada, oluşturulan veri seti üzerinde YOLO v3 ve Yolo v4 modelleri ile nesnelerin sınıflandırılmaları test edilmiştir. İlk olarak Yolo v3 ve Yolo v4 modelleri ile eğitim sonuçları elde edilmiştir.

Eğitilmiş modelde, tahmin sonucu 4 ihtimal vardır:

**Doğru Pozitif (DP):** Modelimizin doğru tahmin ettiği ihtimallerden biridir. Fotoğrafta nesne vardır, model nesne var tespitinde bulunmuştur.

**Doğru Negatif (DN):** Modelimizin doğru tahmin ettiği ihtimallerden biridir. Fotoğrafta nesne yoktur, model nesne olmadığı tespitinde bulunmuştur.

**Yanlış Pozitif (YP):** Modelimizin yanlış tahmin ettiği ihtimallerden biridir. Fotoğrafta nesne yoktur, model nesne var tespitinde bulunmuştur.

**Yanlış Negatif (YN):** Modelimizin yanlış tahmin ettiği ihtimallerden biridir. Fotoğrafta gemi vardır, model nesne olmadığı tespitinde bulunmuştur.

İki modelin başarı oranlarını kıyaslamak için kullanılan parametreler Tablo 3'te verilmiştir.

Parametreler	
1	AP-50
2	AP-75
3	mAP[5...:95]
4	Harmonic Mean(F1 )
5	mAP
6	AP(SLM)

**Tablo 3.**Eğitim İşleminde Kıyaslanan Parametreler

**Ortalama Hassasiyet( Averege Precion-AP) :** AP50 ve AP75 , sırasıyla %50 ve %75 IoU eşliğinde AP anlamına gelmektedir.

**Kesinlik( Precion):** Tahminlerinizin ne kadar doğru olduğunu ölçmektedir.

$$Kesinlik = \frac{DP}{(DP+YP)} \text{Denklem}(1)$$

**Hassasiyet( Recall) :** Tüm pozitifleri ne kadar iyi bulduğunuzu ölçmektedir.

$$Hassasiyet = \frac{DP}{(DP+YN)} \text{Denklem}(2)$$

**Harmonik Ortalama( Harmonic Mean) :** precision ve recall arasında bir denge kurmamız gerektiğinde F1 Score puanı kullanılır. Özellikle eşit olmayan dağıtılmış sınıflar için tercih edilmektedir.

$$Harmonik\ Ortalama = \frac{2 * P * R}{(P + R)} \text{Denklem}(3)$$

**P:** Kesinlik

**R:** Hassasiyet

### 2.3. Eğitim Sonuçları

Kıyaslanan parametre sonuçları Tablo 4' te belirtilmiştir.

Yolov3	Yolov4	Yolov3	Yolov4
<b>AP(@50)</b>		<b>AP(@75)</b>	
78,08	84,70	55,60	67,88
96,82	97,72	94,69	95,99
93,95	96,72	85,36	93,01
66,44	77,68	45,64	58,34
91,67	94,49	72,02	82,55
89,23	91,05	84,00	85,84
<b>mAP(@0.50)</b>		<b>mAP(@0.75)</b>	
86,03	90,39	72,89	80,60
<b>Kesinlik</b>		<b>Kesinlik</b>	
0,86	0,87	0,77	0,80
<b>Hassasiyet</b>		<b>Hassasiyet</b>	
0,83	0,88	0,74	0,81
<b>F1-skor</b>		<b>F1-skor</b>	
0,84	0,87	0,76	0,81

**Tablo 4.** Eğitim İşlemi Sonuçları

Eğitim sonuçlarında, AP50 ve AP75 değerleri, sırasıyla %50 ve %75 IoU eşliğinde AP anlamına gelmektedir. mAP değerleri ve F1-score değerlerine bakıldığında, Yolo v4, Yolo v3' e kıyasla daha başarılı olduğu görülmüştür. mAP50 ve mAP75 parametrelerine göre kıyaslama yapıldığında ise, diğer tüm parametreler için mAP50 değerinin daha başarılı olduğu görülmüştür.

### 3. SONUÇ

Kara, deniz, hava otonom taşıtlarının tamamında, nesne tespiti önemli bir rol oynamaktadır. Görüntü işleme modelleri, araçlarda otonom kontrolü sağlamanın temel taşıdır. Görüntü işleme modellerini daha başarılı şekilde test edebilmemiz için, geniş kapsamlı bir veri seti önemli bir role sahiptir. Literatürde deniz taşıtlarına yönelik kapsamlı bir veri seti bulunmamaktadır. Bu sebepten, çalışmamız literatüre

katkı sağlayacaktır. Çalışmamız, Yolo v3 ve Yolo v4 modelleri üzerinde test edilmiştir. Test edilen modeller neticesinde, iki model arasında Yolo v4 modelinin daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Yolo v3 modelindeki birçok sorunun iyileştirilmesi sonucu Yolo v4 modeli ortaya çıkmıştır. Bu sebepten, bu durum beklenen bir test sonucudur. Çalışmamız, geleneksel görüntü işleme modelleri üzerinde, test edilmesi rağmen, çalışmamızın literatüre katkısı, deniz taşıtları ile ilgili kapsamlı bir veri setinin literatüre kazandırılmış olmasıdır. Gelecekteki çalışmalarımızda, veri setini arttırmak, veri setini farklı modeller üzerinde test etmek ve algoritma optimizasyonu konuları üzerinde çalışmalar yapmayı planlamaktayız.

## KAYNAKÇA

- Bingöl, M. S., Kaymak, Ç., & Ayşegül, U. Ç. A. R. (2019). Derin Öğrenme Kullanarak Otonom Araçların İnsan Sürüşünden Öğrenmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(1), 177-185.
- Bülbül, h. (2020). Derin öğrenme yöntemleri kullanarak gerçek zamanlı araç tespiti.
- Demir, M. N., & Altun, Y. Otonom Araçla Genetik Algoritma Kullanılarak Haritalama ve Lokasyon. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 654-666.
- Frazzoli, E., Dahleh, M. A., & Feron, E. (2002). Real-time motion planning for agile autonomous vehicles. *Journal of guidance, control, and dynamics*, 25(1), 116-129.
- Kiros, R., Salakhutdinov, R., & Zemel, R. S. (2014). Unifying visual-semantic embeddings with multimodal neural language models. *arXiv preprint arXiv:1411.2539*.
- M.-J. Jung, H. Myung, S.-G. Hong, D. Park, H.-K. Lee, and S. Bang, "Structured light 2D range finder for simultaneous localization and map-building (SLAM) in home environments," in *Proc. of the 2004 International Symposium on Micro-Nanomechatronics and Human Science, and 2004 The Fourth Symposium Micro-Nanomechatronics for Information-Based Society, 2004*, ss. 371–376.
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5(4), 115-133.
- Özbaysar, E., & Borandağ, E. (2018, May). Vehicle plate tracking system. In *2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 1-4). IEEE.
- Prasad, D. K., Dong, H., Rajan, D., & Quek, C. (2019). Are object detection assessment criteria ready for maritime computer vision?. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(12), 5295-5304.
- Resul, D. A. Ş., Polat, B., & Tuna, G. (2019). Derin Öğrenme ile Resim ve Videolarda Nesnelerin Tanınması ve Takibi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(2), 571-581.
- Xidias, E., & Zissis, D. (2018, November). Real time autonomous maritime navigation using dynamic visibility graphs. In *2018 IEEE/OES Autonomous Underwater Vehicle Workshop (AUV)* (pp. 1-6). IEEE.
- Huang, W., Wu, X., Zhang, Q., Wu, N., & Song, Z. (2014, December). Trajectory optimization of autonomous driving by differential dynamic programming. In *2014 13th International Conference on Control Automation Robotics & Vision (ICARCV)* (pp. 1758-1763). IEEE.
- Zhao, P., Chen, J., Mei, T., & Liang, H. (2011, June). Dynamic motion planning for autonomous vehicle in unknown environments. In *2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)* (pp. 284-289). IEEE.

## ALZHEIMER HASTALIĞININ MR GÖRÜNTÜLERİNDEN DERİN ÖĞRENME TABANLI YAKLAŞIM İLE TESPİT EDİLMESİ

**Fatih DEMİR**

**ORCID NO:** 0000-0003-3210-3664

Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Teknik Bilimler MYO, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

### ÖZET

Alzheimer hastalığı (AH) bunamanın en yaygın tipi olarak bilinmektedir. AH hastalığı derecelerine göre hastalarda belirtilerini göstermektedir. AH hastalığı, erken safhada hafif unutkanlıkla başlamakla beraber geç safhada en yakınlarını tanımama ve günlük rutin işlerini yerine getirememe derecesine kadar hastalarda görülebilmektedir. AH hastalığını erken dönemde teşhis etmek hastanın ileri derece AH hastalığına yakalanmasını geciktirmekte veya engellemektedir. Bu nedenle AH hastalığının erken safhada teşhis edilmesi büyük önem arz etmektedir. Klinik pratikte AH hastalığını teşhis etmek için MR görüntülerinden yararlanılmaktadır. Son yıllarda medikal görüntülerdeki sınıflandırma performansından dolayı derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar sıkça tercih edilmektedir. Bu çalışmada, AH hastalığını otomatik olarak bilgisayar destekli bir uygulama ile tespit etmek için Derin Öğrenme tabanlı bir yaklaşım kullanılmıştır. MR görüntülerinden derin öznitelikler çıkarmak için MobileNetV2 ve VGG16 derin öğrenme modellerinin aktivasyon ağırlıklarından yararlanılmıştır. Her iki modelden çıkarılan derin öznitelikler birleştirilmiştir. Bu öznitelikler içerisinde ayırt ediciliği yüksek olanlar Relif tekniği ile seçilmiştir. Bu işlemle eğitim sürecindeki hesaplama zamanı önemli derecede düşürülmüş ve önerilen yöntemin başarımı artırılmıştır. Sınıflandırma aşamasında makine öğrenmesinde popüler olan Destek Vektör Makineleri (DVM), Karar Ağacı (KA) ve Saf Bayes (SB) gibi sınıflandırıcılar kullanılmıştır ve sınıflandırma performansına göre en iyi sınıflandırıcı seçilmiştir. Önerilen yöntem, AH hastası olmayan ve 3 derecede AH hastası olan vakaların MR görüntülerini içeren bir veri seti üzerinde değerlendirilmiştir ve değerlendirme yöntemi olarak 10-kat çapraz-doğrulama kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Alzheimer Hastalığı, Erken Teşhis, Derin Öğrenme, Sınıflandırma

### DETECTION OF ALZHEIMER'S DISEASE WITH A DEEP LEARNING-BASED APPROACH FROM MR IMAGES

### ABSTRACT

Alzheimer's disease (AD) is known as the most common type of dementia. AD shows symptoms in patients according to the degree of disease. Although AD disease starts with mild forgetfulness in the

early stage, it can be seen in patients up to the degree of not knowing the closest relatives and not performing daily routine work in the late stage. Early diagnosis of AD delays or prevents the patient from developing advanced AD disease. Therefore, it is of great importance to diagnose AD at an early stage. MR images are used to diagnose AD disease in clinical practice. In recent years, deep learning-based approaches are frequently preferred due to the classification performance in medical images. In this study, a Deep Learning-based approach was used to automatically detect AD disease with a computer-aided application. Activation weights of MobileNetV2 and VGG16 deep learning models were used to extract deep features from MR images. The deep features extracted from both models are combined. Among these features, those with high discrimination were selected with the RelifF technique. With this process, the calculation time in the training process has been significantly reduced and the performance of the proposed method has been increased. Classifiers such as Support Vector Machines (SVM), Decision Tree (KA) and Pure Bayes (SB), which are popular in machine learning, were used in the classification stage, and the best classifier was selected according to the classification performance. The proposed method was evaluated on a dataset containing MR images of patients with no AD and 3 degrees of AD, and 10-fold cross-validation was used as the evaluation method.

**Keywords:** Alzheimer's Disease, Early Diagnosis, Deep Learning, Classification

## 1. GİRİŞ

Bunama, günlük hayatta yapılan aktivitelerin eylemi sırasında yetenek kaybına neden olan ve beynin bilişsel işlevlerinin yavaş yavaş yok olmasına neden olan bir hastalıktır. Dünyadaki en yaygın bunama türü Alzheimer hastalığıdır (AH). AH, beyindeki bilişsel işlevleri sağlayan nöronların hasar görmesi veya tahrip olması sonucunda ortaya çıkar. Sonuç olarak kişinin fiziksel hareketleri zamanla azalır ve son aşamada yatak bakımı yapılır (Alzheimer's Association, 2019).

AH'nin belirtileri, yıllar içinde kişide görülen düşünme, hafıza ve davranışsal tepkilerin azalması ve kaybolmasıdır. AH vakalarının tedavi sürecinde farmakolojik ve farmakolojik olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu yöntemlerin tümü AH vakalarını tamamen iyileştirmez. Sadece belirli bir süre hastalığın ilerlemesini geciktirir (Qui vd., 2019). Dolayısıyla, AH'nin erken teşhisi önemlidir. Bu durumun bir gereği olarak, beyin görüntülerini kullanarak AH vakalarının hastalık evresini tespit etmek önemlidir. Son zamanlarda AH ile ilgili derin öğrenme yaklaşımları kullanılarak birçok çalışma yapılmıştır. Basaia vd., (2019) sağlıklı ve AH beyin manyetik rezonans (MR) verilerini kullanmıştır. Evrişimli Sinir Ağını (ESA) eğitmek için transfer öğrenme yaklaşımı uygulanmıştır. Önerilen ESA modelinde yeterli veriyi sağlamak için veri artırma teknikleri kullanılarak bir ön işlem adımı gerçekleştirilmiştir. İkili sınıflandırma başarısı %99.2 olarak elde edilmiştir. Liu vd., (2020)

çalışmalarında MR verilerini kullanarak segmentasyon ve sınıflandırma yapmıştır. Veri seti, hafif bilişsel bozukluk (HBB), AH ve normal kontrast olmak üzere üç sınıf içerisinde düzenlenmiştir. Modelin eğitiminde DenseNet derin öğrenme modeli kullanılmış ve modelin sınıflandırma işleminin gerçekleştiği katmanda Softmax işlevi kullanılarak %88.9'luk bir başarı elde edilmiştir. Lu vd., (2019), çalışmalarında AH ve sağlıklı beyin MR görüntülerini kullanarak ikili bir sınıflandırma yapmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar, Visual Geometry Group-16 (VGG16) ve MobileNet derin öğrenme modellerini kullanmıştır. VGG16 modeli ile sınıflandırma başarısı %93 iken, MobileNet modeli ile sınıflandırma başarısı %98 olmuştur. Shen vd., (2019) ileri HBB ve AH vakalarından elde edilen verileri kullanarak bir sınıflandırma görevi gerçekleştirmiştir. Veri seti, Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) görüntülerinden oluşturulmuştur. Ön işleme aşamasında, veri setindeki her görüntü için ilgi bölgesi yöntemi kullanılmıştır. Derin İnanç Ağları ile öznitelikler çıkarılmıştır. DVM yöntemi ile %86.6 sınıflandırma doğruluğuna ulaşılmıştır. Xiao vd., (2017), 2-boyutlu ve 3-boyutlu beyin görüntülerini kullanarak AH tespiti için makine öğrenme tabanlı bir yaklaşım önermiştir. Üç sınıflı veri kümelerinde, Gri Seviye Eş Oluşum Matrisi ve Gabor filtre teknikleri kullanılarak öznitelikler çıkarılmıştır. Ayrıca öznitelikler Hacim Tabanlı Morfometri (HBM) yöntemi ile seçilmiştir. DVM sınıflandırıcısı, seçilen öznitelikler ile %92.86 sınıflandırma doğruluğu sağlamıştır.

### 1.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmada, AH hastalığının 3 evresi (çok az, az, orta) ve AH olmayanlar MR görüntüleri kullanılarak derin öğrenme tabanlı etkili bir yaklaşımla sınıflandırılmıştır. AH tespiti için MobileNetV2 ve VGG16 derin öğrenme modellerinin öznitelik çıkarma yeteneğinden yararlanılmıştır. İki modelden elde edilen öznitelik setleri birleştirilmiştir. Elde edilen öznitelik setindeki öznitelikler önem ağırlıklarına göre seçilmiştir. Böylece hem öznitelik setinin boyutu azaltılmış hem de sınıflandırma performansı artırılmıştır. Sınıflandırma aşamasında Destek Vektör Makineleri (DVM), Karar Ağacı (KA), Saf Bayes (SB), Lineer Ayırtaç Analizi (LAA) ve K-En Yakın Komşuluk (K-EYK) algoritmaları kullanılmıştır.

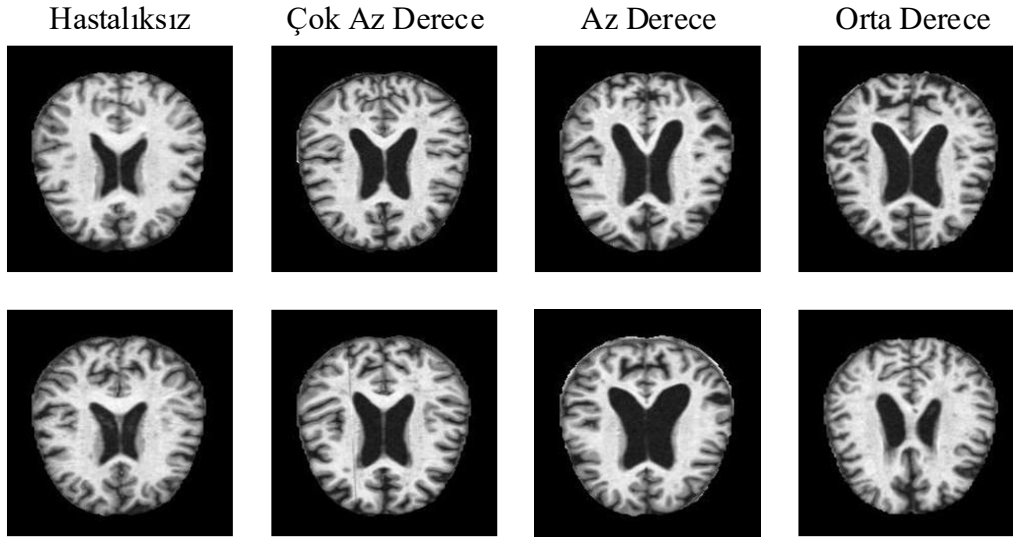
## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Önerilen yaklaşımda kullanılan veri seti araştırmacı Dubey, (2020) tarafından oluşturulmuştur. Veri setinde farklı çözünürlüklere sahip MR görüntüleri farklı web sitelerinden toplanmıştır. Veri seti, JPG dosya biçiminde toplam 6400 görüntüden oluşturulmuştur. Veri kümesi, AH'nin dört aşamasını içeren sınıflara ayrılmıştır. Bu sınıflar az derece, orta derece, çok hafif derece ve hastalısız olarak



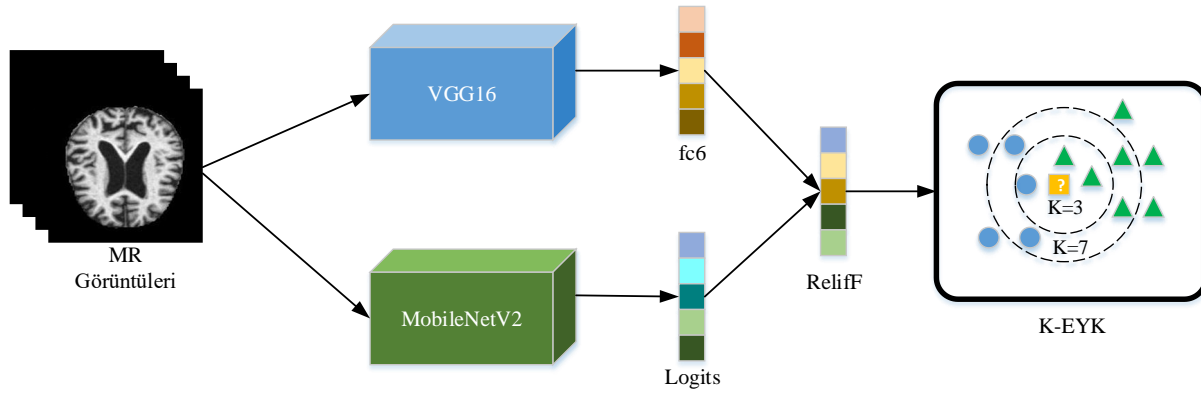
adlandırılmıştır. Veri setindeki tüm etiketleme işlemleri alanında uzman hekimler tarafından yapılmıştır. Veri kümesinin sınıflarını temsil eden örnek görüntüler Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Veri setindeki örneklerin sınıflara göre gösterimi

## 2.2. Metot

4 sınıflı AH sınıflandırma problemi için önerilen yaklaşım esas olarak 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada önceden eğitilmiş iki derin öğrenme modeli olan MobileNetV2 ve VGG16 modellerinin tamamen bağlı katmanları MR görüntülerinden öznetelik çıkarmak için kullanılmıştır. VGG16 modelinin “fc6” isimli tamamen bağlı katmanından (TBK) ve MobileNetV2 modelinin “Logits” isimli TBK’sından sırasıyla 4096 ve 1000 adet öznetelik çıkarılmıştır. Daha sonra her iki modelden elde edilen öznetelikler birleştirilerek 5096 boyutlu bir öznetelik seti oluşturulmuştur. İkinci aşamada, ReliefF algoritmasıyla ayırt ediciliği en fazla olan 250 öznetelik, önem ağırlıklarına göre öznetelik setinden seçilmiştir. Böylece, hem hesaplama maliyeti düşürülmüş hem de sınıflandırma performansı arttırılmıştır. Sınıflandırma aşamasında makine öğrenmesinde popüler olan KA, LAA, SB, DVM ve K-EYK sınıflandırıcıları kullanılmış ve en iyi başarıyı K-EYK sınıflandırıcısı ile elde edilmiştir. Önerilen yöntemin temsili gösterimi Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2. Önerilen yaklaşımın temsili gösterimi

### 2.3. VGG16 ve MobileNetV2 Derin Öğrenme Modelleri

VGG16 derin öğrenme modeli, Visual Geometry Group isimli çalışma ekibi tarafından ILSVRC-2014 isimli nesne tanıma yarışmasında ImageNet isimli veri seti üzerindeki başarıyı geliştirmek için tasarlanan bir mimaridir (Simonyan ve Zisserman, 2014). Bu mimari  $224 \times 224 \times 3$  boyutundaki görüntülerle eğitilmiştir ve %89'luk bir sınıflandırma doğruluğu yakalanmıştır. VGG16 derin öğrenme modeli, 13 evrimsel ve 5 havuzlama katmanı içeren bir yapı ile oluşturulmuştur.

MobileNet derin öğrenme modelinde görüntülerden evrimsel filtreler yardımı ile anlamlı bilgiler (öznitelik) çıkartma aşamasında, klasik evrişim operasyonu yerine Derinlemesine Ayrılabilir Evrişim yaklaşımından yararlanılmaktadır. Bu işlem sayesinde 8-9 kat daha az öğrenilebilir parametre ile öznitelik çıkarma adımı gerçekleştirilmektedir. 2019 yılında MobileNet modeli MobileNetV2 modeli (154 katman) olarak güncellenmiştir (Sandler vd., 2018). MobileNetV2 modeli, MobileNet modeline göre daha performanslı ve daha hızlı çalışmıştır.  $1 \times 1$  boyutundaki evrişim filtreleri ile öznitelik haritalarındaki boyut azaltılmıştır. Ayrıca, ResNET mimarilerinde de bulunan bağlantı atlama yaklaşımı ile hesaplama maliyeti geliştirilmiştir. MobileNetV2 modelinin nesne tanıma da önemli bir veri seti olan ImageNet üzerinde değerlendirildiğinden de VGG19 gibi kendisinden çok fazla öğrenilebilir parametre içeren modellere yakın performans verdiği görülmüştür.

### 2.4. ReliFF Algoritması

ReliFF algoritması, hedef sınıfların çok sınıflı kategorik değerler olması durumunda tahmin ağırlıklarını hesaplar. Bu algoritmada, aynı sınıftaki komşulara farklı puanlar veren yordayıcılar cezalandırılırken, aynı sınıftaki komşulara aynı puanı veren yordayıcılar ödüllendirilir (Robnik-Šikonja ve Kononenko, 2003). ReliFF algoritmasında, tüm tahmin ağırlıkları ( $w_j$ ) ilk olarak sifira ayarlanır. Ardından, ReliFF algoritması tekrar rastgele bir tahmin ( $x_a$ ) seçer, her sınıftaki  $x_b$  için k-en yakın tahminleri hesaplar ve her en yakın komşuya ( $x_b$ ) göre günceller.  $x_a$  ve  $x_b$  sınıfları aynıysa, yordayıcılar ( $P_i$ ) için tüm ağırlıklar aşağıdaki gibidir.

$$w_i^j = w_i^{j-1} - \frac{\Delta_i(x_a, x_b)}{a} \cdot d_{ab}$$

(1)

$x_a$  ve  $x_b$  sınıfları farklıysa, yordayıcılar ( $P_i$ ) için tüm ağırlıklar aşağıdaki gibidir:

$$w_i^j = w_i^{j-1} - \frac{p_{y_a}}{1-p_{y_b}} \cdot \frac{\Delta_i(x_a, x_b)}{s} d_{ab}$$

(2)

$w_i^j$ , j'inci yineleme için  $P_i$ 'nin ağırlığını gösterdiğinde,  $p_{y_a}$ ,  $x_a$ 'nın ait olduğu sınıfın önceki olasılığını temsil eder,  $p_{y_b}$ ,  $x_b$ 'nin ait olduğu sınıfın önceki olasılığını temsil eder, n ise güncellemelerle ayarlanan yinelemelerin sayısı ve  $\Delta_i(x_a, x_b)$ ,  $x_a$  ve  $x_b$  gözlemleri arasındaki  $P_j$  yordayıcı skorundaki farktır. Ayrık  $P_i$  için  $\Delta_i(x_a, x_b)$  aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\Delta_i(x_a, x_b) = \begin{cases} 0, & x_{ai} = x_{bi} \\ 1, & x_{ai} \neq x_{bi} \end{cases} \quad (3)$$

Mesafe fonksiyonu ( $d_{ab}$ ) ve mesafe fonksiyonu ( $\tilde{d}_{ab}$ ) aşağıdaki gibi belirtilir:

$$d_{ab} = \frac{\tilde{d}_{ab}}{\sum_{l=1}^N \tilde{d}_{ab}}$$

(4)

$$\tilde{d}_{ab} = e^{-(rank(a,b)/sigma)^2}$$

(5)

Burada  $rank(a, b)$ , a. gözlemin en yakın komşuları arasındaki b. gözlemin mesafeye göre sıralanmış konumudur. N, N ile ilgili en yakın komşuların sayısıdır.

## 2.5. K-EYK

Denetimli öğrenme kategorisinde hem sınıflandırıcı hem de regresyon problemleri için k-En Yakın Komşular (K-EYK) algoritmasının kullanılmasının yanı sıra, uygulama tabanlı sınıflandırma problemlerini çözmek için de tercih edilmektedir (Akbulut vd., 2017). K-EYK algoritmasında önceden belirlenmiş etiketlere sahip veriler kullanılmaktadır. En yakın komşulara göre, K-EYK algoritmasında sınıflandırılacak yeni veriler, etiketli bir veri setine göre kategorize edilir. Etiketli veri setindeki mesafe ve veriler, yeni verilerin sınıfını belirlemek için kullanılır. Bu mesafeler Öklid, Çebişev ve Manhattan gibi mesafe metriğiyle hesaplanır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma için gerçekleştirilen tüm kodlama Intel® Core™ i7 işlemcisine, 8GB DDR3 belleğe ve 2GB grafik kartına sahip bir donanıma yüklenen Windows 10 işletim sistemindeki MATLAB® programıyla gerçekleştirilmiştir. VGG16 ve MobileNetV2 derin öğrenme modellerinin fc6 (4096 adet) ve Logits (1000 adet) isimli katmanlarından öznitelik çıkarmak için modellerin kullanıma açık ağırlık değerleri kullanılmıştır. ReliefF algoritması ile öznitelik önem ağırlıklarına göre seçim yapılırken en yakın komşu sayısı 10 olarak seçilmiştir. Sınıflandırma aşamasında 6 adet sınıflandırıcı kullanılmıştır. KA sınıflandırıcısı için maksimum ayırma sayısı 100 ve ayırma kriteri olarak Gini katsayısı seçilmiştir. LAA sınıflandırıcısı için kovaryans faktörü “tam” olarak ayarlanmıştır. SB sınıflandırıcısı için Gauss çekirdeği ve DVM sınıflandırıcısı için polinomal çekirdek kullanılmıştır. K-EYK sınıflandırıcısında en yakın komşu sayısı 10 olarak seçilmiş ve Öklid uzaklığı ile işlem yapılmıştır.

Önerilen yöntemde kullanılan sınıflandırıcıların öznitelik seçim durumlarına göre doğruluk sonuçları Tablo 3.1’de verilmiştir. Tablo 3.1’den de görüldüğü gibi ReliefF algoritması ile tüm sınıflandırıcıların doğruluk performansı artırılmıştır. ReliefF algoritması uygulanmış sınıflandırıcılar içerisinde en iyi doğruluk, K-EYK sınıflandırıcısı ile %94.9 olarak elde edilirken en kötü doğruluk KA sınıflandırıcısı ile %54.6 olarak elde edilmiştir.

**Tablo 3.1.**Sınıflandırıcıların doğruluk performansları

Sınıflandırıcı	Doğruluk (%)	
	Öznitelik seçimsiz	ReliefF ile öznitelik seçimi
KA	49.5	54.6
LAA	63.4	66.4
SB	54.4	55.2
DVM	89.3	94.3
K-EYK	88.7	94.9

En iyi sonucun elde edildiği ReliefF öznitelik seçimi ve K-EYK sınıflandırma işlemleri için karmaşıklık matrisi sonucu Şekil 3.1’de verilmiştir.

Gerçek	Az	813		49	34
	Orta	1	56	3	4
	Yok	4		3156	40
	Çok Az	7		187	2046
		Az	Orta	Yok	Çok Az
		Tahmin			

**Şekil 3.1. K-EYK karmaşıklık matrisi sonucu**

Şekil 3.1’de verilen karmaşıklık matrisi kullanılarak Tablo 3.2’de duyarlılık, özgüllük, kesinlik ve F-skor değerleri, AH’nin yok (hastaliksız), çok az, az ve orta sınıflarına göre verilmiştir. En iyi duyarlılık (0.99) yok sınıfı için, en iyi özgüllük (1.0) az ve orta derece AH için, en iyi kesinlik (1.0) orta derece AH için ve en iyi F-skor (0.96) yok sınıfı için elde edilmiştir.

346

**Tablo 3.2. Diğer performans metrik sonuçları**

Sınıf	Duyarlılık	Özgüllük	Kesinlik	F-skor
Az	0.91	1.0	0.99	0.94
Orta	0.88	1.0	1.0	0.93
Yok	0.99	0.92	0.93	0.96
Çok Az	0.91	0.98	0.96	0.94

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, AH’nin otomatik tespiti için makine öğrenmesi dayalı etkin bir yaklaşım önerilmiştir. Öznitelik çıkarımı için MobileNetV2 ve VGG16 derin öğrenme modellerinin TBK’ları ile örneklerin aktivasyonları kullanılmıştır. Her iki modelden elde edilen öznitelikler birleştirilerek nihai öznitelik seti kullanılmıştır. Hem hesaplama maliyetini düşürmek hem de sınıflandırma performansını artırmak için ReliefF öznitelik seçme algoritması uygulanmıştır. Bu algoritma ile kullanılan tüm sınıflandırıcıların doğrulukları geliştirilmiştir. Kullanılan sınıflandırıcılar içinde en iyi performans (%94.9) K-EYK sınıflandırıcısı ile elde edilmiştir. Elde edilen yüksek doğruluk ile önerilen yaklaşımın hekimlere AH’nin teşhisine karar verme sürecinde yardımcı olacağı öngörülmektedir.

**KAYNAKÇA**

- Akbulut, Y., Sengur, A., Guo, Y., & Smarandache, F. (2017). NS-k-NN: Neutrosophic set-based k-nearest neighbors classifier. *Symmetry*, 9(9), 179.
- Alzheimer's Association. (2019). 2019 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's & dementia*, 15(3), 321-387.
- Basaia, S., Agosta, F., Wagner, L., Canu, E., Magnani, G., Santangelo, R., ... & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2019). Automated classification of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment using a single MRI and deep neural networks. *NeuroImage: Clinical*, 21, 101645.
- Dubey S. (2020) Alzheimer's Dataset four class of Images. In: Kaggle. <https://www.kaggle.com/tourist55/alzheimers-dataset-4-class-of-images/data>. Accessed 15 May 2020.
- Liu, M., Li, F., Yan, H., Wang, K., Ma, Y., Shen, L., & Xu, M. (2020). Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative A multi-model deep convolutional neural network for automatic hippocampus segmentation and classification in Alzheimer's disease. *Neuroimage*, 208, 116459.
- Lu, X., Wu, H., & Zeng, Y. (2019, November). Classification of Alzheimer's disease in MobileNet. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1345, No. 4, p. 042012). IOP Publishing.
- Qiu, S., Heydari, M. S., Miller, M. I., Joshi, P. S., Wong, B. C., Au, R., & Kolachalama, V. B. (2019). P1-119: ENHANCING DEEP LEARNING MODEL PERFORMANCE FOR AD DIAGNOSIS USING ROI-BASED SELECTION. *Alzheimer's & Dementia*, 15, P280-P281.
- Robnik-Šikonja, M., & Kononenko, I. (2003). Theoretical and empirical analysis of ReliefF and RReliefF. *Machine learning*, 53(1), 23-69.
- Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., & Chen, L. C. (2018). Mobilenetv2: Inverted residuals and linear bottlenecks. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 4510-4520).
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv preprint arXiv:1409.1556*.
- Shen, T., Jiang, J., Lu, J., Wang, M., Zuo, C., Yu, Z., & Yan, Z. (2019). Predicting Alzheimer Disease from mild cognitive impairment with a deep belief network based on 18F-FDG-PET Images. *Molecular imaging*, 18, 1536012119877285.
- Xiao, Z., Ding, Y., Lan, T., Zhang, C., Luo, C., & Qin, Z. (2017). Brain MR image classification for Alzheimer's disease diagnosis based on multifeature fusion. *Computational and mathematical methods in medicine*, 2017.

## PARKİNSON HASTALIĞININ KONUŞMA SİNYALLERİNDEN MAKİNE ÖĞRENMESİ TABANLI YAKLAŞIM İLE TESPİT EDİLMESİ

Yaman AKBULUT

ORCID ID:0000-0002-4760-4843

Yazılım Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

### ÖZET

Nöro-dejeneratif bozukluklara neden olan en önemli hastalıklardan biri Parkinson Hastalığıdır (PH). Konuşma anormallikleri PH'nin erken dönemdeki en önemli belirtisidir. Erken dönemde PH'nin teşhis edilmesi; tanı ve tedavinin şeklini ve süresini önemli ölçüde etkilemektedir. Ses sinyallerini işleme yöntemleriyle PH vakalarındaki konuşma bozuklukları anlamlı ve yorumlanabilir duruma getirilmektedir. Böylelikle PH'nin yapay zekâ yaklaşımlarıyla otomatik olarak teşhis edilmesi mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, 252 PH vakası ve sağlıklı bireylerden her birinden 3 defa örnek alınarak toplam 756 örneklilik bir veri seti kullanılmıştır. Veri setindeki her bir örnek için konuşma ve ses tabanlı öznitelik çıkarma algoritmaları kullanılmış ve toplam 753 adet öznitelik elde edilerek veri seti düzenlenmiştir. Toplanan ses ve konuşma kayıtları kullanılarak makine öğrenmesi tabanlı bir yaklaşım ile PH'nin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Önerilen yaklaşımda konuşma tabanlı öznitelikler arasından ayırt edici öznitelikleri seçmek için ReliefF algoritması kullanılmıştır. Böylece hem hesaplama maliyeti düşürülmüş hem de sınıflandırma performansı artırılmıştır. Sınıflandırma aşamasında en iyi performansı sağladığı için k-En Yakın Komşuluk (k-EYK) sınıflandırıcısı kullanılmıştır. Bu sınıflandırıcıdan en iyi doğruluğu elde etmek için hiper parametreler Bayesian algoritması ile 30 yineleme sonucunda seçilmiştir. Önerilen yöntemin performansını değerlendirmek için 10-kat çapraz doğrulama tekniği tercih edilmiştir. Performans ölçümünde ana metrik olarak doğruluk kullanılmıştır. Ayrıca duyarlılık, özgüllük, kesinlik ve F-skor metriklerinin de sonuçları değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:**Parkinson Hastalığı, Konuşma Bozuklukları, Makine Öğrenmesi, Sınıflandırma

### DETERMINING PARKINSON'S DISEASE FROM SPEECH SIGNALS BY MACHINE LEARNING-BASED APPROACH

### ABSTRACT

Parkinson's Disease (PD) is one of the most important diseases causing neurodegenerative disorders. Speech abnormalities are the most important early symptom of PD. Diagnosing PD in the early period; It significantly affects the form and duration of diagnosis and treatment. Speech disorders in PD cases are made meaningful and interpretable by means of processing audio signals. Thus, it is possible to diagnose PD automatically with artificial intelligence approaches.

In this study, a data set of 756 samples in total was used by taking samples from each of 252 PD cases and healthy individuals 3 times.

Speech and voice-based feature extraction algorithms were used for each sample in the data set, and the data set was arranged by obtaining a total of 753 features. It was aimed to determine PD with a machine learning-based approach by using the collected voice and speech recordings. In the proposed approach, ReliefF algorithm is used to select distinctive features among speech-based features. Thus, both the calculation cost has been reduced and the classification performance has been increased. In the classification stage, the K-Nearest Neighborhood (K-NN) classifier was used because it provides the best performance. In order to get the best accuracy from this classifier, the hyper parameters were selected by the Bayesian algorithm after 30 iterations. A 10-fold cross validation technique was used to evaluate the performance of the proposed method. Accuracy was used as the main metric in performance measurement. Additionally, the results of sensitivity, specificity, precision and F-score metrics were evaluated.

**Keywords:** Parkinson's Disease, Speech Disorders, Machine Learning, Classification

## 1. GİRİŞ

İlk olarak İngiliz Doktor James Parkinson tarafından 1817'de tanımlanan Parkinson Hastalığı (PH), dünya çapında insanları etkileyen kronik, ilerleyici ve nöro-dejeneratif bir hastalıktır (Parkinson, 2002). Bir dizi olası belirti olmasına rağmen, PH genellikle hareketin yavaşlaması, titreme ve zamanla kötüleşebilen kas sertliği ile ilişkilidir. Yürüyüşteki ritim, yorgunluk, uyku hali ve sözde kapının donması, PH'nin çok yaygın belirtileridir. Ayrıca, hastalar genellikle konuşma ve yazma becerilerinde değişikliklere sahiptir (Burke, 2010). Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) yaklaşık bir milyon kişi ve dünya çapında 10 milyondan fazla kişi PH ile yaşamaktadır. PH'nin ABD'de 2030 yılına kadar 1.2 milyona yükselmesi beklenmektedir (PD Foundation, 2021). Son yıllarda, bilgisayar tabanlı çözüm araştırmaları, tıbbi karar alma sürecine sağlanan desteği önemli ölçüde artırmıştır. Bu çalışmalar gözden geçirildiğinde, konuşma bozuklukları ile PH arasındaki ilişkinin kanıtlandığı görülmektedir (Darley vd., 1969, Gamboa vd., 1997, Ho vd., 2008). Ayrıca, birçok çalışma hastalık ilerledikçe konuşma kullanımının azaldığını göstermiştir (Ricciardi vd., 2016, Liu vd., 2021). Bu nedenle hastanın konuşma örnekleri, tanı koymak için kullanılabilir bir karar destek sistemi açısından idealdir. Bunun nedeni insan bedenine müdahale etmeyen bir teknik olması ve konuşma verilerinin kolayca toplanabilmesidir. PH tanısı ile ilgili birçok araştırmada konuşma örnekleri kullanılmıştır. Klinisyenlere PH hastaları ile sağlıklı denekleri ayırt etmede yardımcı olmak için birkaç bilgisayar destekli tanı (BDT) sistemi önerilmiştir. Örneğin, Tang vd. (2017), sınıflandırma için düşük frekanslı dinlenme



durumu fonksiyonel manyetik rezonans görüntülemenin fraksiyonel genliğini ve destek vektör makinesini (DVM) kullanmıştır. Birini dışarıda bırakma çapraz doğrulama yöntemine dayalı 51 PH'li hasta ve 50 sağlıklı kontrolden elde edilen sonuçlar, önerilen sistemin PH'yi %92 duyarlılık ve %87 özgüllük ile sağlıklı kontrol deneklerinden ayırdığını göstermiştir. Tüm beyin yapısal manyetik rezonans (MR) görüntülerinden ve DVM'den özellik çıkarımı için temel bileşenler analizine (TBA) dayalı bir sistem Salvatore vd. (2014) tarafından önerilmiştir. 28 PH ve 28 sağlıklı kontrol deneginden alınan deneysel sonuçlar, Birini dışarıda bırakma çapraz doğrulamayı takiben %92.7'nin üzerinde bir ortalama doğruluk göstermiştir. Yapısal beyin MR görüntülerinden çok düzeyli ilgi alanları özniteliklerini, filtrelemeyi, sarmalayıcı öznitelik seçme yöntemlerini ve çok çekirdekli DVM'yi kullanan bir sistem Peng vd. (2017) tarafından önerilmiştir. 69 PH hastasından ve 103 normal kontrolden alınan deneysel sonuçlar, önerilen PH saptama sisteminin 10-kat çapraz doğrulama şemasına göre %85.78 doğruluk, %87.79 özgüllük ve %87.64 duyarlılığa ulaştığını belirtmiştir. Başka bir çalışmada, bir PH algılama sistemi, yürüme dinamikleri tarafından temsil edilen yürüyüş özellikleriyle eğitilmiş radyal temel işlevli (RTİ) sinir ağlarına dayanmaktadır (Zeng vd., 2016). Önerilen PH saptama sistemi, 5-kat çapraz doğrulama kullanılarak 93 PH hastasından ve 73 sağlıklı kontrolden alınan yürüyüş desenleri üzerinde test edilmiştir. RTİ sinir ağları %96.39 doğruluk, %96.77 duyarlılık ve %95.89 özgüllük elde etmiştir.

Bu çalışmada, PH'nin erken teşhisi amacıyla makine öğrenmesi tabanlı yöntemler kullanılarak PH'li veya sağlıklı olmak üzere iki sınıf ile sınıflandırma yapılmıştır. PH hastaları ve sağlıklı deneklerin katılımıyla ses ve konuşma verilerinden elde edilen özniteliklerden oluşan bir veri seti kullanılmıştır. Konuşma tabanlı öznitelikler arasından ayırt edici öznitelikler ReliefF algoritması kullanılarak seçilmiştir. Karar Ağaçları (KA), Lineer Diskriminant (LD), Naive Bayes (NB), Destek Vektör Makineleri (DVM), K-En Yakın Komşuluk (K-EYK) ve Optimize edilmiş (Opt. K-EYK) algoritmalarıyla sınıflandırma yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Veri Seti

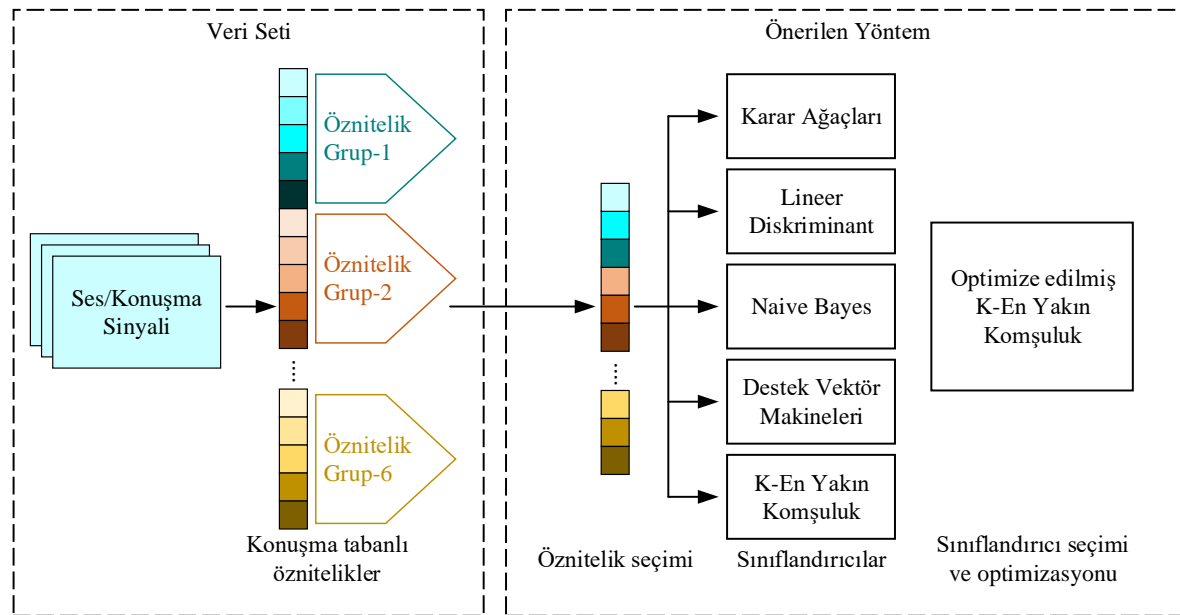
Bu çalışmada kullanılan veri seti Sakar vd. (2019) tarafından İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı'nda yaşları 33 ile 87 ( $65.1 \pm 10.9$ ) arasında değişen 188 PH'li (107 erkek ve 81 kadın) hastadan toplanmıştır. Kontrol grubu yaşları 41 ile 82 ( $61.1 \pm 8.9$ ) arasında değişen 64 sağlıklı bireyden (23 erkek ve 41 kadın) oluşmaktadır. Veri toplama işlemi sırasında, mikrofon 44.1 KHz'e ayarlanmıştır ve hekimin muayenesinden sonra, sesli harf 'a'nın uzun süreli fonasyonu her denekten üç tekrarla alınarak veri setine katılmıştır.

## 2.2. Öznitelikler

Veri setini oluşturan konuşma öznitelikleri altı grup halindedir. Bu gruplar 21 adet temel öznitelikler, 11 adet zaman-frekans öznitelikleri, 84 adet Mel frekans cepstral katsayıları öznitelikleri, 182 adet dalgacık dönüşüm öznitelikleri, 16 adet ses katlama öznitelikleri ve son olarak 439 adet ayarlanabilir q-faktörü dalgacık dönüşümü öznitelikleridir. Sonuç olarak konuşma tabanlı algoritmalarla oluşturulmuş toplam 753 adet öznitelik bulunmaktadır.

## 2.3. Önerilen Yöntem

Konuşma sinyallerinden makine öğrenmesi tabanlı PH ve sağlıklı birey sınıflamasını yapan bir yöntem önerilmiştir. PH sınıflandırılması için önerilen yöntem 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, veri setini oluşturan 753 adet konuşma öznitelikleri içinden ayırt edici özniteliklerin seçimi için ReliefF algoritmasından yararlanılmıştır. ReliefF algoritmasının uygulanması sonucunda ayırt edici öznitelik sayısı 200 olmuştur. İkinci aşamada, KA, LD, NB, DVM ve K-EYK sınıflandırma yaklaşımları ile sınıflandırma yapılmış ve en yüksek doğruluk değerini veren sınıflandırıcı belirlenmiştir. Son aşamada en yüksek doğruluk değerini veren sınıflandırıcı Bayes optimizasyonu ile optimize edilerek doğruluk değeri artırılmıştır ve Opt. K-EYK adı verilmiştir. Şekil 2.1’de önerilen yöntemin grafiksel gösterimi verilmiştir.



Şekil 2.1. Önerilen yöntemin grafiksel gösterimi

## 2.4. K-EYK

K-EYK, örüntü tanımda en basit ve anlaşılır tekniklerden biri olarak kabul edilir ve istatistiksel bir veriye dayanmaktadır. K-EYK'nin temel avantajları, çok sınıflı sorunları çözebilmesidir. Ayrıca eğitim

aşamasındaki eğitim öğelerine göre karar verilir. K-EYK yönteminin karar kuralı, öncelikle öznitelik uzayındaki en yakın K öğeyi belirler; daha sonra, sınıflandırılmamış öğeyi bu K öğelerinin çoğunluk oyu sınıfına atar. K-EYK'nin yürütülmesi iki operatöre dayanmaktadır: dikkate alınacak komşuların sayısını ifade eden K değeri ve kullanılan mesafe ölçüsü. Yeni bir öğe ile eğitim öğeleri arasındaki mesafeyi hesaplamamanın en yaygın yolu Öklid mesafesidir (Ayyad vd., 2019).

### 2.5. Relief Algoritması

Relief, farklı sınıflardan örneklerin ayrılmasına katkıda bulunan öznitelikleri destekleyen bir öznitelik ağırlıklandırma algoritmasıdır. Kavramsal olarak marj maksimizasyon algoritmalarıyla ilgilidir. Orijinal özniteliklere, sınıflandırma problemi için önemlerini belirten öznitelik ağırlıkları atanır ve daha sonra maksimum ağırlıklara sahip özellikler seçilir (Gilad-Bachrach vd., 2004). Bağımsız bir değerlendirme filtreleme özelliği seçim yöntemi olarak Relief, hedef kavramla özniteliğin “kalitesini” veya “ilgi düzeyini” tahmin etmek için kullanılabilen her öznitelik için bir temsili istatistiği hesaplar (uç nokta değerini tahmin etme). Bu öznitelik istatistikleri, öznitelik ağırlıkları (“A” özniteliğinin ağırlığı) veya daha gelişigüzel bir şekilde (en kötü) ile (en iyi) arasında değişebilen öznitelik “puanları” olarak adlandırılır. Özellikle, orijinal Relief algoritması ikili sınıflandırma problemleriyle sınırlıdır (Urbanowicz vd., 2018). Orijinal Relief algoritması artık pratikte nadiren uygulanmaktadır ve bugüne kadar en iyi bilinen ve en çok kullanılan Relief tabanlı algoritma olarak ReliefF, Kononenko (1994) tarafından değiştirilmiştir. Özellikle, ReliefF'deki “F”, Kononenko tarafından önerilen altıncı algoritma varyasyonunu (A'dan F'ye) ifade eder.

## 3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 3.1. Deneysel Çalışmalar

Sakar vd. (2019) tarafından oluşturulmuş PH için konuşma veri seti indirilip veriler analiz edilmiştir. Deneysel çalışmalar Windows işletim sistemi üzerinde Matlab ve Python kütüphaneleri kullanılarak yapılmıştır. Veri setinin yapısı ve öznitelik grupları detaylı olarak incelendiğinde 753 adet konuşma tabanlı öznitelik içerdiği görülmüştür. PH ve sağlıklı bireyleri ayırmak için KA, LD, NB, DVM, K-EYK ve Opt. K-EYK sınıflandırıcıları kullanılmıştır. Sınıflandırma doğruluğunun yüksek olması ve çalışma zamanının azaltılması için ReliefF algoritması ile ayırt edici ilk 200 öznitelik seçilerek öznitelik sayısı düşürülmüştür. ReliefF algoritmasında en yakın komşu sayısı 10 olarak ayarlanmıştır. Tablo 3.1'de sınıflandırıcıların doğruluk değerleri gösterilmiştir. K-EYK sınıflandırıcısı %87.6 doğruluk değeri ile ilk aşamasında en yüksek doğruluk değerine ulaşmıştır. Daha sonra K-EYK baz alınarak Bayes optimizasyonu ile hiperparametre ayarlaması yapıp Opt. K-EYK algoritması önerilmiştir. Önerilen yöntem Opt. K-EYK sınıflandırıcısı %89.8 doğruluk değerine ulaşmıştır.

### 3.2. Performans Metrikleri

Deneysel çalışmaların sonuçlarının sayısal olarak elde edilmesi ve değerlendirilmesi için sırasıyla doğruluk, duyarlılık, özgüllük, kesinlik ve F-skor performans metrikleri kullanılmıştır. Bu metriklerin tanımları Denklem 1-5'te verilmiştir.

$$\text{Doğruluk} = \frac{DP+DN}{DP+DN+YP+YN} \quad (1)$$

$$\text{Duyarlılık} = \frac{DP}{DP+YN} \quad (2)$$

$$\text{Özgüllük} = \frac{DN}{DN+YP} \quad (3)$$

$$\text{Kesinlik} = \frac{DP}{DP+YP} \quad (4)$$

$$F - \text{skor} = 2 \times \frac{\text{Kesinlik} \times \text{Duyarlılık}}{\text{Kesinlik} + \text{Duyarlılık}} \quad (5)$$

Burada;

*DP*: Doğru Pozitif,

*DN* : Doğru Negatif,

*YP* : Yanlış Pozitif,

*YN* : Yanlış Negatif'i ifade etmektedir.

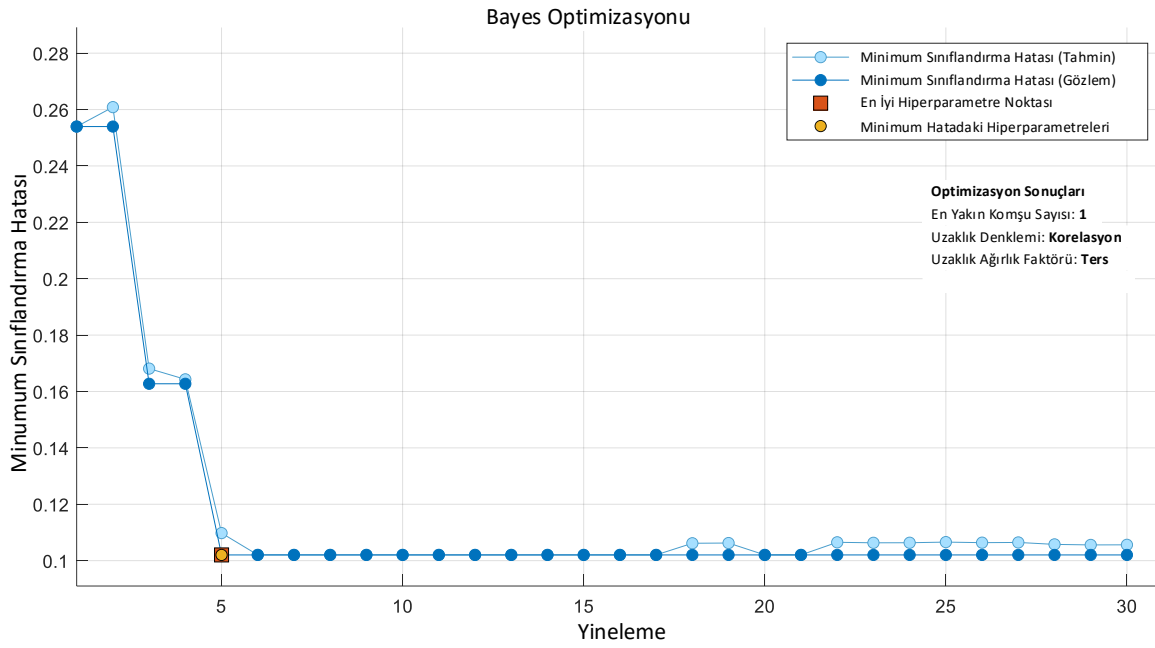
### 3.3. Deneysel Sonuçlar

KA, LD, NB, DVM ve K-EYK sınıflandırıcıları için doğruluk değerleri Tablo 3.1'de verilmiştir. En yüksek doğruluk değerine %89.8 ile Opt. K-EYK sınıflandırıcısı ulaşmıştır. İkinci en yüksek doğruluk değeri K-EYK sınıflandırıcısı ile %87.6 olmuştur.

**Tablo 3.1.**Sınıflandırıcı doğruluk değerleri

Sınıflandırıcı	Doğruluk (%)
KA	79.6
LD	81.9
NB	79.4
DVM	85.6
K-EYK	87.6
Opt. K-EYK (Önerilen Yöntem)	89.8

İlk çalışmada en yüksek doğruluk değerine ulaşan K-EYK baz alınarak Bayes optimizasyonu ile hiperparametre ayarlaması yapıp Opt. K-EYK adı verilmiştir ve yeni en yüksek değere bu önerilen yöntem ulaşmıştır. Bayes optimizasyonu Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Optimizasyonda yineleme 30, en yakın komşu sayısı 1, uzaklık denklemi "korelasyon", uzaklık ağırlık faktörü "ters" olarak seçilmiştir.



**Şekil 3.1. Bayes Optimizasyonu**

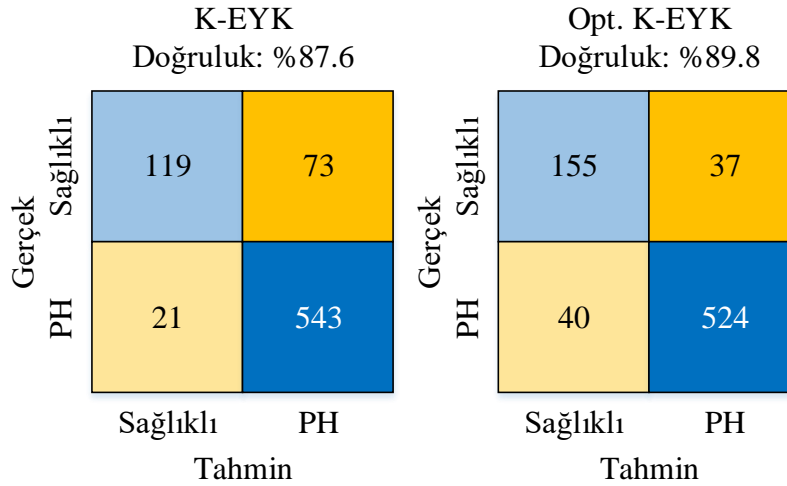
Doğruluk dışındaki diğer performans metriklerinin sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir. Tablo 3.2 incelendiğinde Opt. E-EYK sınıflandırıcısının E-EYK sınıflandırıcısına göre daha iyi olduğu görülmektedir.

354

**Tablo 3.2. Sınıflandırıcı performans metrik değerleri**

Sınıflandırıcı	Sınıf	Duyarlılık	Özgüllük	Kesinlik	F-skor
K-EYK	Sağlıklı	0.62	0.96	0.85	0.72
	PH	0.96	0.62	0.88	0.92
Opt. K-EYK (Önerilen Yöntem)	Sağlıklı	0.81	0.93	0.79	0.80
	PH	0.93	0.81	0.93	0.93

K-EYK ve Opt. K-EYK sınıflandırma sonuçlarının karmaşıklık matrisi Şekil 3.2’de gösterilmiştir. K-EYK sınıflandırıcısı 119 sağlıklıyı doğru olarak tespit etmiş 73 sağlıklıyı ise tespit edememiştir. Buna karşın Opt. E-EYK sınıflandırıcısı 155 sağlıklıyı doğru olarak tespit etmiş 37 sağlıklıyı ise tespit edememiştir. K-EYK sınıflandırıcısı 543 PH doğru olarak tespit etmiş 21 PH ise tespit edememiştir. E-EYK sınıflandırıcısının toplam doğru tespiti 662 olup doğruluk başarımları değeri %87.6’dır. Opt. K-EYK sınıflandırıcısı 524 PH doğru olarak tespit etmiş 40 PH ise tespit edememiştir. Opt. E-EYK sınıflandırıcısının toplam doğru tespiti 679 olup doğruluk başarımları değeri %89.8’dir.



Şekil 3.2.K-EYK ve Opt. K-EYK için karmaşıklık matrisi

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, PH'nin erken teşhisi için konuşma sinyallerinden makine öğrenmesi tabanlı yaklaşım ile bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemde konuşma tabanlı algoritmalarla oluşturulmuş öznelik grupları kullanılmıştır. Performans artışı ve çalışma zamanı düşürülmesi amacıyla ReliefF algoritması kullanılarak ayırt edici öznelikler seçilmiştir. Opt. K-EYK sınıflandırıcısı diğer sınıflandırıcılardan daha yüksek bir doğruluk değeri olan %89.8'e ulaşmıştır. Önerilen yaklaşımın PH erken teşhisinde klinisyenlere ve hekimlere yardımcı bir sistem olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

355

#### KAYNAKÇA

- Ayyad, S. M., Saleh, A. I., & Labib, L. M. (2019). Gene expression cancer classification using modified K-Nearest Neighbors technique. *Biosystems*, 176, 41-51.
- Burke, R. E. (2010). Evaluation of the braak staging scheme for parkinson's disease: Introduction to a panel presentation. *Movement Disorders*, 25(S1), S76-S77.
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1969). Differential diagnostic patterns of dysarthria. *Journal of speech and hearing research*, 12(2), 246-269.
- Gamboa, J., Jiménez-Jiménez, F. J., Nieto, A., Montojo, J., Ortí-Pareja, M., Molina, J. A., ... & Cobeta, I. (1997). Acoustic voice analysis in patients with Parkinson's disease treated with dopaminergic drugs. *Journal of Voice*, 11(3), 314-320.
- Gilad-Bachrach, R., Navot, A., & Tishby, N. (2004, July). Margin based feature selection-theory and algorithms. In *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning* (p. 43).
- Ho, A. K., Bradshaw, J. L., & Ianssek, R. (2008). For better or worse: The effect of levodopa on speech in Parkinson's disease. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 23(4), 574-580.
- Kononenko, I. (1994, April). Estimating attributes: Analysis and extensions of RELIEF. In *European conference on machine learning* (pp. 171-182). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Liu, Y., Li, Y., Tan, X., Wang, P., & Zhang, Y. (2021). Local discriminant preservation projection embedded ensemble learning based dimensionality reduction of speech data of Parkinson's disease. *Biomedical Signal Processing and Control*, 63, 102165.
- Parkinson, J. (2002). An essay on the shaking palsy. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 14(2), 223-236.

- Peng, B., Wang, S., Zhou, Z., Liu, Y., Tong, B., Zhang, T., & Dai, Y. (2017). A multilevel-ROI-features-based machine learning method for detection of morphometric biomarkers in Parkinson's disease. *Neuroscience letters*, 651, 88-94.
- PD Foundation. Statistics on Parkinson's: who has Parkinson's? 2021 [Online; accessed on 20-May-2021] <https://www.parkinson.org/Understanding-Parkinsons/Statistics>
- Ricciardi, L., Ebreo, M., Graziosi, A., Barbuto, M., Sorbera, C., Morgante, L., & Morgante, F. (2016). Speech and gait in Parkinson's disease: When rhythm matters. *Parkinsonism & related disorders*, 32, 42-47.
- Sakar, C. O., Serbes, G., Gunduz, A., Tunc, H. C., Nizam, H., Sakar, B. E., ... & Apaydin, H. (2019). A comparative analysis of speech signal processing algorithms for Parkinson's disease classification and the use of the tunable Q-factor wavelet transform. *Applied Soft Computing*, 74, 255-263.
- Salvatore, C., Cerasa, A., Castiglioni, I., Gallivanone, F., Augimeri, A., Lopez, M., ... & Quattrone, A. (2014). Machine learning on brain MRI data for differential diagnosis of Parkinson's disease and Progressive Supranuclear Palsy. *Journal of neuroscience methods*, 222, 230-237.
- Tang, Y., Meng, L. I., Wan, C. M., Liu, Z. H., Liao, W. H., Yan, X. X., ... & Guo, J. F. (2017). Identifying the presence of Parkinson's disease using low-frequency fluctuations in BOLD signals. *Neuroscience letters*, 645, 1-6.
- Urbanowicz, R. J., Meeker, M., La Cava, W., Olson, R. S., & Moore, J. H. (2018). Relief-based feature selection: Introduction and review. *Journal of biomedical informatics*, 85, 189-203.
- Zeng, W., Liu, F., Wang, Q., Wang, Y., Ma, L., & Zhang, Y. (2016). Parkinson's disease classification using gait analysis via deterministic learning. *Neuroscience letters*, 633, 268-278.

---

**UTILIZATION OF SCIENCE FACILITIES AND STUDENTS' ACADEMIC ACHIEVEMENT  
IN AMONG SCIENCE SECONDARY SCHOOL IN NIGERIA****Buda Muhammad KABIR**

Niger State College of Education, Minna, Niger State

**Faruku ALIYU**

Department of Science Education Sokoto State University, Sokoto

**ABSTRACT**

The utilization of science facilities is of greater role toward the success of science teaching in science laboratories of science schools. This study investigated the utilization of science facilities in science secondary schools in Minna, Niger State, Nigeria and how it affect the general academic achievement of

science students in secondary schools was determined. The study employed document analysis of the past students' examination records in Science Secondary Schools. It was discovered that the utilization of science facilities in secondary schools affects their academic achievement in science. In science secondary schools in Minna, Niger State, Nigeria.

**Keywords:** Science facilities, utilization, achievement



---

**IDENTIFICATION AND RANKING THE PERFORMANCE CRITERIA FOR  
INFORMATION TECHNOLOGY PROJECTS WITH FAHP AND VALUE ENGINEERING****Alireza MOGHADDASI**

Faculty Member of Imamreza International University, Mashhad, Iran

**Ramuna MIRHAJIANMOGHADDAM**

Ph. D. Candidate of Industrial Management, Yazd University, Yazd, Iran

**ABSTRACT**

Value engineering is appropriate approach for identifying criteria for ranking and selecting Information Technology projects in the e-banking sector, according to performance evaluation criteria. Qualitative-verbal judgments are used to apply the value engineering approach in information technology projects, instead of which multi criteria decision making method with fuzzy approach such as FAHP can be used. In this article, using the opinions of experts and project managers, it is determined that resources, time and cost are the main criteria for evaluating performance of IT projects and each of them has sub-criteria. sub-criteria is formed.

Next, the integrated approach consist of Exploratory and FAHP is used. The main criteria and sub-criteria are ranked using FAHP. The results show that the criteria of resources, cost and time, respectively, have the greatest impact on evaluating the performance of IT projects.

**Keywords:** Information technology project, Value engineering, Fuzzy AHP

**KEÇE VE POLİPROPİLEN MALZEMELİ HİBRİT ÜRÜN TASARIMI ve OPTİMİZASYONU****Tarık ARAZ****ORCID NO:** 0000-0003-1524-553X

Galsan Plastik ve Kalıp Sanayi A.Ş.

**Hediye ŞAMLI****ORCID NO:** 0000-0002-5895-9009

Galsan Plastik ve Kalıp Sanayi A.Ş.

**ÖZET**

Araçlarda meydana gelen ses ve titreşimin en önemli kaynakları; motor, şasi ve kaporta, rüzgar, frenleme ve tekerleklerin yol ile teması sonucu oluşan gürültülerdir. Tekerleklerin yol ile teması ve bazı durumlarda su, kum, taş ve çamur gibi malzemelerin çarpmalarından ortaya çıkan gürültüyü azaltmak ve araç içi konforu arttırmak için üreticiler, birçok yeni tekerlek yuvası kaplaması tasarımı gerçekleştirmektedirler. Tekerlek yuvası kaplaması tasarımının yanında, üretim malzemesi de gürültü yalıtımı için oldukça önemli etkidir. Bu tasarımlarda çeşitli keçe ve polipropilen bazlı malzemeler kullanılmakta ve böylece gürültü seviyesi oldukça düşürülmektedir. Keçeler, elyafların yoğunlaştırılması ve sıkıştırılması ile üretilen bir tekstil ürünüdür. Titreşim ve gürültü sönümleme yeteneği sayesinde araçlarda; gövde altı bölgesi, motor bölgesi ve bagaj bölgesi gibi birçok bölgede kullanılmaktadır. Polipropilen ise kolay işlenebilirliği ve kapsamlı mekanik özellikleri sayesinde otomotiv uygulamalarında en yaygın kullanılan termoplastiklerden biridir. Gürültü ve titreşim izolasyonu istenilen bölgelerde polipropilen yetersiz kaldığından dolayı, bu parçalara ilave olarak sünger ve keçe montajı yapılmaktadır. Bu çalışmada, polipropilenin mekanik özellikleri ile keçenin akustik özellikleri tek bir ürün üzerinde elde edilmesi amaçlanarak hibrit bir ürün tasarımı hedeflenmiştir. Bu ürün tasarımında; keçenin yerleştirildiği bölgenin kalınlığı, sıkıştırma alanının kalınlığı, sıkıştırma alanının genişliği gibi tasarım kriterleri üzerinde yapılan deneyler ve geliştirmeler sonucu optimum hibrit ürün tasarımı yapılmıştır. Hibrit ürünün doğru bir şekilde üretilmesi için; enjeksiyon basıncı, enjeksiyon hızı ve enjeksiyon süresi gibi plastik enjeksiyon parametreleri üzerinde de deneyler yapılarak optimum proses parametreleri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Keçe, Polipropilen, Ses Yalıtımı, Hibrit Ürün, Tekerlek Yuvası Kaplaması**ABSTRACT**

The most important sources of noise and vibration in vehicles; noises caused by the engine, chassis and bodywork, wind, braking and contact of the wheels with the road. In order to reduce the noise caused by the contact of the wheels with the road and in some cases the impact of materials such as water, sand, stones and mud, and to increase the comfort of the vehicle, manufacturers are implementing many new wheel arch liner designs. Besides the wheel arch liner design, the

production material is also a very important factor for noise insulation. Various felt and polypropylene-based materials are used in these designs, thus the noise level is considerably reduced. Felts are a textile product produced by densifying and compressing fibers. Thanks to its vibration and noise insulation ability, in vehicles; It is used in many areas such as underbody area, engine area and luggage area. Polypropylene, on the other hand, is one of the most widely used thermoplastics in automotive applications, thanks to its easy processing and comprehensive mechanical properties. Since polypropylene is insufficient in areas where noise and vibration isolation is desired, sponge and felt are installed in addition to these parts. In this study, a hybrid product design is aimed to obtain the mechanical properties of polypropylene and the acoustic properties of the felt on a single product. In this product design; The optimum hybrid product design has been made as a result of the experiments and developments made on design criteria such as the thickness of the area where the felt is placed, the thickness of the compression area, the width of the compression area. In order for the hybrid product to be produced correctly; The optimum process parameters were obtained by performing experiments on plastic injection parameters such as injection pressure, injection speed and injection time.

**Keywords:** Felt , Polypropylene, Noise Insulation, Hybrid Product, Wheel Arch Liner




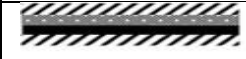

















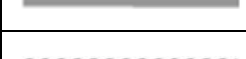





## GİRİŞ

Otomotive sektöründe, gürültü kontrol uygulamaları için en çok tercih edilen tekstil bazlı ses emicilerden biri keçe malzemesidir. [Gokarneshan ve Kumar , 2020] Keçe malzemesi; hafifliği, sağlam verimi, esnekliği, çok yönlülüğü, kalıplanabilirliği, geri dönüştürülebilirliği, fiyat/performans olarak düşük işlem ve malzeme maliyetleri nedeniyle otomotiv endüstrisinde birçok uygulamalarda kullanılmaktadır. Bunların içinde; Bagaj kaplamaları, zemin kaplamaları, tavan döşemeleri, yer paspasları, kapı döşeme panelleri, yağ-hava filtreleri ve tekerlek yuvası kaplamaları gibi uygulamalar sayılabilir. [Ma, Bai, ve Qian, 2011.] Polipropilen (PP), otomotiv endüstrisinin en çok tercih edilen malzemelerinden biridir. Ucuzluğu ve kolayca geri dönüştürülebilir olması nedeniyle iyi bir fiyat/performans oranına sahiptir.[ Várdai , 2021]Lastik ve yol gürültüsü; hıza, yol yüzeyine ve frekansa bağlı olarak bir aracın gürültüsünün önemli bir parçası olabilir. Bu gürültünün azaltılması, ya kaynağında ya da kaynak ile alıcı arasındaki gürültüyü azaltarak gerçekleştirilir. Wyerman ve Jay yaptıkları çalışmada kaynak ile alıcı arasındaki gürültüyü azaltmak amacı ile tekerlek yuvasının dışında ve lastiğin yakınında kullanılmak üzere ses emici bir elyaf esaslı keçe malzemedan yapılan tekerlek yuvası kaplaması yapmışlar, hava kaynaklı gürültüyü ve lastik gürültüsünü azaltacak şekilde geliştirmişlerdir. Elyaf esaslı keçeden yapılan tekerlek yuvası

kaplaması, lastikten gelen gürültüyü 1000 Hz'in üzerinde plastik tekerlek yuvası kaplamasına göre 1dB düşürmüştür. Ayrıca, araç dışından yapılan ölçümlerde plastik tekerlek yuvası kaplamaları üzerindeki taş veyağmur etkisinden kaynaklanan gürültünün azaldığını tespit etmişlerdir.

[ Wyerman, ve Jay, 2007].Gültekin'in yapmış olduğu çalışmalar, normal bir binek araçtaki tekerlek yuvası kaplamasının, aracın çeşitli hızlarındaki ve çeşitli hava şartlarında gürültü yalıtımına ne kadar etki ettiği ile ilgili deneysel çalışmalar yapmıştır. Yapmış olduğu çalışma; tekerlek yuvası kaplamasına 100 mm'lik kare bir delik açtığında, aracın içinden yaptığı ölçümde delik açılmayana göre 20 km/sa araç hızında 1.8 dB gürültü seviyesinin arttığını tespit etmiştir. Buna ilave olarak daha yüksek hızlarda bu farkın daha azaldığını gözlemlemiştir [Gültekin, 2020].Torstensson ve Pettersen yaptıkları tekerlek yuvası kaplaması optimizasyonu çalışmasında; Alfa Romeo, Audi, Mercedes-Benz, Maybach, Volvo, Volkswagen gibi araçlardan, tekerlek yuvası kaplaması örnekleri almışlardır. Tablo1'de her bir aracın tekerlek yuvası kaplamasının malzeme yapısı ve tasarımı görülmektedir [ Torstensson ve Pettersen, 2006].

**Tablo 1:** Araçların, tekerlek yuvası kaplamalarının malzeme yapısı ve tasarımları

Araç	Model	Tasarım
Alfa Romeo	166	 <ul style="list-style-type: none"> <li> PET-alyaf</li> <li> PP</li> </ul>
Audi	A6 TDI	 <ul style="list-style-type: none"> <li> PET-alyaf</li> <li> Genleşmiş Polimer</li> <li> PP</li> </ul>
Audi	A8	 <ul style="list-style-type: none"> <li> PET-alyaf</li> <li> PP</li> </ul>
Maybach	Maybach	 <ul style="list-style-type: none"> <li> PET-alyaf</li> <li> PP</li> </ul>
Mercedes Benz	A-Class	 <ul style="list-style-type: none"> <li> Kaç</li> </ul>
Mercedes Benz	S-Class	 <ul style="list-style-type: none"> <li> PET-alyaf</li> <li> PP</li> <li> İzolasyon Malzemesi</li> </ul>
Volvo	S40/V50	 <ul style="list-style-type: none"> <li> PP</li> </ul>
Volvo	XC90	 <ul style="list-style-type: none"> <li> Kaç</li> </ul>
Volkswagen	Toureg V5 TDI	 <ul style="list-style-type: none"> <li> PET-alyaf</li> <li> Kaç</li> <li> PP</li> </ul>

Yapılan çalışma sonucunda, tekerlek yuvası kaplaması ürünü için ses izolasyonu, dayanıklılık gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Bununla birlikte, ürünlerin tasarımında PP ile keçe, PP ile PET-elyaf, yalın olarak keçe, yalın olarak PP malzemeleri kullanılmıştır. Çok katmanlı ürünlerin maliyet yönünden pahalıya mal edilmesi ve ağırlık olarak da fazla olması sebebiyle, ürün için yeni bir çalışma ve araştırma yapılması gereğini oluşturmuştur.

Çalışma sonuçlarına bakıldığında Volvo'nun yalın PP tekerlek yuvası kaplaması, gereklidayanıklılık değerlerini karşılarken, akustik olarak beklentiyi karşılamamıştır. Yalın keçe tekerlek yuvası kaplaması ise gerekli akustik özelliği sağlarken, istenen mukavemet değerlerini karşılayamamıştır [Torstensson ve Pettersen, 2006]. Bu çalışmada, müşteri şartnamelerinde istenilen mukavemeti sağlamak şartıyla ve akustik özellikleri iyileştirmek amacıyla PP – keçeden oluşan hibrit yapıda ürün tasarlanmış ve bu ürünün plastik enjeksiyon yöntemi ile üretilebilirliği konusunda deney tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada hedeflenen, tekerlek yuvası kaplaması ürününde mevcut olarak gerçekleştirilmiş olan ses izolasyonu ve dayanıklılık ile birlikte, ağırlık ve maliyet kazancı sağlayarak müşteriye, çevreye ve kullanıcıya avantaj oluşturmaktır. Bunu gerçekleştirebilmek için üründeki katman sayısını minimize etmek, üretim süresini kısaltmak, kalıplanabilirliğini göz önünde bulundurarak buna uygun geometride, kalıptan tek bir enjeksiyon prosesi ile çıkacak şekilde ürün ve kalıp tasarımı gerekmektedir. Elektrikli araçlarda, içten yanmalı motorlu araçlardaki gibi bir motor sesinin olmadığı bir gerçektir. Fakat motor sesinin yerini, yol ve rüzgar sesi almakta, bu yüzden araç üreticilerinin buna göre çalışmaları ve geliştirmeleri devam etmektedir. Araç içindeki gürültüyü azaltmak için, tekerlek yuvası kaplaması, tavan ve gövde altı bölgeleri, gürültüyü azaltmak için geliştirme yapılan bölgelerdir. Kalıp içerisinde, ses izolasyonu ve dayanıklılık yönünden başarılı olan PP bazlı keçe malzemesini, enjeksiyon prosesi boyunca hareket etmeyecek şekilde sabitleyip, hammaddeyi enjeksiyon sırasında keçenin olmadığı bölgeleri doldurarak keçeyi kenarlarından yakalayacak şekilde kalıptan çıkması hedeflenmektedir.

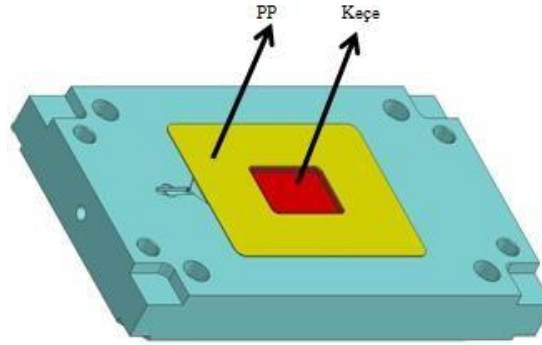
## YÖNTEM

### 1-Malzeme

Bu çalışmada, polimer hammadde olarak Lyondell Basell firmasından temin edilen yüksek darbe direnci bulunan PP kopolimeri kullanılmıştır. Polimerin yoğunluğu  $0,91 \text{ g/cm}^3$  iken eriyik akış hızı  $6 \text{ g/10 dk}$ 'dır. Keçe olarak, otomotiv sanayinde tekerlek yuvası kaplaması uygulamalarında kullanılabilen, cam elyaf katkılı ve PP bazlı malzeme kullanılmıştır.

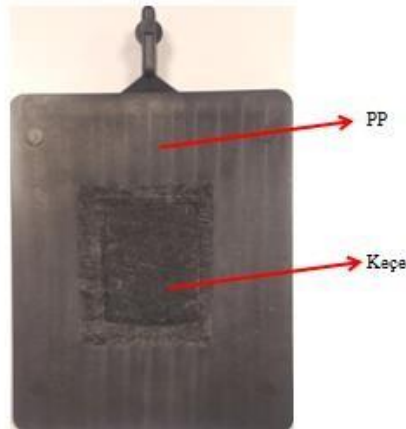
## 2-Metot

PP ve keçe hibrit ürünü için gerekli tutunmayı sağlayacak şekilde kalıp tasarımı gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'deki gibi kalıbın kırmızı ile gösterilen orta bölgesi keçe, gerikalan bölgesi PP malzeme ile elde edilecektir. Yolluk tipi tasarımında ise PP malzemenin akışkanlığı ve ürünün projeksiyon alanı göz önünde bulundurularak kenar yolluk tasarımı yapılmıştır.

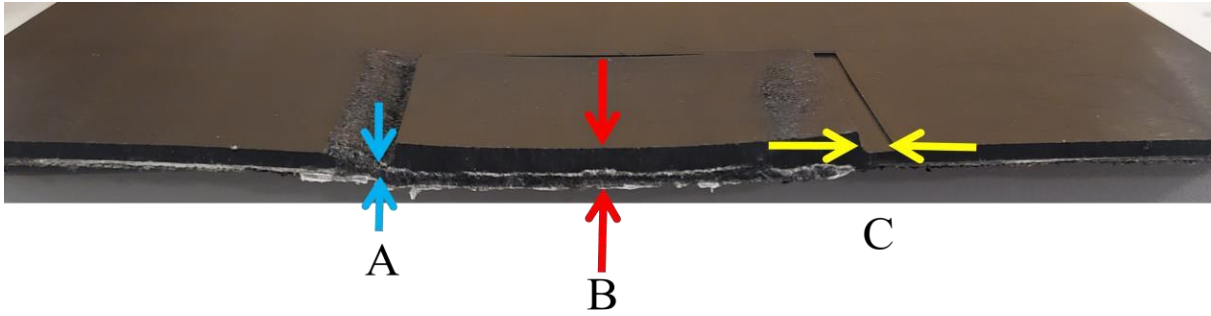


Şekil 1: Hibrit Ürün Kalıp Tasarımı

Bu çalışmada, PP-keçe ürünün üretimi için bu prosese uygun vida-kovan takımına sahip 450T kapama kuvveti kapasiteli 450MSG-60 model Mitsubishi marka plastik enjeksiyon makinesi kullanılmıştır. Tasarlanan hibrit ürünün; Parçanın genel kalınlığı 2 mm olarak tasarlanmıştır. PP ve keçe malzemelerinin bir araya gelip birleşme gösterdiği bölgenin optimizasyonu için 3 farklı bölge tasarımı yapılmıştır. Birinci tasarımda, Şekil 3'de görüldüğü gibi sıkıştırma alanının kalınlığı (A), genişliği (C) ve keçenin yerleştirildiği bölgenin kalınlığı (B) gösterilmiştir. Tablo 2'de tasarlanan bu bölgelerin boyutları verilmiştir.



Şekil 2: PP – Keçe Hibrit Ürün Görüntüsü



**Şekil 3:** Hibrit ürünün sıkıştırma alanı kalınlığı, genişliği ve keçenin yerleştirildiği bölgenin kalınlığı

**Tablo 2:** Hibrit ürünün birinci tasarımına ait bölgeler ve boyutları

<i>Bölge Adı</i>	<i>Simgesi</i>	<i>Boyut (mm)</i>
Sıkıştırma Alanı Kalınlığı	A	1,1
Sıkıştırma Alanı Genişliği	C	3,3
Keçenin Yerleştirildiği Bölgenin Kalınlığı	B	4,0

Birinci tasarıma ait deneyde, optimum proses parametrelerine dair çalışmalar yapılmış ve maksimum enjeksiyon basıncı 50 bar, enjeksiyon hızı maksimum vida hızının %15'i, enjeksiyon süresi ise 5,42 sn olmuştur. Tablo 3'te birinci deneye ait proses parametreleri paylaşılmıştır.

**Tablo 3:** Birinci deneye ait proses parametreleri

Kovan Sıcaklığı (°C)	190-220
Enjeksiyon Hızı (%)	15
Ütuleme Basıncı (%)	30
Ütuleme Süresi (sn)	3
Maksimum Enjeksiyon Basıncı (bar)	50
Enjeksiyon Süresi (sn)	5,42

Birinci deneyde, keçenin yerleştirildiği bölgeye PP hammaddenin nüfuz etmesi dolayısıyla ikinci bir ürün tasarımı gerçekleştirilmiştir.

İkinci ürün tasarımında, keçenin yerleştirildiği bölgeye PP hammaddenin nüfuz etmemesi için, Şekil 3'te görülen sıkıştırma alanının kalınlığı (A) 0,1 mm olarak yeniden tasarlanmıştır. İkinci deneyde, proses parametreleri birinci deneydeki ile aynı değerler kullanılmıştır. Sıkıştırma alanının kalınlığının düşürülmesi, keçe ve PP hammaddenin birleşme bölgesinde deformasyona sebep olarak tutunmasını engellemiştir.

İkinci deney sonrasında, elde edilen sonuçlardan ve araç üretici firmaların yapmış olduğu benzer ürünlerden kıyaslama ve incelemeler yapılarak üçüncü tasarım gerçekleştirilmiştir.

Üçüncü ürün tasarımında, sıkıştırma alanı kalınlığı 1,2 mm ve sıkıştırma alanı genişliği 4 mm olacak şekilde yeniden tasarlanmıştır. Keçenin yerleştirildiği bölge için belirlenen ölçüden, kenarlarından

fazladan 3, 5, 10, 15 mm pay bırakılacak şekilde kalıba yerleştirilmiştir. Keçenin yerleştirildiği bölgenin kalınlığı ise 5 mm olarak tasarlanmıştır.

**Tablo 4:** Hibrit ürünün üçüncü tasarımına ait bölgeler ve boyutları

<i>Bölge Adı</i>	<i>Simgesi</i>	<i>Boyut (mm)</i>
Sıkıştırma Alanı Kalınlığı	A	1,2
Sıkıştırma Alanı Genişliği	C	4
Keçenin Yerleştirildiği Bölgenin Kalınlığı	B	5

Üçüncü deneyde, proses parametrelerinde geliştirmeler yapılarak, enjeksiyon süresi kısaltılmış, kovan sıcaklıkları yükseltilmiştir. Böylece daha kısa sürede parça üretimi hedeflenmiştir.

**Tablo 5:** Üçüncü deneye ait proses parametreleri

Kovan Sıcaklığı (°C)	200-230
Enjeksiyon Hızı (%)	10
Ütüleme Basıncı (%)	25
Ütüleme Süresi (sn)	3
Maksimum Enjeksiyon Basıncı (bar)	90
Enjeksiyon Süresi (sn)	2,58

## BULGULAR

### 1-Tasarım

Birinci deney sonucunda, keçenin kalıba yerleştirildiği bölgede sabit olarak kalırken, enjeksiyon prosesi sonrası PP malzemenin keçenin içerisine nüfuz ettiği gözlemlenmiştir. Bu sebeple, keçenin sahip olduğu akustik özellikleri kaybetme ihtimali göz önünde bulundurulduğundan, bu bölgede geliştirilme yapılması gerektiği anlaşılmıştır.

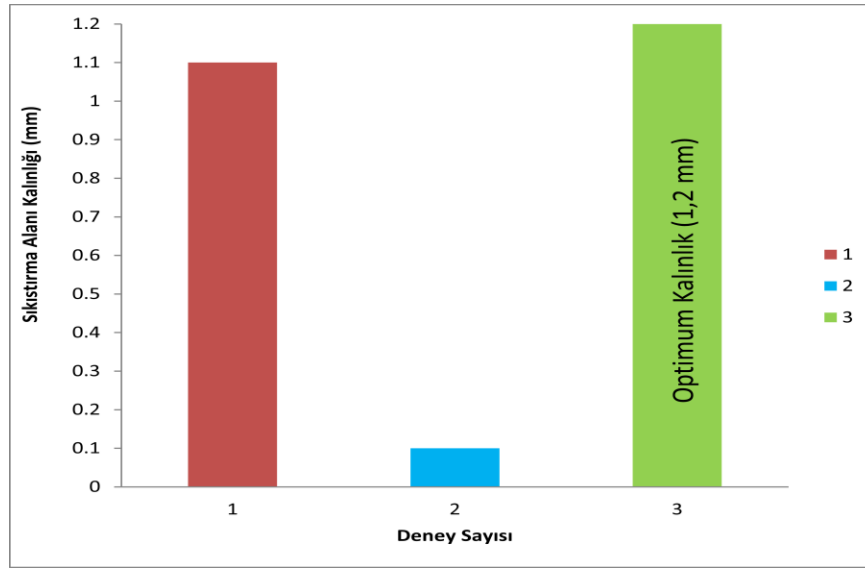
Kalıba keçe yerleştirilmeden enjeksiyon yapıldığında, keçenin yerleştirildiği bölge için bırakılan boşluk alanın PP hammadde ile dolduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple, keçe yerleştirildikten sonra bu bölgeye PP hammadde ulaşmaması için sıkıştırma alanı kalınlığının çok kritik olduğu saptanmıştır. Bu kalınlık hammaddenin keçenin yerleştirildiği bölgenin içine girmeyecek şekilde olacak ve aynı zamanda keçeyi deforme etmeyecek kalınlıkta olması gerekliliğini göstermiştir.

İkinci deneyde, keçe içerisine PP malzemenin nüfuz etmemesi için bütün parametreler birinci deneydeki ile aynı tutulurken, sadece sıkıştırma alanı kalınlığı 1,1 mm'den 0,1 mm'e düşürülmüştür. Bunun sonucunda, keçe deforme olmuştur. Bu yüzden, üçüncü deneyde optimum enjeksiyon proses ayarları üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Üçüncü deneyde, keçenin sıkıştırma alanı kalınlığı 0,1 mm'den 1,2 mm'ye yükseltilmiştir. Üçüncü deneyin sonucu, Şekil 4'te verilmiştir. Sıkıştırma alanı genişliği 3,3 mm'den 4 mm'ye ve keçenin



yerleştirildiği bölgenin kalınlığı 4 mm'den 5 mm'ye çıkarılması sonucunda optimum keçe ve PP malzeme hibrit ürünü elde edilmiştir. PP malzeme keçe içerisine nüfuz etmemiş ve iyi bir birleşme göstermiştir.



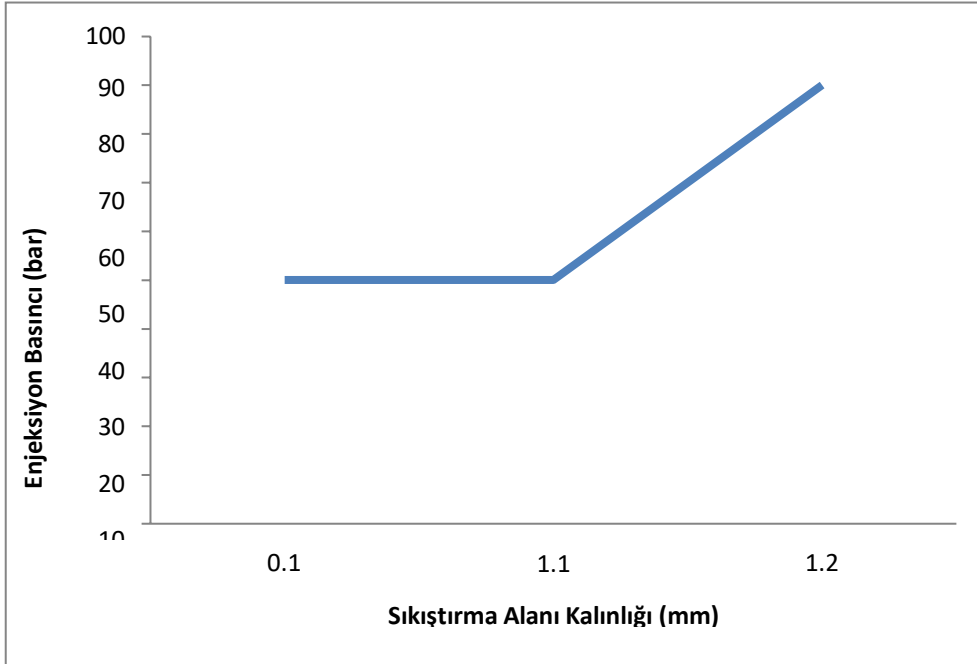
Şekil 4: Deneylerdeki sıkıştırma alanı kalınlığı tasarımı

## 2-Proses

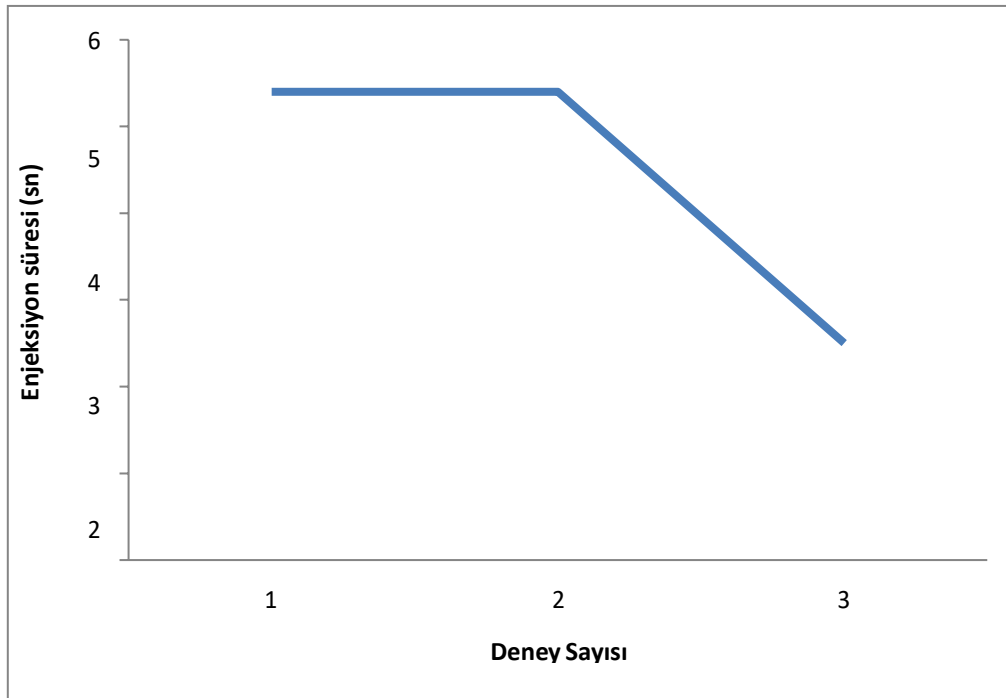
Birinci deney sonucunda, kritik olan enjeksiyon parametreleri ve değerler tespit edilmiştir. Enjeksiyon süresi, enjeksiyon hızı, enjeksiyon basıncı, kovan sıcaklıkları, hammadde akışkanlığı, hammadde yoğunluğu, keçenin hammaddesi, keçenin optimum deforme olmama kalınlığı, keçenin optimum ofset değeri gibi parametreler ve değerler, sonraki deneyler için dikkate alınmıştır.

Birinci deneyde, 190-220°C olan kovan sıcaklığında PP malzemenin akışkanlığının artırılması gerektiği gözlemlenmiştir. Bu sebeple, üçüncü deneyde kovan sıcaklığı 200-230°C ayarlanarak akışkanlık optimize edilmiştir.

Birinci deneyde, PP malzemenin keçenin içerisine nüfuz etmesini önlemek için makinenin %15 enjeksiyon hızı, üçüncü deneyde %10 olarak ve birinci deneyde makinenin %30 ütüleme basıncı, üçüncü deneyde %25 olarak yeniden ayarlanmıştır. Enjeksiyon süresi ise 5,42 sn'den 2,58 sn'ye düşmüş ve maksimum enjeksiyon basıncı 50 bar'dan 90 bar'a çıkmıştır. Üç deneyde de, enjeksiyon basıncı değerleri Şekil 5'teki, enjeksiyon süresi değerleri de Şekil 6'daki gibidir.



Şekil 5: Sıkıştırma alanı kalınlığına bağlı enjeksiyon basıncı değerleri



Şekil 6: Deneylerdeki enjeksiyon süreleri

## SONUÇLAR

Keçe ve PP malzeme hibrit ürünü için, kalıp içerisine yerleştirilen keçenin deforme olmaması veya içerisine malzemenin nüfuz etmemesi için optimum tasarım kriterleri; sıkıştırma alanı kalınlığı 1,2 mm, sıkıştırma alanı genişliği 4 mm, keçenin yerleştirildiği alanın kalınlığı 5 mm olarak belirlenmiştir.

PP malzemenin akışkanlığının arttırılması ve üçüncü ürün tasarımında tam dolum, uygun birleşme sağlanması için yapılan deneylerde elde edilen optimum proses parametreleri; kovan sıcaklığı 200-230°C, enjeksiyon hızı %10, ütüleme basıncı %25, ütüleme süresi 3sn, maksimum enjeksiyon basıncı 90 bar, enjeksiyon süresi 2,58 sn olarak belirlenmiştir.

Kalıp içine yerleştirilen keçenin boyutu ne kadar büyük olursa, makinenin uyguladığı enjeksiyon basıncı da aynı doğrultuda arttığı saptanmıştır. Bu sebeple, tekerlek yuvası kaplaması gibi büyük boyutlu parçaların üretimi esnasında, keçe boyutları büyüyeceğinden dolayı, daha büyük enjeksiyon basıncı değerleri ile karşılaşılabilir.

## REFERANSLAR

N Gokarneshan, V Krishna Kumar (2020). Acoustic Behaviour of Nonwovens. J Textile Sci & Fashion Tech, 5(5). JTSFT. MS.ID.000623.

Ma, Ming, Yuan Bai, and Xiao Ming Qian (2011). "Development of Natural Fibre Non- Woven Materials' Application as Car Interiors for Noise Reduction." Advanced Materials Research. Vol. 332. Trans Tech Publications Ltd.

Várdai, Róbert (2021). "Effect of various organic fibers on the stiffness, strength and impact resistance of polypropylene; a comparison." Polymer International 70.1: 145-153.

Wyerman, Barry R., and Jay, Gabriella Cerrato (2007). Tire noise reduction with fiber exterior wheel arch liners. No. 2007-01-2247. SAE Technical Paper.

Torstensson, Martin, and Hans Pettersen (2006). "Optimization of front wheel arch liner."

Gültekin, Nurullah (2020). "Otomobillerde Kullanılan Çamurluk Davlumbazının Araç İç Gürültüsüne Etkisi"

## KARADENİZ BÖLGESİ'NDEKİ ŞEHİRLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKLERİNİN MOORA YÖNTEMİ KULLANILARAK KIYASLANMASI

Seza Özge GÖNEN

Yeditepe University, Department of Logistics Management, Istanbul

Nihan ÇETİN DEMİREL

Yıldız Technical University, Department of Industrial Engineering, Istanbul

### ÖZET

Bu çalışma, Karadeniz Bölgesi'nde yer alan 18 şehrin sürdürülebilirlik performanslarının kıyaslanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, ilk olarak şehirlerin sürdürülebilirliği ile ilgili göstergeler seçilmiş ve önem katsayıları belirlenmiştir. Önem katsayılarının belirlenmesinde CRITIC (Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriter Önemi) yönteminden faydalanılmıştır. Bu yöntem, kriterler arasındaki korelasyonu esas alırken; her bir kriterin kendi içindeki standart sapmayı da ağırlığa dahil etmektedir. Ardından, çok kriterli bir karar verme yöntemi olan MOORA (Oran Analizi Temeline Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon) yönteminden yararlanılarak şehirlerin sürdürülebilirlik performansları belirlenmiştir. MOORA yöntemi, temel olarak iki yaklaşıma sahiptir: (1) oran sistemi yaklaşımı ve (2) referans noktası yaklaşımı. Çalışma sırasında, her iki yaklaşımdan da yararlanılmıştır. Buna göre; sürdürülebilirlik performansı en yüksek olan ilk üç şehir, oran sistemi yaklaşımı kullanıldığında, Karabük, Artvin ve Bolu; referans noktası yaklaşımı kullanıldığında ise, Karabük, Sinop ve Bartın olmuştur. Öte yandan, sürdürülebilirlik performansı en düşük olan ilk üç şehir, oran sistemi yaklaşımı kullanıldığında Düzce, Samsun ve Zonguldak; referans noktası yaklaşımı kullanıldığında ise, Düzce, Çorum ve Kastamonu olarak tespit edilmiştir. Buradan; her iki yaklaşıma göre de sürdürülebilirlik performansı en iyi (Karabük) ve en kötü (Düzce) olan şehirlerin aynı olduğu görülmektedir. Yapılan çalışma, Karadeniz Bölgesi'ndeki şehirlerin sürdürülebilirlik performanslarının kıyaslanmasına imkan sağlamış olup, alandaki karar vericilere ve araştırmacılara rehberlik etme potansiyeline sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** CRITIC Yöntemi, MOORA Yöntemi, Çok Kriterli Karar Verme, Sürdürülebilir Şehirler.

### COMPARISON OF THE SUSTAINABILITY OF CITIES IN THE BLACK SEA REGION USING THE MOORA METHOD

#### ABSTRACT

This study was carried out in order to compare the sustainability performances of 18 cities in the Black Sea region. For this purpose, first the indicators related to the sustainability of the cities were selected and the significance coefficients were determined. The Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (CRITIC) method was used to determine the significance coefficients. The method is based on the correlation between criteria. It also takes into account the standard deviation of each criterion.

Then, the sustainability performances of the cities were determined by using Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA) method, which is a multi-criteria decision making method. The MOORA method basically has two approaches: (1) the ratio analysis approach and (2) the reference point approach. In the study, both approaches were used. Accordingly, the first three cities with the highest sustainability performance were Karabük, Artvin and Bolu, respectively, according to the ratio analysis approach. While, Karabük, Sinop and Bartın were the first three cities with the highest sustainability performance, respectively, based on the reference point approach. On the other hand, the first three cities with the lowest sustainability performance were Düzce, Samsun and Zonguldak, respectively, according to the ratio analysis approach. Whereas, Düzce, Çorum and Kastamonu were the first three cities with the lowest sustainability performance, respectively, based on the reference point approach. Thus, the cities with the best (Karabük) and the worst (Düzce) sustainability performance were the same for both approaches. The current study provides the opportunity to compare the sustainability performances of the cities in the Black Sea Region. Thus, it may have the potential to guide decision makers and researchers in the field.

**Keywords:** CRITIC Method, MOORA Method, Multi Criteria Decision Making, Sustainable Cities.

## 1. INTRODUCTION

370

The proportion of the world population determined to live in cities in 2018 is 55% and this figure is expected to reach 68% by 2050 (Merino-Saum et al., 2020; Chen & Zhang, 2020). The population living in cities is responsible for around 80% of global gross domestic product (GDP) and 75% of energy-related CO<sub>2</sub> emissions (Merino-Saum et al., 2020). Thus, cities consume natural resources and pollute the environment at the expense of economic and social benefits (Zhang et al., 2016).

In order to ensure sustainability, it is necessary not to compromise the ability of future generations to meet their own needs while meeting today's needs (Chen & Zhang, 2020; Tang et al., 2019; Egilmez, Gumus, & Kucukvar, 2015). This requires an environmentally friendly, economically feasible and socially acceptable growth philosophy (Egilmez, Gumus, & Kucukvar, 2015). Thus, urban sustainability has become an increasingly important issue. In this context, researchers have conducted studies related to the sustainability of cities in different countries, including Brazil (Ferreira & Vieira, 2018), Cambodia (Chan, 2020), Canada (Shen & Guo, 2014), China (Yi, Li, & Zhang, 2021; Li & Yi, 2020; Liu et al., 2020; Cui et al., 2019; Bian et al., 2018; Huang, Yan, & Wu, 2016; Liu et al., 2016; Xu et al., 2016; Ding et al., 2015; Shen et al., 2015; Liu et al., 2013; Fan & Qi, 2010),

Hungary (Buzási & Jäger, 2020), India (Kotharkar, Pallapu, & Bahadure, 2019), Iraq (Mohsin et al., 2020; Hassan & Kotval, 2019; Ameen & Mourshed, 2019), Iran (Zinatizadeh et al., 2017), Israel (Stossel, Kissinger, & Meir, 2017; Stossel, Kissinger, & Meir, 2015), Malaysia (Choon et al., 2011), Mexico (Duran-Encalada & Paucar-Caceres, 2009), Nigeria (Barredo & Demicheli, 2003), Qatar (Al-Thani, 2019), Russia (Ermolaeva et al., 2018), Saudi Arabia (Anisurrahman & Alshuwaikhat, 2019), and Spain (Rama et al., 2020; Gonzalez-Garcia et al., 2018).

In the literature, there are also studies conducted on the cities in Turkey (Erdoğan & Öztürk, 2019; Kırtorun & Karaer, 2018; Öztürkoğlu et al., 2018; Saraç & Alptekin, 2017; Tathlıoğlu, 2015; Gazibey, Keser, & Gökmen, 2014). However, none of these aimed to compare the sustainability of the cities in the Black Sea region. The current study addressed filling this gap in the literature.

To evaluate the sustainability of cities, researchers have adopted different approaches and methods, such as data envelopment analysis (Kourtit, Suzuki, & Nijkamp, 2017; Yan et al., 2017; Yu & Wen, 2010), fuzzy set theory (Zheng & Bedra, 2018; Phillis, Kouikoglou, & Verdugo, 2017), system dynamics model (Yang, Yang, & Wang, 2020; Tan et al., 2018; Duran-Encalada & Paucar-Caceres, 2009), ecological footprint analysis (Gu et al., 2015), urban metabolism model (Cui, Wang, & Feng, 2019; Li et al., 2016), multi-criteria decision making techniques (Chen & Zhang, 2020; Tang et al., 2019; Yi, Li, & Zhang, 2019; Yi, Li, & Li, 2018; Li, Yi, & Zhang, 2018; Zhang et al., 2016; Gazibey, Keser, & Gökmen, 2014), and structural equation modeling (Jiao et al., 2016). Among all, multi-criteria decision making techniques (MCDM) enable to rank, select or compare different alternatives (i.e., products, technologies and strategies) by taking multiple criteria into account (Li et al., 2021).

In this study, Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA), one of the multi-criteria decision making techniques, was used. It has been used for different purposes, including decision making in manufacturing environment (Chakraborty, 2011), solving material selection problems (Karande & Chakraborty, 2012), ranking contractors (Brauers, 2008), investigating inner climate (Kalibatas & Turskis, 2008), optimizing welding process parameters (Gadakh, Shinde, & Khemnar, 2013), and selecting adequate comminution circuit design (Stanujkic et al., 2014). However, this study is the first to employ the MOORA method to compare the sustainability of cities. In the current work, the method was used for ranking the sustainability of cities in the Black Sea region.

Weighting the criteria in multi-criteria decision making problems is very effective on the results. The purpose of weighting is to determine the relative importance of the criterion in the decision making

problem (Arslan, 2020, p.119). In the literature, various subjective and objective methods have been proposed to weigh the criteria. Some of the weighting methods used when studying the sustainability of cities were analytical hierarchy process (Rama et al., 2020; Ameen & Mourshed, 2019; Bian et al., 2018), deviation maximization method (Yi, Dong, & Li, 2019), Guilford's weighting methodology (Buzási & Jäger, 2020), entropy method (Zhong et al., 2020; Cui, Wang, & Feng, 2019; Tang et al., 2019; Li, Yi, & Zhang, 2018; Zinatizadeh et al., 2017; Liu et al., 2016), coefficient of variation method (Lu et al., 2016), principal component analysis (Kotharkar, Pallapu, & Bahadure, 2019; Alfaro-Navarro, López-Ruiz, & Peña, 2017), and equal weighting method (Yi, Li, & Li, 2018). In this study, the Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (CRITIC) method was used to determine the weight of each criterion. This method, which was proposed by Diakoulaki in 1994, is based on the correlation between criteria, and it also takes into account the standard deviation of each criterion (Arslan, 2020, p.120).

## 2. METHOD

Turkey consists of 7 geographical regions. Among them, Black Sea region is within the scope of this study (Fig. 1). Accordingly, the sustainability of 18 cities in the Black Sea region was compared in the current work.



Figure 1: Cities in the Black Sea region.

### 2.1. Selection of Sustainability Indicators

It is very important that sustainability can be measured in order to be managed effectively. In this context, different indicator sets have been proposed in the literature to measure sustainability quantitatively. Merino-Saum et al. (2020) reviewed 67 indicator sets (for a total of 2847 indicators) from academia and practice, and reported the most common indicators in these indicator sets. This study was based on their work. However, secondary data could be found for 24 of the 34 indicators reported. Thus, the present study was limited to these 24 indicators (Tables 1 and 2).

### 2.2. Determination of the Weight of Each Indicator

As well as the choice of indicators, how these indicators are weighted affect the quality and scope of the information acquired (Fitzgerald et al., 2012). Thus, weights (significance coefficients) were determined after the selection of indicators. CRITIC method was used for that. The steps of the CRITIC method are summarized in Figure 2.

Step 1	Step 2	Step 3	Step 4
Determination of Decision Matrix	Normalization of Decision Matrix	Calculation of $C_j$ Scores	Calculation of Weights
$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$ <p><math>i = 1, 2, \dots, m</math> (Alternatives = Cities) <math>j = 1, 2, \dots, n</math> (Criteria = Indicators)</p>	$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^{min}}{x_i^{max} - x_i^{min}}$ <p><math>x_i^{max}</math> = The best value among alternatives <math>x_i^{min}</math> = The worst value among alternatives</p>	$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - l_{kj})$ <p><math>l_{kj}</math> = Spearman correlation coefficient <math>\sigma_j</math> = Standard deviation of each criteria</p>	$w_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^n C_j}$

Figure 2: Steps of the CRITIC method.

### 2.3. Comparison of the Sustainability of Cities

After the determination of the significance coefficient of each indicator, the sustainability of the cities was ranked by using the MOORA method. This method has two approaches (Özkan, 2020): (1) the ratio analysis approach (Fig. 3), and (2) the reference point approach (Fig. 4). In the current study, both approaches were used. While applying these approaches, the steps given in the figures were followed. For the former, the higher the  $y_i^*$ , the more sustainable the city is. While, for the latter, the lower the  $P_i$ , the higher the sustainability of the city is.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

Firstly, a decision matrix consisting of 18 rows ( $m$  = number of cities) and 24 columns ( $n$  = number of indicators) was obtained by putting the secondary data of cities in rows of these cities and columns of the relevant indicators (Table 3). Then, the significance coefficient of each criterion (Table 4) was determined by applying the steps summarized in Fig. 2. The results show that Gini coefficient, waste recycling rate, and population density were the top three indicators with the highest significance coefficients, respectively. In contrast, number of severe / fatal traffic injuries, number of homicides, and number of volunteers in associations were the last three indicators with the lowest significance coefficients, respectively.



**Table 1:** Benefit indicators used in the current study.

Code	Benefit Indicators
BI1	GDP (\$/capita)
BI2	Employment rate (% , among age of 15-64)
BI3	Waste recycling rate (kg/capita/year)
BI4	Recreation areas (m <sup>2</sup> /capita)
BI5	Forest areas (m <sup>2</sup> /capita)
BI6	Access to sanitation (% of population)
BI7	Access to drinking water (% of population)
BI8	Population with higher education (% , among age of 15+)
BI9	Number of doctors / physicians (doctors/1000 capita)
BI10	Number of volunteers in associations (people/1 million capita)
BI11	Life expectancy (years)
BI12	Voter participation (% of population)

**Note:**

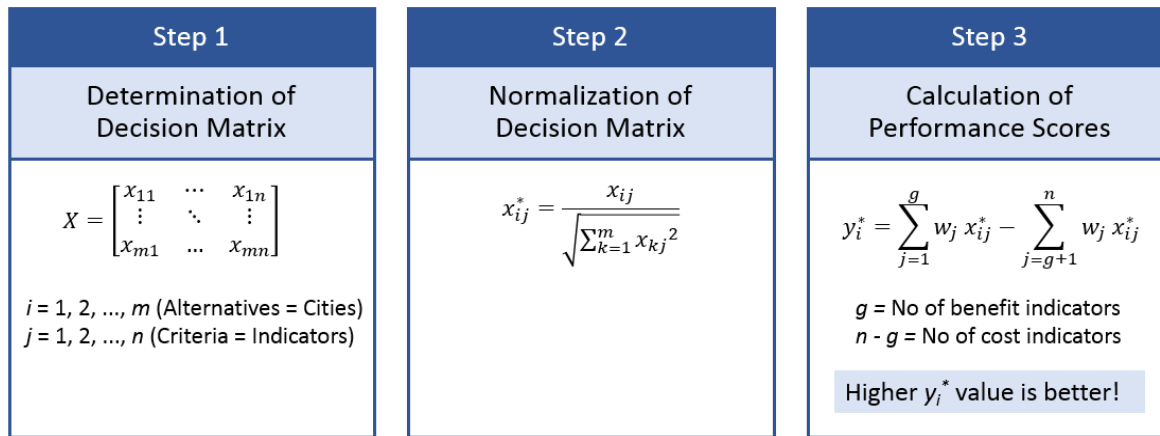
1. BI1, BI2, BI8, and BI9 were obtained from the 2019 statistics of TURKSTAT.
2. BI3, BI6, and BI7 were taken from the 2018 statistics of TURKSTAT. These statistics are published every two years.
3. BI11 was retrieved from the 2017 statistics of TURKSTAT. These statistics are published every three years.
4. BI10 was obtained from the 2019 statistics of siviltoplum.gov.tr.
5. BI12 was taken from the 2019 local election results given in sabah.com.tr.
6. BI4 and BI5 were retrieved from the 2019 statistics of the Ministry of Agriculture and Forestry.

**Table 2:** Cost indicators used in the current study.

Code	Cost Indicators
CI1	Poverty rate (% , Poverty risk: 50%)
CI2	Population density (residents/km <sup>2</sup> )
CI3	Gini coefficient (by individuals)
CI4	Water use (l/capita/day)
CI5	Municipal waste generated (kg/capita/year)
CI6	Particulate matter (PM <sub>10</sub> ) concentration (µg/m <sup>3</sup> )
CI7	SO <sub>2</sub> concentration (µg/m <sup>3</sup> )
CI8	Electricity consumption (kWh/capita/year)
CI9	Natural gas consumption (kWh/capita/year)
CI10	Number of crimes (pieces/1000 capita)
CI11	Number of homicides (pieces/100,000 capita)
CI12	Number of severe / fatal traffic injuries (pieces/10,000 capita)

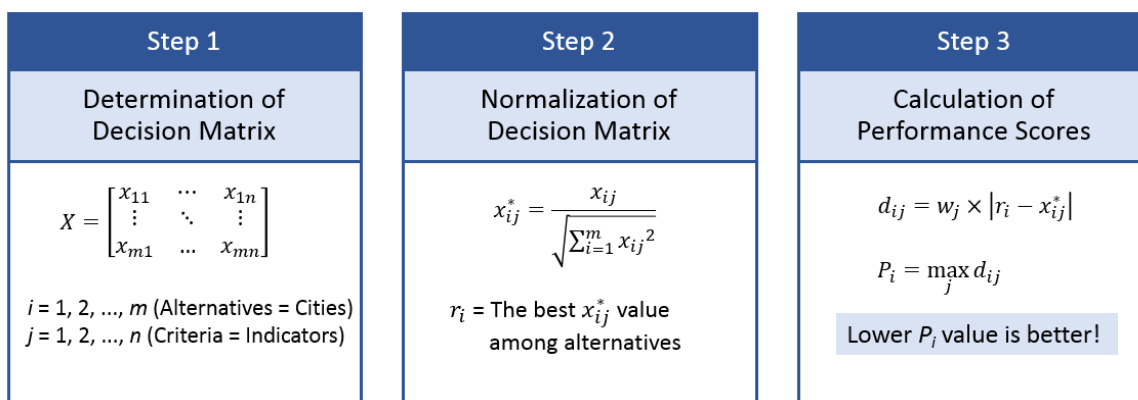
**Note:**

1. CI1, CI2, CI3, CI6, CI10, CI11, and CI12 were obtained from the 2019 statistics of TURKSTAT.
2. CI4 and CI5 were taken from the 2018 statistics of TURKSTAT. These statistics are published every two years.
3. CI8 and CI9 were retrieved from the 2019 statistics of Energy Market Regulatory Authority.
4. CI7 was obtained from the 2019 statistics of Environment and Urban Ministry.



**Figure 3:** Steps of the MOORA method based on the ratio analysis approach.

After the calculation of significance coefficients,  $y_i^*$  and  $P_i$  values were determined by applying the steps in Figs. 3 and 4, respectively.  $y_i^*$  values were ranked in descending order, while  $P_i$  values were ranked in ascending order. Accordingly, based on the ratio analysis approach, the three most sustainable cities were Karabük, Artvin and Bolu, respectively. Whereas, the three least sustainable cities were Düzce, Samsun and Zonguldak, respectively. On the other hand, based on the reference point approach, the top three cities with the highest sustainability were Karabük, Sinop and Bartın, respectively. While, the last three cities with the lowest sustainability were Düzce, Çorum and Kastamonu, respectively. As a result, the cities with the best and the worst sustainability performance were the same according to both approaches.



**Figure 4:** Steps of the MOORA method based on the reference point approach.

## CONCLUSION

The efforts of local governments and policy makers to increase the sustainability of cities are affected by the current state of cities and their positions compared to other cities. In this context, studies addressing the sustainability of cities are of great importance. In this study, 18 cities in the Black Sea region were examined over 24 indicators and their sustainability performances were compared with each other. The CRITIC method, which is an objective method, was used to determine the significance coefficients of the indicators. This method was preferred because it takes into account both the standard deviations of the indicators and the correlations between indicators. Then, cities were ranked according to their sustainability by using the MOORA method, which is a multi-criteria decision making method. While applying the MOORA method, calculations were made for both the ratio analysis approach and the reference point approach. According to both approaches, Karabük was the most sustainable city, while Düzce was the least sustainable city. The present work has the potential to serve both decision makers and other researchers in the field.

**Table 3:** Decision matrix.

City	BI1	BI2	BI3	BI4	BI5	BI6	BI7	BI8	BI9	BI10	BI11	BI12
Amasya	6294	55.4	13.3	5.4	6533	99	99.6	16.8	1.36	82.9	78.5	87.3
Artvin	8952	57.3	6.7	4.5	23625	91	98.2	17.2	1.69	29.3	79.3	86.4
Bartın	5669	51.4	27.0	3.3	6832	96	99.4	12.9	1.30	166.5	77.9	80.3
Bayburt	5984	46.0	0.0	6.5	3512	96	100.0	14.9	1.50	35.4	79.1	79.4
Bolu	9537	51.1	20.3	15.4	16822	98	99.8	17.5	2.43	38.0	79.2	85.7
Çorum	5562	55.4	21.3	4.5	8315	99	99.7	13.5	1.54	26.4	78.6	84.3
Düzce	7704	51.1	0.0	8.5	3167	90	99.3	15.8	1.78	12.7	77.5	85.4
Giresun	5498	57.3	4.9	3.6	5757	83	95.6	15.5	1.57	35.7	79.7	82.9
Gümüşhane	5122	57.3	0.0	11.2	14562	96	97.2	15.8	1.21	36.5	79.8	81.0
Karabük	6818	51.4	29.6	19.2	11222	98	99.3	18.3	1.79	2523.6	78.4	83.4
Kastamonu	6825	57.8	8.3	7.7	23027	94	98.3	13.4	1.44	29.0	77.4	82.9
Ordu	5330	57.3	37.0	3.7	2690	70	90.0	13.8	1.48	111.4	79.3	85.6
Rize	7170	57.3	6.3	2.2	5214	82	95.6	16.9	2.12	43.7	79.0	76.7
Samsun	6128	55.4	27.3	1.2	2883	77	96.0	16.9	2.17	92.0	78.1	86.3
Sinop	5557	57.8	16.8	8.4	16821	95	99.8	13.9	1.37	201.6	78.4	83.9
Tokat	4737	55.4	13.0	3.0	7807	96	98.2	14.3	1.61	29.4	77.5	85.1
Trabzon	6571	57.3	15.0	1.5	2248	87	88.0	18.9	2.30	95.2	80.0	83.7
Zonguldak	6461	51.4	22.2	4.3	3256	90	99.1	14.3	1.80	83.9	77.8	81.0

**Table 3 (continued):** Decision matrix.

City	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CI6	CI7	CI8	CI9	CI10	CI11	CI12
Amasya	11.5	59.4	0.349	262	365.0	54.0	10.7	1745	3491	4.1	13.6	28.1
Artvin	11.4	23.2	0.348	221	438.0	21.0	7.0	2650	201	2.8	5.9	23.4
Bartın	8.4	95.3	0.281	197	733.7	49.3	10.0	2115	3659	2.8	8.1	25.0
Bayburt	10.6	22.7	0.323	231	328.5	33.0	9.0	1185	3031	2.1	11.8	21.9
Bolu	8.6	38.0	0.306	158	514.7	59.0	10.0	3145	5713	3.5	6.3	26.7
Çorum	11.5	41.5	0.349	208	394.2	65.0	17.5	1528	3574	3.4	18.6	31.3
Düzce	8.6	152.8	0.306	195	427.1	58.0	4.0	2544	6590	3.9	14.5	25.6
Giresun	11.4	65.6	0.348	199	412.5	43.0	12.5	1526	846	2.9	10.0	24.0
Gümüşhane	11.4	25.6	0.348	217	379.6	44.0	6.0	2095	1728	1.5	4.9	20.4
Karabük	8.4	60.5	0.281	287	474.5	40.0	12.0	2269	7123	3.0	12.1	23.7
Kastamonu	15.0	28.8	0.343	208	390.6	56.0	7.0	2554	2494	2.6	11.3	24.2
Ordu	11.4	126.7	0.348	190	368.7	53.0	11.5	1633	1624	3.0	11.0	25.4
Rize	11.4	87.5	0.348	200	456.3	27.0	4.5	2147	2890	3.3	12.8	22.0
Samsun	11.5	148.5	0.349	246	357.7	47.0	12.2	2249	8041	4.1	12.5	23.2
Sinop	15.0	37.7	0.343	240	507.4	38.0	12.5	1667	818	3.4	12.8	27.5
Tokat	11.5	61.5	0.349	240	397.9	52.0	11.0	1319	2396	2.5	8.8	25.8
Trabzon	11.4	173.5	0.348	355	295.7	39.0	15.0	1836	1500	2.4	7.9	21.8
Zonguldak	8.4	180.4	0.281	240	379.6	57.0	8.0	1962	9220	3.2	7.9	18.2

**Table 4:** Significance coefficients determined by the CRITIC method.

Indicator	Significance Coefficients
Gini coefficient (by individuals)	0.0562
Waste recycling rate (kg/capita/year)	0.0493
Population density (residents/km <sup>2</sup> )	0.0476
Forest area (m <sup>2</sup> /capita)	0.0463
Employment rate (% , among age of 15-64)	0.0455
Number of doctors / physicians (doctors/1000 capita)	0.0451
Electricity consumption (kWh/capita/year)	0.0442
Life expectancy (years)	0.0437
Access to drinking water (% of population)	0.0433
Natural gas consumption (kWh/capita/year)	0.0433
Voter participation (% of population)	0.0429
Poverty rate (% , Poverty risk: 50%)	0.0428
Access to sanitation (% of population)	0.0428
Population with higher education (% , among age of 15+)	0.0422
SO <sub>2</sub> concentration (µg/m <sup>3</sup> )	0.0391
GDP (\$/capita)	0.0387
Recreation areas (m <sup>2</sup> /capita)	0.0380
Particulate matter (PM <sub>10</sub> ) concentration (µg/m <sup>3</sup> )	0.0379
Number of crimes (pieces/1000 capita)	0.0368
Municipal waste generated (kg/capita/year)	0.0362
Water use (l/capita/day)	0.0354
Number of volunteers in associations (people/10 <sup>6</sup> capita)	0.0353
Number of homicides (pieces/100,000 capita)	0.0338
Number of severe / fatal traffic injuries (pieces/10,000 capita)	0.0335

**Table 5:** Ranking of cities based on the MOORA method.

The Ratio Analysis Approach			The Reference Point Approach		
No	City	$y_i^*$	No	City	$P_i$
1	Karabük	0.054	1	Karabük	0.0159
2	Artvin	0.032	2	Sinop	0.0321
3	Bolu	0.026	3	Bartın	0.0326
4	Gümüşhane	0.019	4	Ordu	0.0334
5	Kastamonu	0.011	5	Trabzon	0.0336
6	Sinop	0.011	6	Samsun	0.0337
7	Bayburt	0.000	7	Zonguldak	0.0338
8	Ordu	-0.004	8	Amasya	0.0338
9	Tokat	-0.004	9	Rize	0.0343
10	Bartın	-0.006	10	Bolu	0.0344
11	Rize	-0.007	11	Gümüşhane	0.0344
12	Giresun	-0.008	12	Giresun	0.0344
13	Amasya	-0.012	13	Bayburt	0.0344
14	Trabzon	-0.015	14	Tokat	0.0345
15	Çorum	-0.015	15	Artvin	0.0345
16	Zonguldak	-0.023	16	Kastamonu	0.0345
17	Samsun	-0.029	17	Çorum	0.0346
18	Düzce	-0.030	18	Düzce	0.0348

**REFERENCES**

Al-Thani, S. K., Amato, A., Koç, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2019). Urban sustainability and livability: an analysis of Doha’s urban-form and possible mitigation strategies. *Sustainability*, 11(3), 786.

Alfaro-Navarro, J. L., López-Ruiz, V. R., & Peña, D. N. (2017). A new sustainability city index based on intellectual capital approach. *Sustainability*, 9(5), 860.

Ameen, R. F. M., & Mourshed, M. (2019). Urban sustainability assessment framework development: The ranking and weighting of sustainability indicators using analytic hierarchy process. *Sustainable Cities and Society*, 44, 356-366.

Anisurrahman, M., & Alshuwaikhat, H. M. (2019). Determining sustainability assessment indicators for the Holy City of Makkah, Saudi Arabia. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(5), 5165-5178.

Arslan, R. (2020). CRITIC Yöntemi [*CRITIC Method*], In: Hüdaverdi Bircan (Ed.) Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Kriter Ağırlıklandırma Yöntemleri [*Weighting Methods of Criteria in Multi-Criteria Decision Making Problems*] (pp. 117-136), Nobel Yayın, Ankara, Turkey.

Barredo, J. I., & Demicheli, L. (2003). Urban sustainability in developing countries’ megacities: modelling and predicting future urban growth in Lagos. *Cities*, 20(5), 297-310.

Bian, J., Ren, H., Liu, P., & Zhang, Y. (2018). Sustainable urbanization performance evaluation based on “origin” and “modernization” perspectives: A case study of Chongqing, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8), 1714.

Brauers, W. K. M. (2008). Multi-objective contractor’s ranking by applying the MOORA method. *Journal of Business Economics and Management*, 9(4), 245-255.

- Buzási, A., & Jäger, B. S. (2020). District-scale assessment of urban sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 62, 102388.
- Chakraborty, S. (2011). Applications of the MOORA method for decision making in manufacturing environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 54(9-12), 1155-1166.
- Chan, P. (2020). Assessing sustainability of the capital and emerging secondary cities of Cambodia based on the 2018 commune database. *Data*, 5(3), 79.
- Chen, Y., & Zhang, D. (2020). Evaluation of city sustainability using multi-criteria decision-making considering interaction among criteria in Liaoning province China. *Sustainable Cities and Society*, 59, 102211.
- Choon, S. W., Siwar, C., Pereira, J. J., Jemain, A. A., Hashim, H. S., & Hadi, A. S. (2011). A sustainable city index for Malaysia. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 18(1), 28-35.
- Cui, X., Wang, X., & Feng, Y. (2019). Examining urban metabolism: a material flow perspective on cities and their sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 214, 767-781.
- Ding, X., Zhong, W., Shearmur, R. G., Zhang, X., & Huisingh, D. (2015). An inclusive model for assessing the sustainability of cities in developing countries – trinity of cities' sustainability from spatial, logical and time dimensions (TCS-SLTD). *Journal of Cleaner Production*, 109, 62-75.
- Duran-Encalada, J. A., & Paucar-Caceres, A. (2009). System dynamics urban sustainability model for Puerto Aura in Puebla, Mexico. *Systemic Practice and Action Research*, 22(2), 77-99.
- Egilmez, G., Gumus, S., & Kucukvar, M. (2015). Environmental sustainability benchmarking of the US and Canada metropolises: An expert judgment-based multi-criteria decision making approach. *Cities*, 42, 31-41.
- Erdoğan, G., & Öztürk, B. (2019). Sürdürülebilir kentleşme: dokuma kenti Buldan örneği [*Sustainable urbanization: The example of Buldan, city of weaving*]. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 4(1), 51-68.
- Ermolaeva, P. O., Basheva, O. A., Ermolaeva, Y. V., & Egorova, L. G. (2018). Measuring sustainable cities in Russia: critical analysis of key methodologies. *Amazonia Investiga*, 7(14), 381-387.
- Fan, P., & Qi, J. (2010). Assessing the sustainability of major cities in China. *Sustainability Science*, 5(1), 51-68.
- Ferreira, A. E. D. M., & Vieira, I. C. G. (2018). Urban sustainability in the metropolitan region of Santarem, Para, Brazil in the years 2000 and 2010. *Economía, Sociedad y Territorio*, 18(58), 763-795.
- Fitzgerald, B. G., O'Doherty, T., Moles, R., & O'Regan, B. (2012). A quantitative method for the evaluation of policies to enhance urban sustainability. *Ecological Indicators*, 18, 371-378.
- Gadakh, V. S., Shinde, V. B., & Khemnar, N. S. (2013). Optimization of welding process parameters using MOORA method. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(9-12), 2031-2039.
- Gazibey, Y., Keser, A., & Gökmen, Y. (2014). Türkiye'de illerin sürdürülebilirlik boyutları açısından değerlendirilmesi [*Evaluation of provinces in Turkey in terms of sustainability dimensions*]. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 69(3), 511-544.
- Gonzalez-Garcia, S., Manteiga, R., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2018). Assessing the sustainability of Spanish cities considering environmental and socio-economic indicators. *Journal of Cleaner Production*, 178, 599-610.
- Gu, Q., Wang, H., Zheng, Y., Zhu, J., & Li, X. (2015). Ecological footprint analysis for urban agglomeration sustainability in the middle stream of the Yangtze River. *Ecological Modelling*, 318, 86-99.
- Hassan, A., & Kotval-K, Z. (2019). A framework for measuring urban sustainability in an emerging region: The City of Duhok as a case study. *Sustainability*, 11(19), 5402.
- Huang, L., Yan, L., & Wu, J. (2016). Assessing urban sustainability of Chinese megacities: 35 years after the economic reform and open-door policy. *Landscape and Urban Planning*, 145, 57-70.

- Jiao, L., Shen, L., Shuai, C., & He, B. (2016). A novel approach for assessing the performance of sustainable urbanization based on structural equation modeling: a China case study. *Sustainability*, 8(9), 910.
- Kalibatas, D., & Turskis, Z. (2008). Multicriteria evaluation of inner climate by using MOORA method. *Information Technology and Control*, 37(1), 79-83.
- Karande, P., & Chakraborty, S. (2012). Application of multi-objective optimization on the basis of ratio analysis (MOORA) method for materials selection. *Materials & Design*, 37, 317-324.
- Kırtorun, E., & Karaer, F. (2018). Bursa ili sürdürülebilir kent yönetimi [*Sustainable city management of Bursa province*]. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 1(2), 160-175.
- Kotharkar, R., Pallapu, A. V., & Bahadure, P. (2019). Urban cluster-based sustainability assessment of an Indian City: case of Nagpur. *Journal of Urban Planning and Development*, 145(4), 04019018.
- Kourtit, K., Suzuki, S., & Nijkamp, P. (2017). Tracing high-sustainability performers among world cities-design and application of a multi-temporal data envelopment analysis. *Habitat International*, 68, 43-54.
- Li, H., Huang, X., Xia, Q., Jiang, Z., Xu, C., Gu, X., & Long, H. (2021). Dynamic evaluation of urban sustainability based on ELECTRE: A case study from China. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021, 6659623.
- Li, W., & Yi, P. (2020). Assessment of city sustainability – coupling coordinated development among economy, society and environment. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120453.
- Li, W., Yi, P., & Zhang, D. (2018). Sustainability evaluation of cities in northeastern China using dynamic TOPSIS-entropy methods. *Sustainability*, 10(12), 4542.
- Li, Y., Beeton, R. J. S., Halog, A., & Sigler, T. (2016). Evaluating urban sustainability potential based on material flow analysis of inputs and outputs: a case study in Jinchang City, China. *Resources, Conservation and Recycling*, 110, 87-98.
- Liu, S., Ding, P., Xue, B., Zhu, H., & Gao, J. (2020). Urban sustainability evaluation based on the DPSIR dynamic model: a case study in Shaanxi Province, China. *Sustainability*, 12(18), 7460.
- Liu, S., Zhang, P., Wang, Z., Liu, W., & Tan, J. (2016). Measuring the sustainable urbanization potential of cities in Northeast China. *Journal of Geographical Sciences*, 26(5), 549-567.
- Liu, S., Zhang, P., Jiang, X., & Lo, K. (2013). Measuring sustainable urbanization in China: a case study of the coastal Liaoning area. *Sustainability Science*, 8(4), 585-594.
- Lu, C., Xue, B., Lu, C., Wang, T., Jiang, L., Zhang, Z., & Ren, W. (2016). Sustainability investigation of resource-based cities in northeastern China. *Sustainability*, 8(10), 1058.
- Merino-Saum, A., Halla, P., Superti, V., Boesch, A., & Binder, C. R. (2020). Indicators for urban sustainability: Key lessons from a systematic analysis of 67 measurement initiatives. *Ecological Indicators*, 119, 106879.
- Mohsin, M. M., Beach, T., & Kwan, A. (2020). Consensus-based urban sustainability framework for Iraqi cities: A case study in Baghdad. *Heliyon*, 6(12), e05348.
- Özkan, Ö. (2020). MOORA Yöntemi [*MOORA Method*], In: Murat Atan, Şenol Altan (Eds.) Örnek Uygulamalarla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri [*Multi-Criteria Decision Making Methods with Sample Applications*] (pp. 217-230), Gazi Kitabevi, Ankara, Turkey.
- Öztürkoğlu, Y., Özbiltekin, M., Sürgeç, İ., & Gözacan, N. (2018). Sürdürülebilir şehirler için bir ölçek çalışması: İzmir ili örneği [*A scale study for sustainable cities: The example of Izmir province*]. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 67-79.
- Phillis, Y. A., Kouikoglou, V. S., & Verdugo, C. (2017). Urban sustainability assessment and ranking of cities. *Computers, Environment and Urban Systems*, 64, 254-265.
- Rama, M., González-García, S., Andrade, E., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2020). Assessing the sustainability dimension at local scale: case study of Spanish cities. *Ecological Indicators*, 117, 106687.

- Saraç, B., & Alptekin, N. (2017). Türkiye’de illerin sürdürülebilir kalkınma göstergelerine göre değerlendirilmesi [Evaluation of provinces in Turkey according to sustainable development indicators]. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(1), 19-49.
- Shen, L., Zhou, J., Skitmore, M., & Xia, B. (2015). Application of a hybrid Entropy–McKinsey Matrix method in evaluating sustainable urbanization: a China case study. *Cities*, 42, 186-194.
- Shen, L., & Guo, X. (2014). Spatial quantification and pattern analysis of urban sustainability based on a subjectively weighted indicator model: a case study in the city of Saskatoon, SK, Canada. *Applied Geography*, 53, 117-127.
- Stanujkic, D., Magdalinovic, N., Milanovic, D., Magdalinovic, S., & Popovic, G. (2014). An efficient and simple multiple criteria model for a grinding circuit selection based on MOORA method. *Informatica*, 25(1), 73-93.
- Stossel, Z., Kissinger, M., & Meir, A. (2017). Modeling the contribution of existing and potential measures to urban sustainability using the urban biophysical sustainability index (UBSI). *Ecological Economics*, 139, 1-8.
- Stossel, Z., Kissinger, M., & Meir, A. (2015). Measuring the biophysical dimension of urban sustainability. *Ecological Economics*, 120, 153-163.
- Tan, Y., Jiao, L., Shuai, C., & Shen, L. (2018). A system dynamics model for simulating urban sustainability performance: a China case study. *Journal of Cleaner Production*, 199, 1107-1115.
- Tang, J., Zhu, H. L., Liu, Z., Jia, F., & Zheng, X. X. (2019). Urban sustainability evaluation under the modified TOPSIS based on grey relational analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(2), 256.
- Tatlıhoğlu, K. (2015). Kentleşme ve sürdürülebilir kalkınma sürecinde Bingöl ilinin sosyo-kültürel ve ekonomik durumu üzerine genel bir değerlendirme [A general assessment on the socio-cultural and economic situation of Bingöl province in the urbanization and sustainable development process]. *Bingöl Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 29-54.
- Xu, C., Wang, S., Zhou, Y., Wang, L., & Liu, W. (2016). A comprehensive quantitative evaluation of new sustainable urbanization level in 20 Chinese urban agglomerations. *Sustainability*, 8(2), 91.
- Yan, Y., Shan, P., Wang, C., Quan, Y., Wu, D., Zhao, C., Wu, G., & Deng, H. (2017). Assessment of urban sustainability efficiency based on general data envelopment analysis: a case study of two cities in western and eastern China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(4), 191.
- Yang, Z., Yang, H., & Wang, H. (2020). Evaluating urban sustainability under different development pathways: a case study of the Beijing-Tianjin-Hebei region. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102226.
- Yi, P., Dong, Q., & Li, W. (2019). Evaluation of city sustainability using the deviation maximization method. *Sustainable Cities and Society*, 50, 101529.
- Yi, P., Li, W., & Li, L. (2018). Evaluation and prediction of city sustainability using MCDM and stochastic simulation methods. *Sustainability*, 10(10), 3771.
- Yi, P., Li, W., & Zhang, D. (2021). Sustainability assessment and key factors identification of first-tier cities in China. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125369.
- Yi, P., Li, W., & Zhang, D. (2019). Assessment of city sustainability using MCDM with interdependent criteria weight. *Sustainability*, 11(6), 1632.
- Yu, Y., & Wen, Z. (2010). Evaluating China's urban environmental sustainability with data envelopment analysis. *Ecological Economics*, 69(9), 1748-1755.
- Zhang, L., Xu, Y., Yeh, C. H., Liu, Y., & Zhou, D. (2016). City sustainability evaluation using multi-criteria decision making with objective weights of interdependent criteria. *Journal of Cleaner Production*, 131, 491-499.
- Zheng, B., & Bedra, K. B. (2018). Recent sustainability performance in China: strength-weakness analysis and ranking of provincial cities. *Sustainability*, 10(9), 3063.



Zhong, L., Li, X., Law, R., & Sun, S. (2020). Developing sustainable urbanization index: case of China. *Sustainability*, 12(11), 4585.

Zinatizadeh, S., Azmi, A., Monavari, S. M., & Sobhanardakani, S. (2017). Evaluation and prediction of sustainability of urban areas: a case study for Kermanshah city, Iran. *Cities*, 66, 1-9.

**GERMANYUM-KARBİD' DEN GRAFEN' E: ELEKTRONİK BAND YAPISI HESAPLARI****Hamdi DAGISTANLI**ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0002-9845-9156>

MEV Izmir Bornova Science High School, Izmir, Turkey

**ÖZET**

2D malzemeler arasında, germanyumun tek katmanlı bal peteği örgüsü, silikon bazlı mikroelektronik endüstrisi ile uyumluluğundan dolayı büyük ilgi görmektedir. Germanen ve grafen arasındaki bal peteği örgüsünde bazı farklılıklar olmasına rağmen, germanen elektronikte grafenin yapısıyla birçok benzerliğe sahiptir. Germanyum düzlem petek yapısı kararsızdır ve GeC (germanium-karbid) bileşiğinin düzlem petek yapısı kararlıdır. Petek yapılı saf GeC, grafene benzer bir yarı iletkenidir. Grafen, sp<sup>2</sup> hibridize C-C bağlarından ve bir  $\pi$  elektron bulutundan oluşan, karbon altıgenlerin izole edilmiş bir tek tabakasıdır. Mühendislik açısından bakıldığında, birkaç karbon atomu katmanından (tek katmanlı grafen dahil) oluşan yapılar, ilginç yapıları ve fiziksel özellikleri nedeniyle çok önemli olabilir. GeC tek tabakasının bant boşluğu kimyasal bileşimle çözülebilir ( $\text{Ge}_x\text{C}_{1-x}$ , x: 0-0,875 aralığındadır).

Bu çalışmada, C atomlarının germanyum-karbid tek tabakalı yapısının ve elektronik yapının kimyasal işlevselleştirilmesi üzerindeki etkisini sistematik olarak incelemek için yoğunluk fonksiyonel teorisine kullanılmıştır. C ile değiştirilen atomik sistemi simüle edilmiş , germanyum-karbid (2 \* 2) hücreli süper hücreler kullanılmış ve vakum aralığını 20 Å ve Monkorts-Pack k-noktaları (12 \* 12 \* 1) alınarak Brillouin bölgesinden hücre parametreleri, statik ve durum yoğunluğu (DOS) hesaplamaları kullanılmıştır. Ardışık yinelemeler arasındaki enerji yakınsama kriteri 10E-8 eV için geçerlidir Enerji bandı yapısı göz önüne alındığında, grafenin bir yarı metal olduğu ve germanyum-karbidin doğrudan bir bant aralığı yarı iletkenine sahip olduğu iyi bilinmektedir.  $\text{Ge}_x\text{C}_{1-x}$  meta yapıları, iletken, yarı-metal ve dolaylı yarı iletkenler olarak işlev görmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Grafen, germanyum, germanyum-carbid, yoğunluk fonksiyon teorisi, elektronik yapı.

## FROM GERMANIUM-CARBIDE TO GRAPHENE: ELECTRONIC BAND STRUCTURE CALCULATIONS

### ABSTRACT

In 2D materials, the single-layer honeycomb lattice of Ge, namely germanene, attracts attention because of its compatibility with the silicon-based microelectronics industry. Although there are some differences in honeycomb lattice between germanene and graphene, germanene has many similarities in the electronic structure with graphene.

The planar honeycomb structure of Ge is unstable, the planar honeycomb structure of GeC compound is stable. Pure GeC with a honeycomb structure is a semiconductor and is similar to graphene. Graphene is an isolated monolayer of carbon hexagons, composed of  $sp^2$  hybridized C-C bonds with a cloud of  $\pi$  electrons. From an engineering point of view, flakes composed of several layers of carbon atoms (including single-layer graphene) may be very important because of their interesting structure and physical properties.

The band gap of GeC monolayer can be solved by chemical composition ( $Ge_xC_{1-x}$ ,  $x$  is in the range of 0-0,875,  $x=0,125$ ).

In this work, I used the first principles based on density functional theory to systematically study the effect of C atoms on the chemical functionalization of the structure and electronic structure of the germanium-carbide monolayer. In order to simulate the C-substituted atom system the ground is converted to Ge atoms, a  $2 \times 2$  unit super-cell is used in the germanium-carbide structure, and the vacuum gap is set to  $20 \text{ \AA}$ , and a  $12 \times 12 \times 1$  Monkhorst-Pack k-grid is used for the cloth sampling by Brillouin zone is in relaxation and density of states (DOS) calculations. The energy convergence criterion between successive iterations applies to  $10E-8 \text{ eV}$

Taking into account the energy band structure, it is well known that graphene is a semi-metal, and germanium-carbide has a direct band gap semiconductor. The meta structures  $Ge_xC_{1-x}$  act as indirect semiconductors, some of which act as conductors.

**Keywords:** Graphene, germanium-carbide, density functional theory, electronic structure, density of states (DOS).

**ABILITY OF SLOVAK STUDENTS TO USE CRITICAL THINKING IN PHYSICS****Andrea KEUČAROVÁ****ORCID NO:** 0000-0001-7500-715X

The University of Prešov in Prešov, Faculty of Humanities and Natural Sciences, Department of Physics,  
Mathematics and Technologies, Prešov, Slovakia

**Vladimír ŠEBEŇ****ORCID NO:** 0000-0002-7836-4125

The University of Prešov in Prešov, Faculty of Humanities and Natural Sciences, Department of Physics,  
Mathematics and Technologies, Prešov, Slovakia

**ABSTRACT**

In this research paper, authors deal with the topic of critical thinking that is currently considered one of the most important skills for people living in the 21<sup>st</sup> century. They focus especially on critical thinking of students as a matter of fact that critical thinking has been incorporated into the strategic educational document called *Slovak National Curriculum of Education* in which it represents one of the main learning objectives that should be reached in educational process. As the title suggests, the ability of Slovak primary-school students to think critically when solving physics tasks is being investigated. To this purpose, authors of the paper have created a set of qualitative physics tasks, solving of which requires activation of specific critical thinking cognitive processes. Several of those problem-solving tasks of various difficulty were implemented into the research didactic test from physics that was given to students. Test was created in order to identify students' individual abilities to apply critical thinking in finding solutions for certain physics tasks. Subsequently, based on students' success rate, the highest developed level of critical thinking has been determined for each student individually. Levels of critical thinking correspond with the three levels of Kolláriková's critical thinking model. Moreover, the authors study influence of such factors as gender or year of study on students' critical thinking and determine the level of their statistical significance. The main goal of the paper is to present the preliminary results from the running dissertation thesis research.

**Keywords:** Critical thinking, Problem-solving, Physics, Education

**1. INTRODUCTION**

Development of critical thinking has become one of the general goals of modern teaching and has been implemented into the *Slovak National Curriculum of Education*. Didactic educational theories explain the term of critical thinking as a cognitive ability of students to think about the relevance of new information, an ability to assess it after a careful and detailed examination from multiple points of view (Grecmanová, Urbanovská and Novotný 2000). Critical thinking skills are sometimes referred to as higher-level skills. They differ from simpler-level ones, such as mechanical repetition of study material provided in order to memorize new information.

However, they are based on them (King, Goodson and Rohani 2013). Critical thinking skills do not exist immediately, but they have to be developed. Moreover, even if they have already been developed, they get activated just when an unknown problem needs to be solved (Paul, Elder and Bartell 1997). In case that critical thinking is used in new contexts inappropriately, it does not always have to be successful. Therefore, application of specific strategies is usually required to activate this form of cognitive processes. We can give students examples or select some basic hints that can act as a trigger key in retrieving some specific information from memory. Making judgments, doing problem solving physics tasks as well as learning itself depend on the capacity to code and process related knowledge. The goal of structural training is to teach the individual to realize when he can validly use his abilities (Ruisel et al. 2008). Current modernization trends in education emphasize the need for developing the highest cognitive abilities of students. For this reason, one of the key tasks of modernizing the educational process has become the effort to provide students with problem-solving tasks, inquiry-based learning and activities focused on independent students' thinking (Šebeň 2017). The process of critical thinking involves three main levels of thinking named after the key cognitive processes being used. The first, simplest one, is related to the analytical way of thinking. Therefore, this level is called Analysis. The higher level, Synthesis, requires the ability to combine and synergistically synthesize knowledge. Finally, the highest level of critical thinking includes the assessment. The Assessment level is about choosing true and false conclusions (Paul and Elder 2005).

## **2. STUDY AREA**

### **2.1. Aims and Methodology**

The main aim of this study was to confirm the ability of primary-school students to think critically when solving physics tasks. This includes finding out students' success rate achieved in physics-based didactic test of critical thinking and then also to determine individual levels of students' critical thinking. Finally, the research was aimed at determining the most frequent level of students' critical thinking. A research method of a didactic test has been applied. Research test consisted of ten specific qualitative physics tasks which had been carefully designed by the authors of this paper. Prepared tasks were of three types referring to three possible levels of critical thinking, namely: Analysis, Synthesis and Assessment. Each level is associated with several specific cognitive processes. The whole test had a forced-choice item format.

This pedagogical research was conducted in order to find answers for the following research questions:

Question I: Can Slovak primary-school students think critically?

Question II: What level of critical thinking do they have most frequently developed?

In addition, the provided research served to confirm two main research hypotheses:

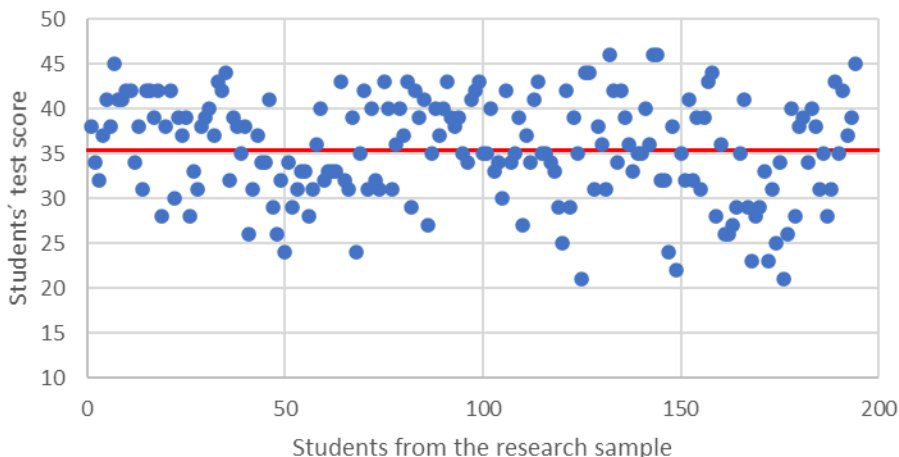
Hypothesis I: Boys' critical thinking is developed more than the girls' one.

Hypothesis II: Levels of critical thinking increase simultaneously with increasing year of pupils' study.

The research was carried out during the months of January and February 2020 at selected primary schools in Slovak republic. Research sample consisted of almost 200 pupils in their 7th, 8th and 9th year of study. While filling in the research formular, students were supposed to work individually. For this reason, research was conducted under the pedagogical supervision during formal physics lessons of standard duration, meaning 45 minutes. Given this fact, the return on tests was almost 100 %. The obtained data have been graphically visualized and statistically processed by applying methods of descriptive and inductive statistics.

**2.2. Findings and Discussion**

Maximum possible score that could be reached in didactic research testequals 47 points. However, no student managed to reach it. Students' score ranges from 21 to 46. Score mean is of 35.4 points and it is represented by the red line in Figure 2.2.1.

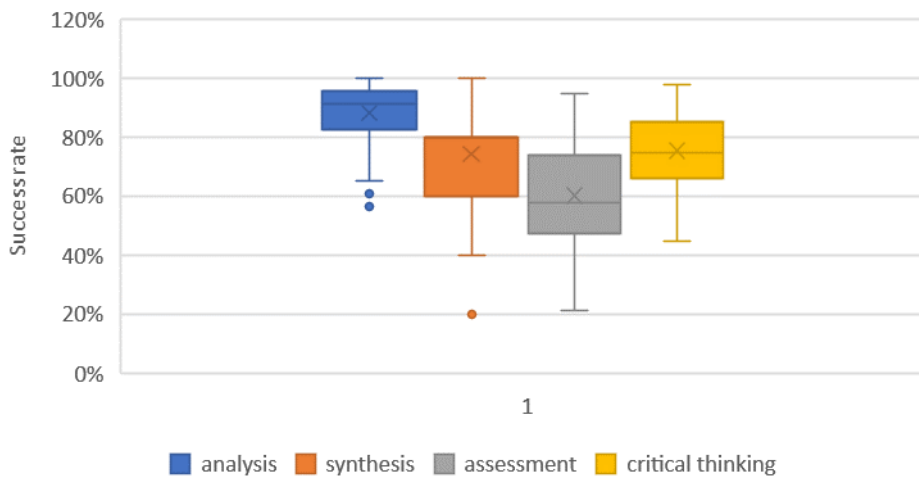


**Figure 2.2.1.**Graph of students' total score in Critical thinking test

In this picture it is possible to see that students' score is quite equally distributed in the area above the mean and the area below the mean value. This suggests that research data are normally distributed. Students' average success rate in the physics-based didactic test of critical think is of 75 %.

Research test was divided into three subtest associated with three possible levels of critical thinking. The lowest level of critical thinking is usually used in solving analytical physics tasks. According to students' score reached in this part we can say that analytical thinking is developed most frequently. In this part of the test students were the most successful. Their average score in analytical thinking is of 88 %. Medium level of critical thinking was tested by so called synthetic types of physics tasks. In Figure 2.2.1 we can see that this part of the test was more difficult for students.

Their success rate ranges from 60 % 80 % with an average equalling the value of 74 %. Such decreasing trend in success rate continues simultaneously with increasing level of critical thinking. Physics tasks focused on evaluating or assessing information required active applying of the highest cognitive processes. As is shown in graphical representation below, not many students were able to solve them. An average success rate in this subtest is only 60 %.



**Figure 2.2.1.** Graph of students' score in specific parts of Critical thinking test

Afterwards we wanted to determine statistically significant relationships between gender and critical thinking levels as well as between students' year of study and critical thinking levels. For this reason, we have provided several statistical tests, such as F-test (Two sample for variances) and a paired t-test. In case of gender, statistical p-value equals 0.13. However, standardized  $\alpha$  level of significance in pedagogical research equals 0.05. As a matter of fact, that test p-value is bigger than the standardized one, we can conclude there is no statistically significant relationship between the tested parameters. On the other hand, when we studied the relationship between students' year of study and critical thinking, we found out that statistical p-value was of 0.033. In this case, p-value is smaller than the standardized one ( $\alpha = 0.05$ ). This means that statistical significance between the tested parameters have been statistically proven.

### 3. RESEARCH RESULTS SUMMARY

- Slovak pupils attending primary schools can apply critical thinking when solving physics tasks.
- All three possible levels of critical thinking are developed.
- Most frequent critical thinking level is the level of analysis.
- Students' average success rate in each part of Critical thinking test was not lower than 60 %.
- There is a statistically significant relationship between the students' year of study and their level of critical thinking.
- Levels of critical thinking increase simultaneously with increasing year of pupils' study.
- There is no statistically significant relationship between the gender and levels of critical thinking.

### REFERENCES

Grecmanová, H., Urbanovská, E. and P. Novotný. 2000. Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků. Olomouc: HANEX, 159p. ISBN 80-85783-28-2.

King, F.J., Goodson, L. and Rohani, F. 2013. Higher order thinking skills. [online]. [cit. 20<sup>th</sup> May 2021] Center for Advancement of Learning and Assessment..Retrieved from: [http://www.cala.fsu.edu/files/higher\\_order\\_thinking\\_skills.pdf](http://www.cala.fsu.edu/files/higher_order_thinking_skills.pdf)

Paul, R., Elder, L. 2005. Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Learning and Your Life. 2nd ed. Prentice Hall. 544 pp. ISBN-10: 0131149628.

Paul, R. W., Elder, L. a T. Bartell. 1997. California teacher preparation for instruction in Critical Thinking: Research findings and policy recommendations.[online]. [cit. 22<sup>nd</sup> May 2021]. Retrieved from: <<http://eric.ed.gov/?id=ED437379>>

Ruisel, I. et al. 2008. Myslenie – Osobnost' – Múdrost'. Bratislava: Slovak academic press. 276 pp. ISBN 978-80-88910-25-1.

Šebeň, V. 2017. Modernization of physics classrooms in the current school environment. In: 19th Conference of Czech and Slovak physicists. 1. edition. Košice: Slovak physical society, p. 9-13. ISBN 978-80-89855-04-09.



## İÇ MEKÂN TASARIMINDA YAPAY ZEKÂ VE BİR KONAKLAMA MEKÂNI ÖRNEĞİ HENN NA OTEL

**Dr. Öğr. Üyesi Elif ÖZDOĞLAR**

**ORCID NO: 0000-0002-9997-9487**

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi

**Dr. Öğr. Üyesi Çağrı YALÇIN**

**ORCID NO: 0000-0002-8408-9190**

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi

### ÖZET

Yapay zekâ; yeni bin yılda yüksek bir hızla hayatın her alanına adapte edilirken; covid-19 sürecinde bu adaptasyon süreci ivme kazanmıştır. İnsanoğlunun varoluşundan bericevap aradığı en büyük yaşamsal problemlerden biri mekân arayışı sorunudur. Bu sorunlaraçözüm getirme çabası mimarlık biliminin doğmasını sağlamıştır. İnsanoğlu farklı mimariyaklaşımlar ortaya koyarak, yaşam alanları için fonksiyonel ve estetik çözümler geliştirmiştir.Yapay zekâ, gündelik hayata entegre olmaya başladığında mekan tasarımına da dahil olmayabaşlamıştır. Akıllı şehirler, akıllı evler gibi yeni kavramlar mimari literatüre girerken,uygulamaları ise özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kabul görmüştür. Japonya'dailki Nagasaki Sasebo' da yapılan ve 2015 yılında hizmete giren Henn na isimli otel kısıasürede bir zincir haline gelmiştir. Fütüristik bir konaklama deneyimi sunan Henn na, yapayzekanın mekan tasarımımında etkin kullanılabilirliğine dair sıradışı bir örnek olmuştur.

Androidler, humanoidler, yer ve cam için temizlik robotları, karşılama robotları ve odaçerisinde hizmet desteği sunan Tapıa isimli kişisel asistanlar tarafından hizmet eylemlerininlerine getirilmesi ve insan personel bulunmaması yüzyıllardır alışıl gelmiş hizmetsistemlerine göre çok farklı bir deneyim sunmaktadır. Çamaşır otomatları, LGstyler,İRemicon, alışveriş otomatları, akıllı vitrifiye ürünleri, akıllı dolap sistemleri, 4K LiquidKristal Televizyonlar, bavullar için akıllı taşıma sistemleri gibi hem ortak alanlarda hem deodalarda yapay zekâya dayanan ve bir konaklama mekânında bulunması gerekenfonksiyonları yerine getirmektedir. Ayrıca kiralanabilir VR ekipmanları, havanemlendiricileri, ayakkabı kurutucular, tekerlekli sandalye gibi ekstra sistemlerdebarındırmaktadır. Henn na otel geleceğin konaklama mekanlarının erken örneklerinin ilkidir.

Özellikle pandemi dönemi sonrasında yapay zeka mekan tasarımında hem araç hem de amaçhaline gelecektir. Bugün ilkel halleriyle yer alan sistemler teknolojinin gelişmesine paralelolarak hızla özelleşecek ve hizmet kalitesi arttıkça bu tarz mekanlar da sayıca artacaktır. Bununla yapay zekanın mekânsal çözümler üzerine etkileri üzerine uygulamaların vearaştırmaların yapılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zeka, Otel, Mekan, İç Mimarlık, Mimari

## AI IN INTERIOR ARCHITECTURE AND HENN NA HOTELS AS A SAMPLE OF ACCOMODITION SPACES

### ABSTRACT

Artificial intelligence; while in the new millennium it was rapidly adapting to all areas of daily life; in the covid-19 process, this adaptation process has gained acceleration. One of the main vital problems that mankind have been seeking to answer since their existence is the creation of spaces. The effort to solve these problems led to the birth of architectural science. Human beings have developed functional and aesthetic solutions for living spaces by putting forward different architectural approaches. When artificial intelligence started to be included in daily life, it started to be included in space design. While new concepts such as smart cities and smart homes have entered the architectural literature, their applications have been accepted especially in developed and developing countries. The Henn na hotel, which was built for the first time in Japan in Nagasaki Sasebo and was put into service in 2015, became a chain in a short time. Offering a futuristic accommodation experience, Henn na has been an extraordinary example of the effective usage of artificial intelligence in the space design. The fulfillment of service actions by personal assistants named Tapia, who provide service support in the rooms and androids, humanoids, cleaning robots for floor and glass, concierge robots, and the absence of human personnel offer a very different experience compared to conventional service systems for centuries. It performs functions such as laundry vending machines, LG styler, iRemicon, shopping vending machines, smart sanitaryware products, smart wardrobe systems, 4K Liquid Crystal TVs, smart transport systems for suitcases, which are based on artificial intelligence in both common areas and rooms. It also includes VR equipment, air humidifiers, shoe dryers, and extra systems such as wheelchairs. Henn na hotel is the first of the early example of future accommodation. After the pandemic period, artificial intelligence will become both a tool and a goal in space design. Today, systems in their primitive form will become specialized rapidly in parallel with the development of technology and as the service quality gets higher, such spaces will increase in number. Therefore, research on the effects of artificial intelligence on space design are required.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Hotel, Space, Interior Architecture, Architecture

**ASSESSMENT OF WATER INFRASTRUCTURE IN PERI-URBAN COMMUNITIES OF  
SOUTHWEST NIGERIA****S. YAKUBU (Corresponding Author)**

Department of Geography, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

**K. J. SAMUEL**

Department of Geography, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

**D. A. YAKUBU**

Department of Urban and Regional Planning, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

**S. B. ADEDOTUN**

Department of Urban and Regional Planning, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

**A. KOLA-OLUSANYA**

Department of Geography, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

**ABSTRACT**

Water is one of the most essential resources required for day-to-day activities of man and it plays vital roles in the development and sustainability of any community. This paper assesses water infrastructure in peri-urban communities of Southwest Nigeria. Three (3) Southwest States were selected for the study which include Ondo, Osun and Oyo. Eleven (11) peri-urban communities were selected from the three states for field survey. A set of questionnaires totaling 505 were administered to respondents in the selected peri-urban communities, using stratified random sampling technique. The data generated were analyzed using frequency and percentages while ANOVA was used to test variation in distance covered by respondents to get water. The results indicated no significant variation in the distance covered by respondents to get water in the selected peri-urban communities. Public water supply was never planned for in most peri-urban area, hence, the provision of water rests majorly on individuals (96.3%). Major source of water for households is from well (74.9%) with few households deriving their water from borehole (14.7%). Most respondents (96.3%) covered a distance of 1 – 100m to get water.

Daily water consumption ranges from 50 litres and below (73.4%) to above 200 litres (9.5%). Government intervention in water provision is mainly limited to sinking of bore holes (67.0%) in peri-urban communities. It is recommended that government at all levels should accord priority to water infrastructure that will engender sustainable water supply in the water-scarce peri-urban communities.

**Keywords:** Water, Infrastructure, Peri-urban, Communities, South-west Nigeria

## BASMA KUVVETİ ALTINDAKİ FİLAMAN SARIM CAM TAKVİYELİ POLİMER (CTP) BORULARDA FARKLI SARIM AÇILARININ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

**Zeynep Kübra GÜVEN**

**ORCID NO:** 0000-0003-3360-9456

Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Konya, Turkey

**Lokman GEMİ**

**ORCID NO:** 0000-0002-9895-6574

Necmettin Erbakan University, Meram Vocational School, Konya, Turkey

**Emrah MADENCİ**

**ORCID NO:** 0000-0001-8279-9466

Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering, Konya, Turkey

**Yasin Onuralp ÖZKILIÇ**

**ORCID NO:** 0000-0001-9354-4784

Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering, Konya, Turkey

### ÖZET

Günümüz teknolojisinde cam takviyeli polimer (CTP) kompozit borular, üstün mekanik özellikleri sebebiyle mühendislik uygulamalarında kullanımı geniş bir alana yayılmıştır. CTP boruları kullanılan diğer geleneksel çelik, beton boru çeşitlerine göre düşük ağırlığı, yüksek mukavemeti nedenleriyle inşaat ve taşımacılık endüstrileri, rafineri, havacılık, askeri, otomotiv ve akışkan transfer endüstrisinde kullanılmaktadır. Ayrıca CTP borular, korozyon direnci yüksek ve istenilen boyutlarda seri üretim imkânı sağlamak gibi birçok üstün özelliğe sahiptir. CTP kompozit borularının kullanıldığı yer ve çevre şartlarına göre mekanik özellikleri değişim göstermektedir. Bu sebeple CTP borularındaki dayanım değerindeki değişiminin mukavemetini nasıl etkilediği görmek ve uzun vadeli performansının belirlenmesi büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada filaman (elyaf) sarım yöntemi ile farklı sarım açısı konfigürasyonlarında üretilen 6 tabakalı CTP borular kullanılmıştır. Amaç, CTP borularının elyaf sarım açısının değişiminin aksel yük kapasitesine etkisini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda üretilen filaman (elyaf) sarım CTP borularına basma deneyi yapılmıştır. ASTM D 3410 standardına göre uygulanan basma deneyleri 4 mm/dak hızında gerçekleştirilmiştir. Deney sonucu elde edilen verilerine göre kuvvet-deplasman grafiği oluşturulmuştur.  $\pm 55^\circ$  sarım açılı numune en yüksek sünek davranış ve en yüksek yük taşıma kapasitesine ulaştığı görülmüştür.  $\pm 30^\circ$  ve  $\pm 90^\circ$  sarım açılı numuneleri rijit bir davranış göstermiştir. Tüm numunelerde elyaf sarım açısı doğrultusunda matris çatlakları ve elyaf sarım açısı doğrultusunda yarıma hasarları meydana geldiği gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Basma Kuvveti, Cam Takviyeli Polimer (CTP), Filaman Sarım Boru

## INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT WINDING ANGLES ON GLASS FIBER REINFORCED POLYMER (GFRP) PIPES UNDER COMPRESSION FORCE

### ABSTRACT

In today's technology, glass fiber reinforced polymer (GFRP) composite pipes are widely used in engineering applications due to their superior mechanical properties. GFRP pipes are used in fluid transfer industries such as construction and transportation industries, refinery, aviation, military and automotive due to their low weight and high strength compared to other traditional steel and concrete pipe types. In addition, GFRP pipes have many superior features such as high corrosion resistance and the possibility of mass production in desired sizes. The mechanical properties of GFRP composite pipes vary according to the place of use and environmental conditions. For this reason, it is of great importance to see how the change in strength value in GFRP pipes affects its strength and to determine its long-term performance. In this study, 6-layer GFRP pipes produced in different winding angle configurations with filament (fiber) winding methods were used. The aim is to investigate the effect of change of fiber wrap angle on the axial load capacity of GFRP pipes. A compression test was carried out on the filament (fiber) winding GFRP pipes produced for this purpose. Compression tests applied according to ASTM D 3410 standard were carried out at a speed of 4 mm/min. According to the data obtained as a result of the experiment, a force-displacement graph was created. It was observed that the sample with  $\pm 55^\circ$  winding angle showed the most ductile behavior and reached the maximum force value. Samples with  $\pm 30^\circ$  and  $\pm 90^\circ$  wrap angles showed a rigid behavior. In all samples, it was observed that matrix cracks and fiber breakage damage occurred in the direction of the fiber wrap angle.

**Keywords:** Press Force, Glass Reinforced Polymer (GRP), Filament Winding Pipe

### 1. GİRİŞ

Yüksek mukavemet özellikleri, düşük ağırlık, korozyon direnci ve yorulmaya karşı uzun ömür dahil olmak üzere daha yüksek mekanik özelliklere sahip olan polimerik kompozit malzemelerin benzersiz ve olağanüstü özellikleri, onları geniş mühendislik yelpazesi uygulamaları için diğer geleneksel malzemelere rekabetçi bir aday haline getirmiştir [1-4]. Kompozitlerin en büyük tüketici sektörlerinden biri, inşaat, altyapı, petrol ve gaz endüstrilerini içeren inşaat alanıdır [5-8]. Kimyasal reaktif ortamdaki korozyon nedeniyle oluşan ağır onarım ve bakım maliyetlerinden kaçınarak, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin endüstrilerinde Cam Takviyeli Polimer (CTP) boru ve tanklara olan talep hızla artmaktadır. Askeri sektörlerden kaynaklanan diğer yüksek teknoloji endüstrilerinde olduğu gibi, kompozit boruların geliştirilmesi de yüksek basınçlı kapların teknolojik gereksinimlerden esinlenmiştir.

Polimerik kompozitler, kompozitlerin en önemli kategorisi olarak, yalnızca havacılık ve askeri sektörler gibi yüksek teknoloji endüstriyel uygulamalarda kullanılmakla kalmaz, aynı zamanda sağlık gereçleri gibi düşük teknoloji endüstrisine de girmiştir. Kimyasal korozyon uğrayan geleneksel çelik, asbest ve beton boruların ana rakibi yapan CTP boruların temel özelliği, doğal olarak yüksek korozyon direnci özelliklerinden kaynaklıdır. Bu, uzun çalışma süresi boyunca pürüzsüz iç yüzey ile sorunsuz akış imkanı, korozyon direncinden dolayı toprak altında daha uzun süre kalabilmesi ve servis süresinin uzun olması tercih sebeplerindedir [9]. Dahası, CTP borular yüksek özgül mukavemet, hafiflik ve nispeten düşük elastik modül sunmaktadır. İlki daha dayanıklı borular sunarken, diğer ikisi boruları titreşimlere ve iç şoklara karşı daha dayanıklıdır [10]. Ayrıca CTP boruların taşınması, montajı, bağlantı ve onarım prosedürleri diğer geleneksel borulara göre çok daha kolaydır.

Kompozit kullanımının artması, uzun vadeli performans, sürekli yapısal bütünlük ve hizmet verilebilirlik gibi konuları giderek daha önemli hale getirmektedir. Sarım açısının ve yükleme koşulunun CTP'nin mukavemetine etkisi ana araştırma konularından biridir. Kompozit CTP boruların mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacı ile bir çok çalışma yapılmıştır. Bunlardan en önemlileri; Boruların patlama basınçları [11,12], iç basınç altında yorulma davranışları [13], basınçsız ve iç basınç altında düşük hızlı darbe cevabı [14,15], işlenebilirlik özellikleri [16] ve hibritasyonun genel mekanik özelliklere olan etkisi [17,18] gibi konular ele alınmıştır.

Basınç ve hidrotermal kuvvet altında çok katmanlı kompozit basınçlı kapların patlama basıncını analiz etmek için teorik bir model oluşturulmuştur [19]. Sarım açısının, kombine dış basınç ve eksenel sıkıştırmaya maruz kalan CTP borunun mukavemeti etkisi üzerine yapılan çalışmalarda hidrostatik harici basınç yüklemesi durumunda, optimum açının  $80^\circ$ 'ye yakın olduğunu göstermektedir [20]. Bir başka çalışmada ise  $\pm 55^\circ$  sarım açısı, basınç yüklemesi için ideal olduğu rapor edilmiştir [19]. CTP borular ile oluşturulan boru hattında iki tipik yükleme koşulu arasında karşılaştırmalı bir çalışma gerçekleştirilmiştir [21,22]. Büyük çaplı filaman sargılı CTP borular üzerinde bir dizi araştırmalarda yapılmıştır [23-25]. Sadece eksenel çekme yükü altında [26,27] ve birleşik çift eksenli yükleme [28-32] üzerinde de CTP borularda çalışmalar yapılmıştır, bunlardan ikisi sadece eksenel sıkıştırma davranışını ortaya koymuştur [31,32]. Bununla birlikte eksenel basınç altındaki davranışı ile ilgili çalışmalar oldukça azdır. Yapısal özellikleri, özellikle de açılı kat yapısından kaynaklanan doğrusal olmayan davranış hala tam olarak tanımlanamamış veya anlaşılammıştır.

Yapılan bu çalışmada farklı konfigürasyon açısına sahip 6 tabakalı CTP borularının basma kuvveti altındaki yük taşıma kapasitesindeki değişim incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

CTP boruların üretimi ve kürlenmesi işlemleri, İzmir İzoreel Komp. Malz. San. ve Tic. Ltd. Şti.'de yapılmıştır. Filaman sarım yöntemi ile üretilen CTP borularının yapımında, elyaf malzemesi olarak Cam Elyaf San. A.Ş. 1200 teks (17  $\mu\text{m}$  çapında) E camı, matris malzemesi olarak da Momentive, Bisphenol A, Epikote 828 reçine kullanılmıştır. Sertleştirici madde olarak Epikure 875 (Curing agent, Modified Carboxylic Acid Anhydride) kullanılmıştır. 72 mm çapındaki malafalar üzerine yaş sarım yöntemi kullanılarak  $\pm 30^\circ$ ,  $\pm 55^\circ$  ve  $\pm 90^\circ$  sarım açılarıyla elyaflar sarılmıştır. Filaman sarım işleminden sonra özel bir fırında 2 saat 135  $^\circ\text{C}$  ve 2 saat 150  $^\circ\text{C}$ 'de reçine birikimini önlemek amacıyla sabit bir hızda dönen bir sistemle kürlenmeye bırakılmıştır. Kürlenme işleminin sonunda 1'er metrelik filaman sarım CTP borular kalıptan çıkarılarak üretimleri gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan elyafların ve matrisin özellikleri Tablo 2.1'de verilmektedir. Filaman sarım yöntemi ile üretilen CTP borular Şekil 2.1a'da verilmektedir. Üretilen CTP borulardan basma deneyi için 150 mm boyunda numuneler kesilmiştir ve deneye hazır hale getirilmiştir. Filaman sarım yöntemiyle üretilen iç çapı  $\text{Ø}72$  mm, 6 tabakalı,  $\pm 30^\circ$ ,  $\pm 55^\circ$  ve  $\pm 90^\circ$  sarım açılarındaki CTP boru numunelerinin basma deneyleri Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Laboratuvarında 100 kN kapasiteli SHIMADZU deney cihazında yapılmıştır (Şekil 2.1b). Deney ASTM D 3410 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiş ve basma esnasında numuneler için özel olarak üretilmiş flanş başlıkları kullanılmıştır.



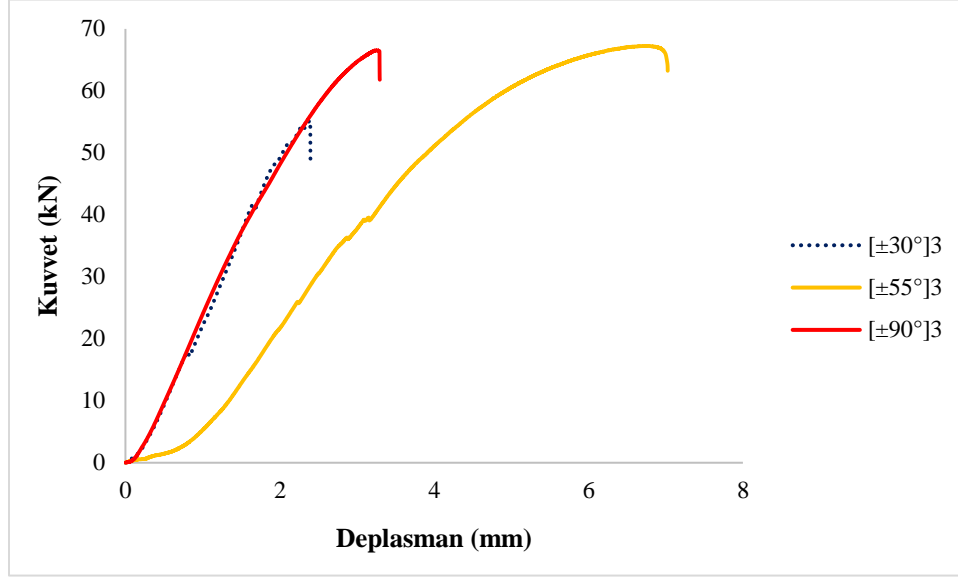
Şekil 2.1. CTP borular a) filaman sarım yöntemiyle 1m'lik üretilen borular b) basma deney cihazı

Malzemeler	E(GPa)	$\sigma_{\text{çek}}$ (MPa)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\varepsilon_{\text{kop}}$ (%)
Elyaf: E-camı	73	2400	2.6	1.5-2
Matris: Epoksi Reçine	3.4	50-60	1.2	4-6

Tablo 2.1. Kullanılan elyaf ve matrisin özellikleri

### 3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

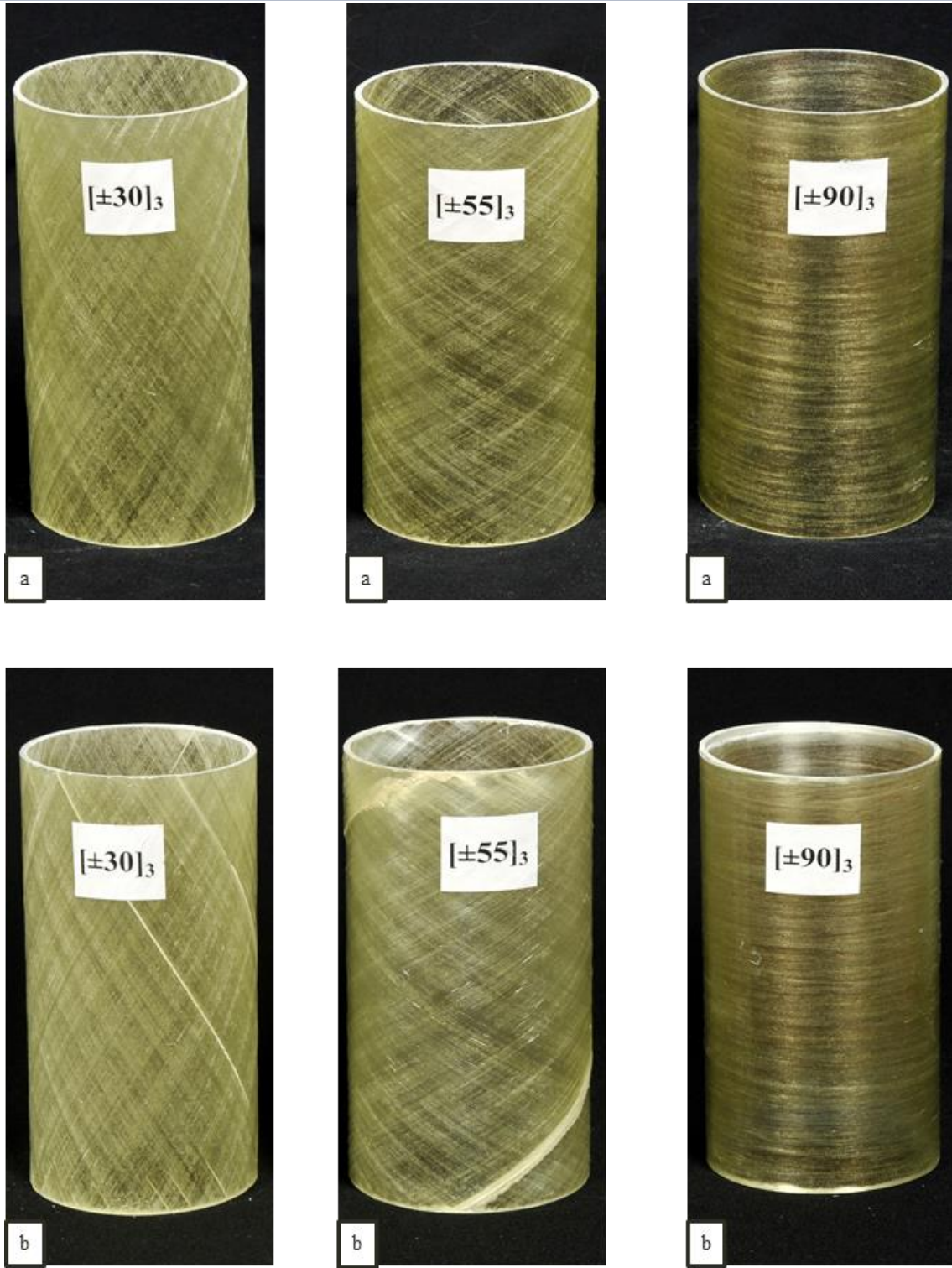
4 mm/dak yükleme hızı ile gerçekleştirilen basma deneylerinden elde edilen veriler ile kuvvet-deplasman grafiği oluşturulmuştur (Şekil 3.1). Deney sırasında eksenel basma kuvvetinin numuneler üzerindeki hasar gelişimi incelenmiştir.



Şekil 3.1.  $[\pm 30^\circ]_3$ ,  $[\pm 55^\circ]_3$  ve  $[\pm 90^\circ]_3$  numunelerinin kuvvet-deplasman grafiği

Basma deneyi sırasında CTP numunelerinin artan eksenel basma kuvveti altındaki hasar gelişimleri incelendiğinde numunelerin rijit bir davranış sergiledikleri görülmüş ve oluşan hasar ilerlemelerinin elyaf sarım açıları doğrultusunda olduğu gözlenmiştir. CTP boru numunelerinin basma deneyi öncesi ve sonrası fotoğrafları Şekil 3.2’de verilmiştir.  $[\pm 30^\circ]_3$  sarım açısına sahip numunede 41,773 kN yük 1,66 mm deplasman seviyesinde numune genelinde elyaf doğrultusunda matris çatlak sesleri gelmeye başladı. 54,193 kN yük 2,29 mm deplasman seviyesinde oluşan matris çatlakları elyaf doğrultusunda belli bölgelerde yoğunlaştığı görüldü. 55,214 kN yük 2,39 mm deplasman seviyesinde sarım açısı doğrultusunda yoğunlaşan matris çatlakları elyaf doğrultusunda yarıлма hasarı şeklinde sonuç hasarının oluşmasına neden olmuştur.

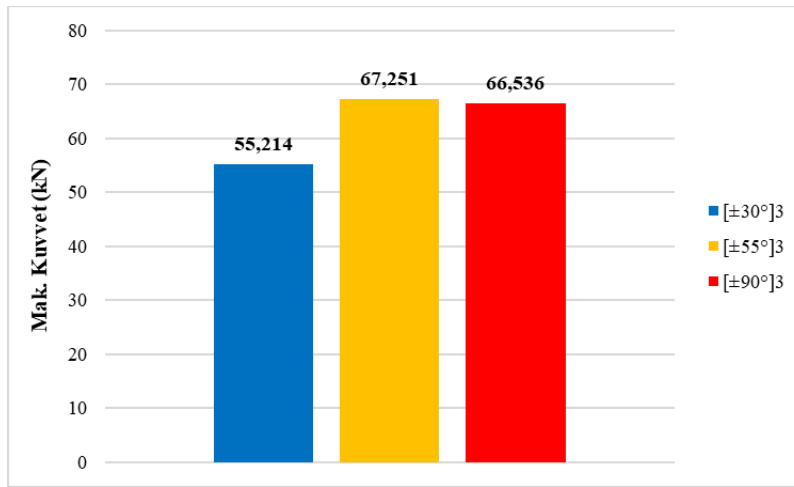




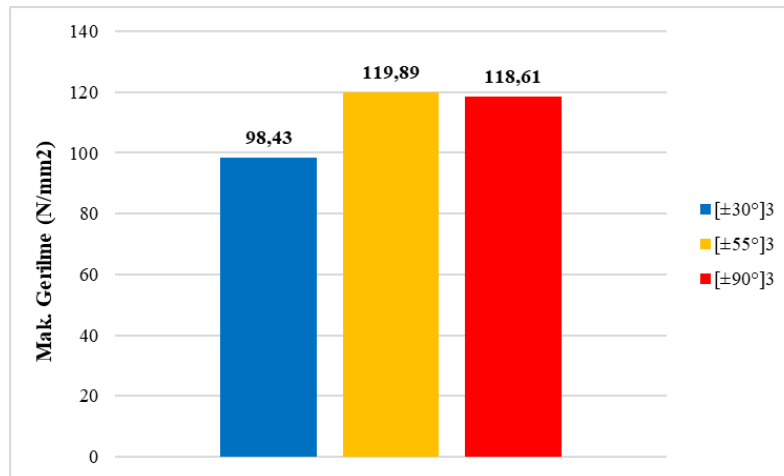
Şekil 3.2.CTP boru numunelerinin a) basma deneyi öncesi ve b) basma deneyi sonrası

$[\pm 55^\circ]_3$  sarım açısına sahip numunede 39,537 kN yük 3,15 mm deplasman seviyesinde başlık bölgesinde başlayan ve numunenin genelinde beyazlaşma başlangıç hasarını oluşturduğu görülmüştür. İlerleyen yük artışıyla beraber elyaf doğrultusunda yoğun beyazlaşma ve delaminasyon hasarlarının

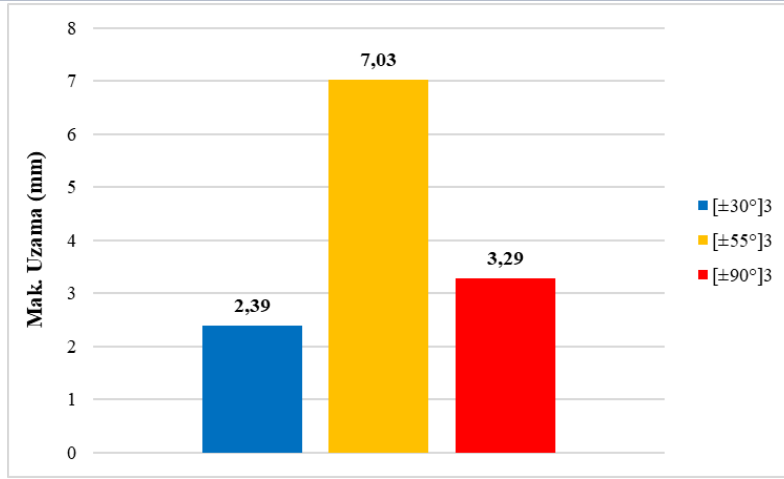
oluştığı gözlenmiştir. Flanş bölgesinden başlamak üzere 67,251 kN yük 6,76 mm deplasman seviyesinde  $\pm 55^\circ$  açı doğrultusunda kademeli olarak elyaf yarıma hasarı meydana gelmiştir. Deney sonrasında numune incelendiğinde numune genelinde lokal delaminasyon ve beyazlaşmalar görülmüştür.  $[\pm 90^\circ]_3$  sarım açısına sahip numunede yük ile deplasman artışı esnasında sonuç hasarı oluşana kadar herhangi bir beyazlaşma ve matris hasarının oluşmadığı görülmüştür. Bunun sebebi  $[\pm 90^\circ]_3$  sarım açısında uygulanan basma yükünün elyaflara dik gelmesi ve yükün etkisi ile sarım açısında herhangi bir değişimin oluşmaması ilerlemeli hasarın oluşmasına engel olmuştur. 66,536 kN yük 3,24 mm deplasman seviyesinde başlık kısımlarında kompozit boruda ezilme hasarı neticesinde sonuç hasarına ulaşılmıştır.  $[\pm 30^\circ]_3$ ,  $[\pm 55^\circ]_3$  ve  $[\pm 90^\circ]_3$  sarım açılı CTP boru numunelerinin kuvvet-deplasman grafikleri incelendiğinde maksimum kuvvet değerleri sırasıyla 55,214 kN, 67,251 kN ve 66,536 kN olduğu görülmektedir. Basma deneyi sonucunda elde edilen maksimum kuvvet ve bu kuvvete karşılık gelen gerilme ve uzama değerleri Şekil 3.3'te verilmiştir.



a)



b)



c)

Şekil 3.3. CTP boru numunelerinin a) mak. kuvvet değerleri, b) max. gerilme değerleri, c) uzama miktarları

#### 4. SONUÇLAR

- Deneysel çalışma neticesinde CTP borularda sarım açısının basma mukavemetini ve hasar gelişimini önemli derecede etkilediği anlaşılmıştır.
- [±30°]<sub>3</sub> ve [±90°]<sub>3</sub> sarım açılarında CTP boruların yüksek rijitlikte ve düşük deplasmanlarda basma yükü altında hasara uğradığı görülürken [±55°]<sub>3</sub> sarım açısında yük taşıma kapasitesi [±90°]<sub>3</sub>'ye yakın olmasına rağmen yüksek bir deplasmanda hasara uğradığı görülmüştür.
- [±55°]<sub>3</sub> sarım açısına sahip CTP boruda diğer borulardan farklı olarak numune üzerinde oluşan hasar modlarının (beyazlaşma, matris çatlakları, debonding ve yarıma hasarı) bütün yüzeye yayıldığı görülmüştür.
- Bu çalışmada [±55°]<sub>3</sub> sarım açısına sahip boruların basma yüküne karşı ilerlemeli hasarla beraber yük altında enerji yutma kapasitesinin yüksek olduğu anlaşılmıştır.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 191319005 nolu tez projesi ile desteklenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Madenci, E., 2011, Kompozit kirişlerin karışık sonlu elemanlar yöntemi ile statik ve dinamik analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- [2] Madenci, E., 2016, Yüksek mertebe kayma deformasyon teorisine dayalı çapraz tabakalı kompozit plakların karışık sonlu eleman yöntemi ile analizi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- [3] Özütok, A., & Madenci, E. (2017). Static analysis of laminated composite beams based on higher-order shear deformation theory by using mixed-type finite element method. *International Journal of Mechanical Sciences*, 130, 234-243.

- [4] Madenci, E., & Ozutok, A. (2020). Variational approximate for high order bending analysis of laminated composite plates. *Structural Engineering and Mechanics*, 73(1), 97-108.
- [5] Madenci, E., Özkılıç, Y. O., & Gemi, L. (2020). Experimental and theoretical investigation on flexure performance of pultruded GFRP composite beams with damage analyses. *Composite Structures*, 242, 112162.
- [6] Madenci, E., Özkılıç, Y. O., & Gemi, L. (2020). Buckling and free vibration analyses of pultruded GFRP laminated composites: Experimental, numerical and analytical investigations. *Composite Structures*, 254, 112806.
- [7] Madenci, E., Özkılıç, Y. O., & Gemi, L., G. (2020). Theoretical investigation on static analysis of pultruded GFRP composite beams. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 8(3), 483-490.
- [8] Hollaway, L. C. (2010). A review of the present and future utilisation of FRP composites in the civil infrastructure with reference to their important in-service properties. *Construction and building materials*, 24(12), 2419-2445.
- [9] American Water Works Association. (2005). *Fiberglass pipe design* (Vol. 45). Amer Water Works Assn.
- [10] Watkins, R. K. (1999). *Structural mechanics of buried pipes*. CRC press.
- [11] Gemi, L., Tarakçıoğlu, N., Akdemir, A., & Şahin, Ö. S. (2009). Progressive fatigue failure behavior of glass/epoxy ( $\pm 75$ ) 2 filament-wound pipes under pure internal pressure. *Materials & Design*, 30(10), 4293-4298.
- [12] Gemi, L., Kara, M., & Avci, A. (2016). Low velocity impact response of prestressed functionally graded hybrid pipes. *Composites Part B: Engineering*, 106, 154-163.
- [13] Tarakçıoğlu, N., Gemi, L., & Yapıcı, A. (2005). Fatigue failure behavior of glass/epoxy $\pm 55$  filament wound pipes under internal pressure. *Composites science and technology*, 65(3-4), 703-708.
- [14] Gemi, L. (2018). Investigation of the effect of stacking sequence on low velocity impact response and damage formation in hybrid composite pipes under internal pressure. A comparative study. *Composites Part B: Engineering*, 153, 217-232.
- [15] Gemi, L., Kayrıci, M., Uludağ, M., Gemi, D. S., & Şahin, Ö. S. (2018). Experimental and statistical analysis of low velocity impact response of filament wound composite pipes. *Composites Part B: Engineering*, 149, 38-48.
- [16] Gemi, L., Morkavuk, S., Köklü, U., & Gemi, D. S. (2019). An experimental study on the effects of various drill types on drilling performance of GFRP composite pipes and damage formation. *Composites Part B: Engineering*, 172, 186-194.
- [17] Gemi, L., Morkavuk, S., Köklü, U., & Yazman, Ş. (2020). The effects of stacking sequence on drilling machinability of filament wound hybrid composite pipes: Part-2 damage analysis and surface quality. *Composite Structures*, 235, 111737.
- [18] Gemi, L., Köklü, U., Yazman, Ş., & Morkavuk, S. (2020). The effects of stacking sequence on drilling machinability of filament wound hybrid composite pipes: Part-1 mechanical characterization and drilling tests. *Composites Part B: Engineering*, 186, 107787.
- [19] Onder, A., Sayman, O., Dogan, T., & Tarakcioglu, N. (2009). Burst failure load of composite pressure vessels. *Composite structures*, 89(1), 159-166.
- [20] Mistry, J. (1992). Theoretical investigation into the effect of the winding angle of the fibres on the strength of filament wound GRP pipes subjected to combined external pressure and axial compression. *Composite Structures*, 20(2), 83-90.
- [21] Martins, L. A., Bastian, F. L., & Netto, T. A. (2012). Structural and functional failure pressure of filament wound composite tubes. *Materials & Design (1980-2015)*, 36, 779-787.
- [22] Martins, L. A. L., Bastian, F. L., & Netto, T. A. (2013). The effect of stress ratio on the fracture morphology of filament wound composite tubes. *Materials & Design*, 49, 471-484.
- [23] Rafiee, R. (2013). Experimental and theoretical investigations on the failure of filament wound GRP pipes. *Composites Part B: Engineering*, 45(1), 257-267.
- [24] Rafiee, R., & Amini, A. (2015). Modeling and experimental evaluation of functional failure pressures in glass fiber reinforced polyester pipes. *Computational Materials Science*, 96, 579-588.
- [25] Rafiee, R., & Reshadi, F. (2014). Simulation of functional failure in GRP mortar pipes. *Composite Structures*, 113, 155-163

- [26] Bai, J., Seeleuthner, P., & Bompard, P. (1997). Mechanical behaviour of  $\pm 55^\circ$  filament-wound glass-fibre/epoxy-resin tubes: I. Microstructural analyses, mechanical behaviour and damage mechanisms of composite tubes under pure tensile loading, pure internal pressure, and combined loading. *Composites science and technology*, 57(2), 141-153.
- [27] Vickers, N. J. (2017). Animal communication: when i'm calling you, will you answer too?. *Current biology*, 27(14), R713-R715.
- [28] Mertiny, P., Ellyin, F., & Hothan, A. (2004). Stacking Sequence Effect of Multi-angle Filament Wound Tubular Composite Structures. *Journal of composite materials*, 38(13), 1095-1113.
- [29] Mertiny, P., Ellyin, F., & Hothan, A. (2004). An experimental investigation on the effect of multi-angle filament winding on the strength of tubular composite structures. *Composites science and technology*, 64(1), 1-9.
- [30] Ellyin, F., Carroll, M., Kujawski, D., & Chiu, A. S. (1997). The behavior of multidirectional filament wound fibreglass/epoxy tubulars under biaxial loading. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 28(9-10), 781-790.
- [31] Kaddour, A. S., Soden, P. D., & Hinton, M. J. (1998). Failure of  $\pm 55$  degree filament wound glass/epoxy composite tubes under biaxial compression. *Journal of Composite Materials*, 32(18), 1618-1645.
- [32] Gemi, L., Köroğlu, M. A., & Ashour, A. (2018). Experimental study on compressive behavior and failure analysis of composite concrete confined by glass/epoxy  $\pm 55$  filament wound pipes. *Composite Structures*, 187, 157-168.

**ÖNGERMELİ BETONERME DEMİRYOLU KÖPRÜSÜNÜN  
MODELLENMESİ****Turgut Vatan TOSUN****ORCIDID:0000-0003-4815-0908**

Yıldız Teknik University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Davutpaşa/Esenler Campus

**ÖZET**

Günümüzde sanayinin ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte yük ve yolcu taşınımına olan talep yükselmiş, bununla birlikte ulaşımın önemi artmıştır. Ulaşım yolları; karayolu ulaşımı, havayolu ulaşımı, denizyolu ulaşımı ve demiryolu ulaşımı olmak üzere dört farklı gruba ayrılır. Ülkemizde demiryolu ağları 100 seneden fazla bir süredir kullanılmakta olup Cumhuriyet dönemi ile birlikte tren hatlarının kurulumu hızlanmıştır. Bu çalışmada Ankara-Haydarpaşa hattı üzerinde inşa edilmesi planlanan öngerme kirişli betonarme demiryolu köprüsünün SAP 2000 V.22.0.0 adlı bilgisayar yazılımı ile statik ve dinamik analizleri yapılarak rapor sonuçları elde edilmiştir. Analizde köprüye etkileyen kuvvetler değerlendirilirken zati ve kalıcı yükler, hareketli ve düşey yükler, rüzgar kuvvetleri, sıcaklık değişimi ile rötre etkisi ve deprem kuvvetleri dikkate alınmıştır. Bu yüklerin belirlenmesinde UIC ve Eurocode şartnameleri kullanılmıştır. Deprem, betonarme ve öngerme hesaplarında ise ülkemizde sıklıkla kullanılan Amerikan Köprü Şartnamesi “AASHTO – Standart Specifications for Highway Bridges” tercih edilmiştir. Analizlerde kullanılan betonarme betonları, TS 500 ve TS 3233’de verilen sınıflandırmalar göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Köprü ayakları ve temelinde yük kombinasyonları kullanılarak maksimum moment ve kesme kuvveti değerleri bulunarak betonarme ve donatı hesapları yapılmıştır. Ek olarak, elastomer mesnetlere gelecek deprem takozuna aktarılan toplam kesme kuvveti belirtilmiştir. Yapılan analizlerde rayın yüklü ve yüksüz durumlarındaki çekme ve basınç gerilmeleri incelenmiş, oluşan gerilme kuvvetleri maksimum gerilme kuvvetinden düşük ve güvenli sınırlar içerisinde kaldığı gözlemlenmiştir.

403

**Anahtar Kelimeler:**Betonarme Köprü ,Sap 2000,Kesme Kuvveti,Basınç Gerilimi, Deprem Takozu**THE PRESTRESSED CONCRETE RAILWAY BRIDGE  
MODELLING****ABSTRACT**

The development of industry and technology sparked the demand for freight and passenger transportation has increased. At the same time, the importance of transport has increased. The transportation system classifies into four different categories: road transport, air transport, sea transport and railway transport. Railway networks in our country are in use for more than 100 years, and the

establishment of train lines has accelerated with the Republic period. In this study, static and dynamic analysis of the prestressed beam reinforced concrete railway bridge, which its implementation is determined to be done on the Ankara-Haydarpaşa line. The evaluation goes through a computer software named SAP 2000 V.22.0.0, which generate the results as a report. The analysis considers the following to evaluate the forces acting on the bridge, self and permanent loads, moving and vertical loads, wind forces, temperature change and shrinkage effect, and earthquake forces. UIC and Eurocode specifications were used in determining these loads. In the earthquake, reinforcement and prestressing calculations, the American Bridge Specification “AASHTO- Standard Specifications for Highway Bridges”, which is frequently used in our country, was preferred. The reinforced concretes used in the analyses were selected considering the classifications given in TS 500 and TS 3233. Reinforced concrete calculations were estimated by finding the maximum moment and shear force values through load combinations on the bridge piers and the foundation. In addition, the total shear force coming to the elastomer bearings and transferred to the earthquake wedge was specified. The tensile and compressive stresses in the loaded and unloaded state of the rail were examined in the analysis, and it was observed that the resulting tensile forces were lower than the maximum tensile strength and remained within safe limits.

**Keywords:** Prestressed Concrete Bridge, Sap 2000, Shear Force, Compressive Stress, Earthquake Wedge

## 1. GİRİŞ

Günümüzde köprü yapımı için kullanılan malzemelerden olan betonun imalatı için bir çok teknik farklılık olsa da tarihsel yapılar ve köprülerde genellikle 3 tipi kullanılmaktadır. Bunlar donatısız beton, betonarme ve öngermeli betondur. Basınç dayanımlarında beton malzemesinin dayanımı oldukça yüksek olmakla birlikte dikey kolon olarak kullanıldığında işlevselliği yüksektir. Betonun yatay ekseninde döşeme veya kiriş malzemesi olarak kullanımında ise dayanımı düşmektedir.

Donatısız betonun bu amaç için kullanımı, yüksek derinliği ve fazlaca ağır olmasından dolayı pratik bulunmayarak özellikle açıklığı uzun olan köprülerde kullanımı uygun görülmemiştir. [1]

Köprü tasarımcıları sonraki zamanlarda inşaa edilen köprülerde beton malzemede donatı kullanılmasının dayanımın arttırdığını gözlemişlerdir. Ani kırılma davranışı gösteren bir betonda çelik yapılar ile süneklik sağlayarak gevrek kırılmanın önüne geçmişlerdir. Bu sayede 1900’lu yıllardan sonra tasarımcılar yapı ve köprülerin yapımında donatılı beton kullanımına ağırlık vermişler.

2. Dünya Savaşından önce, avrupalı mühendisler betonermenin dayanımın saf betona göre yüksek olduğunu bilseler de yaptıkları deneyler sonucunda daha az malzeme ile daha dayanıklı olan öngermeli

betonu bulmuşlardır. Bu sayede çekme gerilmelerini minimize ederek büyük açıklığa sahip köprülerde güvenliği sağlamayı ve giriş yüksekliğini azaltmayı amaçlamışlardır.

Günümüzde bu teknikle oluşturulan betonlar sayesinde açıklığı uzun olan köprülerin kullanımı artmıştır. Betonarme köprünün kullanımı azalsa bile özellikle küçük köprülerde hala tercih edilmektedir.

[1]

Demiryolu köprüleri açıklık mesafelerine göre üç farklı grupta sınıflandırılmaktadır. Bu gruplar,

- Kısa açıklık köprüler( Köprü aralığı 6 m ve 40 m arasında )
- Orta açıklıklı köprüler(Köprü aralığı 40 m ve 125 m arasında)
- Uzun açıklıklı köprüler (Köprü aralığı 125m'den büyük olanlar)

şeklinde ifade edilebilir.[2]

Açıklıklı köprüler yük taşıyıcı sistemlerine göre alt ve üst yapı olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Altyapıları taşıyıcı elemanları köprü ayağı ve perde duvarlardan, üst yapı elemanları ise tabliye ve taşıyıcı kirişlerden oluşmaktadır. Dayanım gereksinimine göre köprü yapısını kuvvetlendirmek amacıyla fore kazık kullanılabilir.

## 2. KÖPRÜ ÖZELLİKLERİNİN VERİLMESİ

Bu çalışmada SAP 2000 V.22.0.0 adlı bilgisayar yazılımı ile öngermeli betonarme köprü tasarımı yapılmıştır. Donatıdaki aşınmayı, korozyonu ve diğer dış etkileri engellemek amacıyla betonarme kesiti içerisindeki en dış donatı ile kalıp çizgisine kadar boşluk bırakılır. Bu boşluğun kalınlığına paspayı denmektedir. Bu köprüde payandalarda :15 cm, köprü ayakları, radye temel ve fore kazıklarda: 7.5 cm, köprü tabliyesinde: 5.0 cm, öngermeli kirişlerde 3.0 cm paspayı bırakılmıştır.

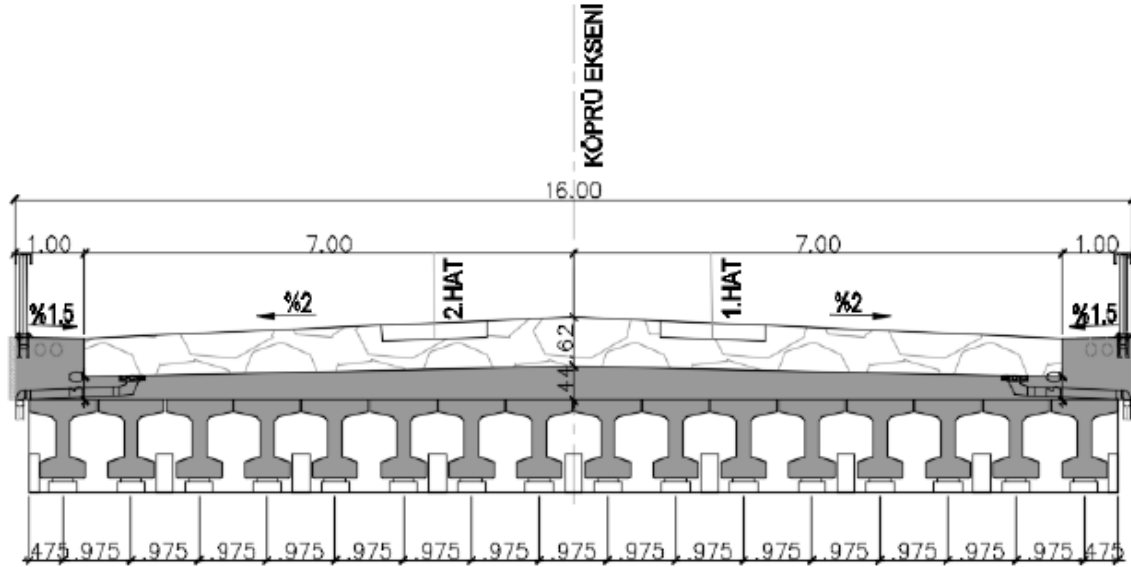
Yükleme durumlarında aşağıdaki yük tipleri göz önüne alınmıştır:

- Zati ve kalıcı yükler
- Hareketli ve düşey yükler
- Rüzgar Kuvvetleri
- Sıcaklık Değişimi ve Rötire Etkisi
- Deprem Kuvvetleri



Çizelge 2.1 Zati ve Kalıcı yük değerleri

Açıklama	Kesit Alanı	Birim Ağırlık	Yaylı Yük, t/m
1) Betonarme Döşeme	$(0.3 \cdot 14 + 0.8 \cdot 2) = 5.8$ m <sup>2</sup>	2.50 t/m <sup>3</sup>	14.50
2) Precast Cephe Panelleri	2 x 0,060 m <sup>2</sup>	2.50 t/m <sup>3</sup>	0.30
3) Korkuluk	2 Adet	0.150 t/m	0.30
4) Balast+ travers	$0.62 \cdot 14 = 8,68$ m <sup>2</sup>	2.00 t/m <sup>3</sup>	17.36
5) Raylar	4 Adet	0.060 t/m	0.24
6) Precast Kiriş	16x 0.4241	2.50 t/m <sup>3</sup>	16.964
7) Kablo Kanalı Ağırlığı	2 Adet	0.050 t/m	0.10
<b>TOPLAM</b>		49.764 t/m	

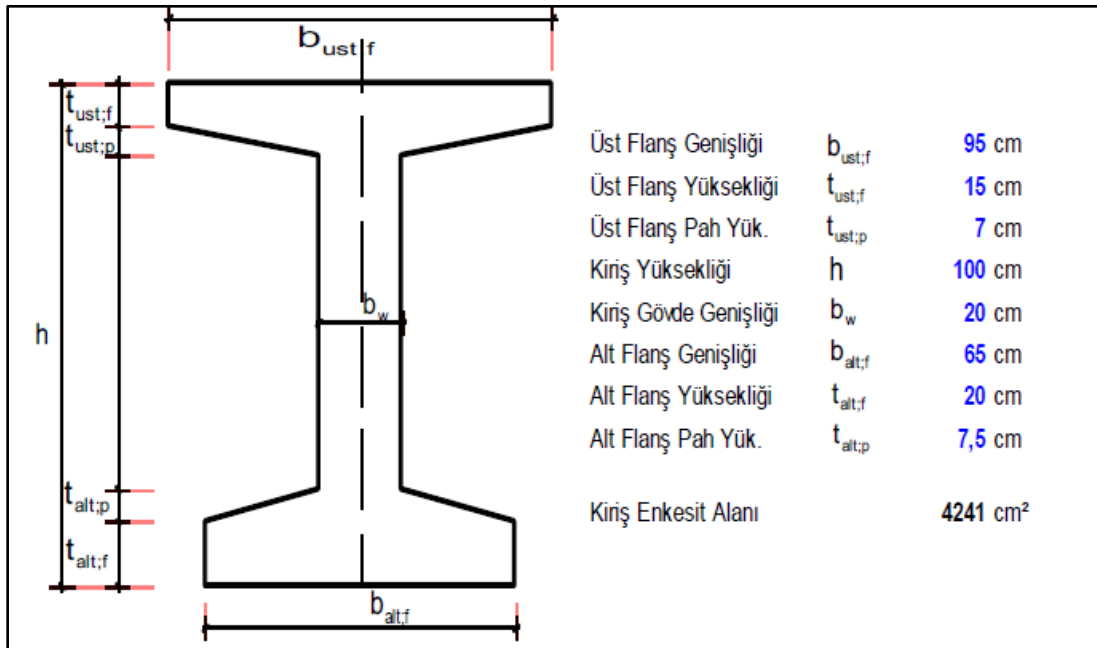


Şekil 2.1 Köprü Boykesiti(m)

Köprünün kiriş uzunluğu 19.70 m, ayak yüksekliği 12.465 m, köprü açıklığı 14 metrelik platform genişliği ve iki adet 1 metrelik kaldırım olmak üzere ise 16.00 m'dir. Köprü tasarımında toplamda 16 adet prekast kiriş kullanılmış, kiriş ebatları ise 80x100 cm olarak alınmıştır. Köprünün iki yanına güvenliği sağlamak amacıyla çelik yaya korkuluk yerleştirilmiştir. Taşıyıcı elamanlara göre farklı beton sınıfları kullanılmıştır. Önçekim öngermeli kirişlerde C50; tabliye betonu, istinat perdesi, köprü ayaklarında C30; köprü temeli, fore kazıkta C30 ve grobetonda C16 betonlar kullanılması uygun görülmüştür. Çelik malzemesinde nervürlü çelik olarak S420a, öngerme çeliği olarak 0.6" 270 K Düşük Gevşemeli çelik tipleri kullanılmıştır. Kirişlerin altına 500x500x130 mm ölçülerinde elastomer

mesnet ve 600x600x150 ölçülerinde mesnet kaidesi yerleştirilmiştir. Elastomer mesnetin kayma modülü 14.3 kg/cm<sup>2</sup> alınmıştır. Kaldırımların altında pvc malzeme tipinde 100 mm çapında garguy yapılar bulunmaktadır. Ayrıca bu kısımda prekast cephe elemanı ve kablo tesisat kanalı da mevcuttur. Tabliye genişliği 3.0 m ve Balast + Travers kalınlığı 0.62 m alınmıştır.

### Çizelge 2.2 Köprü Kirişinin Özellikleri



#### 2.2.1.4 Kirişin Halat Sayıları

	Halat Alt Mesafesi	Kirişin X Mesafesindeki Kesitte Bulunan Halat Sayısı				
		X=L/2 m	X=L/4 m	X=5,1 m	X=1,5 m	X=0 m
3. Sıra Halatlar	0,18	3	3	3	3	3
2. Sıra Halatlar	0,12	9	6	6	6	6
1. Sıra Halatlar	0,06	9	5	5	5	5
Kesitteki Toplam Halat Sayısı		21	14	14	14	14
Halat Ağırlık Merkezi (m)		0,103	0,111	0,111	0,111	0,111
Kesitlerdeki Gerilme Kuvvetleri (kg)		418.663	279.109	279.109	279.109	279.109

Kiriş kesitinin üst, gövde ve alt kısımlarının ölçüleri Çizelge 1.2'de görüleceği üzere gösterilmiştir. Kirişin eş değer ölçülerine uygun yapılan hesaplar sonucunda kirişin enkesit alanı 4241 cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Kiriş kesitinde bulunan halat sayıları, ağırlık merkezi değerleri ve gerilme kuvvetleri gibi bazı özellikleri çizelge 1.2'de gösterilmiştir.

Köprü üzerinde etkiyen ölü yükler içte ve dışta bulunan kirişler için hesaplanarak kiriş analizi yapılmıştır. Hareketli yük hesabında LM71 yüklemesi sehmin maksimum oluşmasına neden olduğu 8. Kirişte sehmin hesabı yapılmıştır. LM71 modeli için maksimum momentin oluştuğu 6 numaralı kiriş kullanılarak gerilme tahkiki yapılmıştır. Düşey yüklerin hesabında kullanılan yük modelleri gerçek değerlerini göstermez. Yük modelleri, dinamik etkiler göz önüne alınarak trafik etkilerini temsil edecek şekilde seçilmiştir. Kullanılan yük modelleri aşağıdaki maddelerde verilmiştir:

- Ana hat demiryollarındaki normal demiryolu trafiği için yük modeli LM71, S1950, SW/0
- Ana hat demiryollarındaki ağır yük trafiği için yük modeli SW/2
- Yüksüz trenlerin etkisi için yük modeli "boş tren"
- Hızı 200 km/saat'i aşan yolcu trenleri için ayrıca 2.2.1 Dinamik Etkiler bölümünde yük modeli HSLM değerlendirilecektir.
- Toprak basıncının etkisi ve toprak yükleri için eşdeğer düşey yükler,
- Burun kuvveti ( $\alpha < 1$  için  $\alpha = 1$  alınacaktır),
- Fren ve demeraj kuvvetleri,
- Sürekli köprüler için yük modeli SW/0,

## 2. 1. Toprak Kuvvetleri

Köprü Ayaklarını etkileyen Toprak basınçları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) Bölüm 16.12 "Deprem Etkisi Altında Dayanma Yapılarının Tasarımı İçin Kurallar" bölümünde yer alan 16.12.2.1 "Toprak Basınçları" bölümüne göre yapılacaktır.

- Zemin yoğunluğu :  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- İçsel sürtünme açısı :  $\phi_d = 34^\circ$
- Zemin duvar arası sürtünme açısı :  $\delta_d = 0^\circ$
- Duvar Arka yüzünün yatay ile yaptığı açısı :  $\alpha = 0^\circ$
- Duvar Arkası zemin yüzeyinin eğimi :  $\beta = 0^\circ$
- Duvar Yataya Göre Ölçülen açısı :  $\phi = 90^\circ$
- Statik eşdeğer deprem katsayısına bağlı açısı :  $\theta_s = 0^\circ$  (statik durum)
- Kısa periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı:  $S_{DS} = 1.3992$
- En fazla 80 SDS (mm) yer değiştirilmeye izin verilen ağırlık tipi duvarlar r katsayısı : 1.5
- Yatay Statik Eğdeper Deprem Katsayısı :  $k_h = 0.4 * SDS / r = 0.37312$
- Düşey Statik Eğdeper Deprem Katsayısı :  $k_v = 0.5 * k_h = 0.18656$
- Sürsarj Yükü : :  $q_s = 1.7 * 18 = 30.6 \text{ kN/m}^2$

a)Toplam Aktif Basınç katsayısı aşağıda tanımlanmıştır;

-Toplam Aktif Basınç Katsayısı ( $\theta_{d1}=24.64$ ) :  $K_{a1}= 1.19$

-Toplam Aktif Basınç Katsayısı ( $\theta_{d2}=17.46$ ) :  $K_{a2}= 0.78$

-Toplam Aktif Toprak Basınç Katsayısı;  $K_{ae}= K_{a1}*(1+ k_v)=1.41$

b)Statik Aktif Basınç katsayısı aşağıda tanımlanmıştır;

-Statik Aktif Basınç Katsayısı :  $K_a= 0.28$

-Statik Aktif Toprak Basınç Katsayısı;  $K_{as}= K_a*(1+ k_v)=0.33$

c)Dinamik Aktif Toprak Basınç katsayısı aşağıda tanımlanmıştır;

$K_{ad}= K_{ae} - K_{as}=1.41-0.33=1.08$

## 2.2 Toprak Düşey Dolgu Yükleri

-Köprü Kenar Ayak Dış Taraf Temeli Üzerindeki Toprak Yükü;

Dolgu yükü=  $H* \gamma= 12.465 \text{ m} * 18 \text{ kN/m}^3 = 224.37 \text{ kN/m}^2$

-Köprü Kenar Ayak İç Taraf Temeli Üzerindeki Toprak Yükü;

Dolgu yükü=  $H_{ort} * \gamma= (3+1)/2 \text{ m} * 18 \text{ kN/m}^3 = 36.00 \text{ kN/m}^2$

## 2.3 Toprak Yatay Dolgu Yükleri

Köprü Ayağı Aktif Statik Yatay Toprak Yükü

Dolgu Yüksekliği= 12.465 m

Zemin yoğunluğu=  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

Statik Aktif Toprak Basınç Katsayısı:  $K_{as} = 0.33$

Üst Plak Seviyesinde= 0 kN/m<sup>2</sup>

Alt Plak Seviyesinde=  $12.465 \text{ m} * 18 \text{ kN/m}^3 * 0.33 = 74.04 \text{ kN/m}^2$

Üçgensel yayılı yük olarak köprü ayağına etki etmektedir.

-Köprü Ayağı Dinamik Aktif Yatay Toprak Yükü

Dolgu Yüksekliği= 12.465 m

Zemin yoğunluğu=  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

Dinamik Aktif Toprak Basınç Katsayısı:  $K_{ad} = 1.08$

Köprü Ayağının Ortasını Etkileyen Yatay Kuvvet =  $0.5 * 1.08 * 18 * 12.465^2 = 1510.26 \text{ kN/m}$

Üst Plak Seviyesinde=  $1510.26 / 12.465 = 121.16 \text{ kN/m}^2$

Alt Plak Seviyesinde=  $1510.26 / 12.465 = 121.16 \text{ kN/m}^2$

Columb Teorisindeki Deprem Yayılı Yükü Linearleştirilerek Düzgün yayılı yük olarak köprü ayağına etki etmektedir.

-Köprü Ayağı Statik Sürşarj Yüğü

Sürşarj Yüğü=  $q_s = 30.6 \text{ kN/m}^2$

Statik Aktif Toprak Basınç Katsayısı :  $K_{as} = 0.33$

Üst Plak Seviyesinde=  $30.6 * 0.33 = 10.10 \text{ kN/m}^2$

Alt Plak Seviyesinde=  $30.6 * 0.33 = 10.10 \text{ kN/m}^2$

Düzgün yayılı yük olarak köprü ayağına etki etmektedir.

-Köprü Ayağı Dinamik Aktif Yatay Sürşarj Yüğü

Sürşarj Yüğü=  $q_s = 30.6 \text{ kN/m}^2$

Dinamik Aktif Toprak Basınç Katsayısı:  $K_{ad} = 1.08$

Üst Plak Seviyesinde=  $2 * 30.6 * 1.08 = 66.10 \text{ kN/m}^2$

Alt Plak Seviyesinde=  $0 \text{ kN/m}^2$

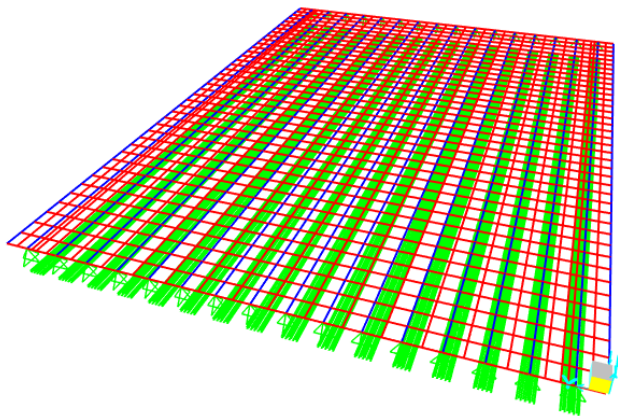
### 3. KÖPRÜ MODELLEMESİ

Projenin üstyapı modeli SAP2000 V22 programında incelenmiştir. Prekast kirişler “frame” eleman, döşeme “shell” eleman ve elastomer mesnetler “pinned” olarak tanımlanmıştır. Döşeme ile kirişler arasındaki bağlantılar rijit elemanlar olarak tanımlanmıştır. Tren yükleri hareketli yükler olarak tanımlanmıştır ve tanımlanan şeritler üzerinden gezdirilmiştir. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de SAP2000 programında kurulan modelin 3 boyutlu görünümü verilmiştir.

$L\Phi = 19.7$  metre için hareketli yük dinamik etki katsayısı  $\Phi$ ,

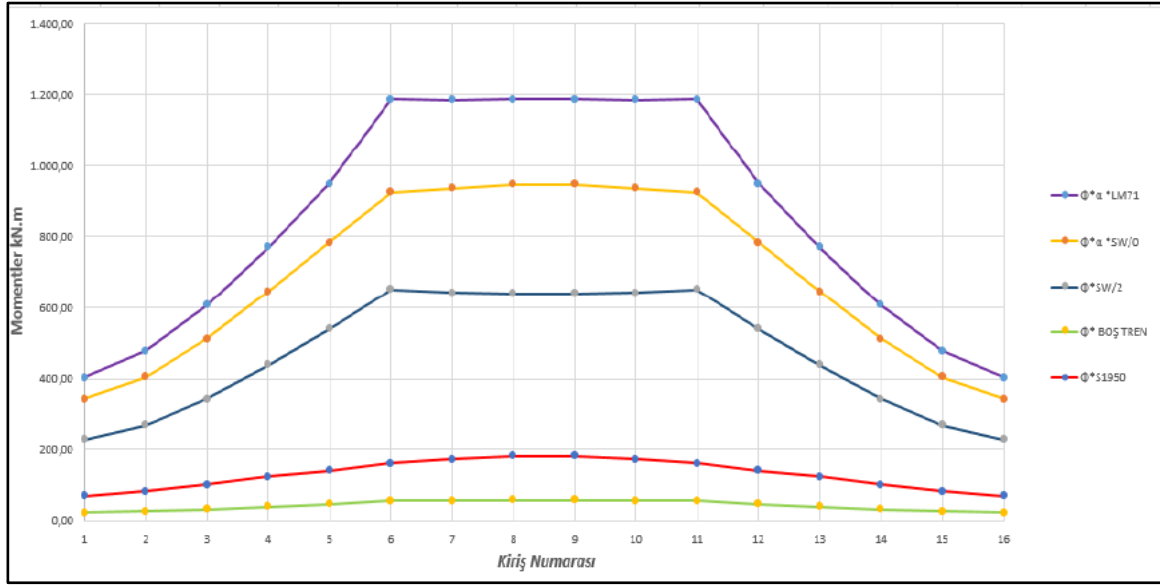
$$\Phi_3 = [2.16 / (-0.2 + \sqrt{L\Phi})] + 0.73 = 1.24$$

LM71 ve SW/0 hareketli yükü için kullanılacak  $\alpha$  katsayısı 1.40 alınacaktır.

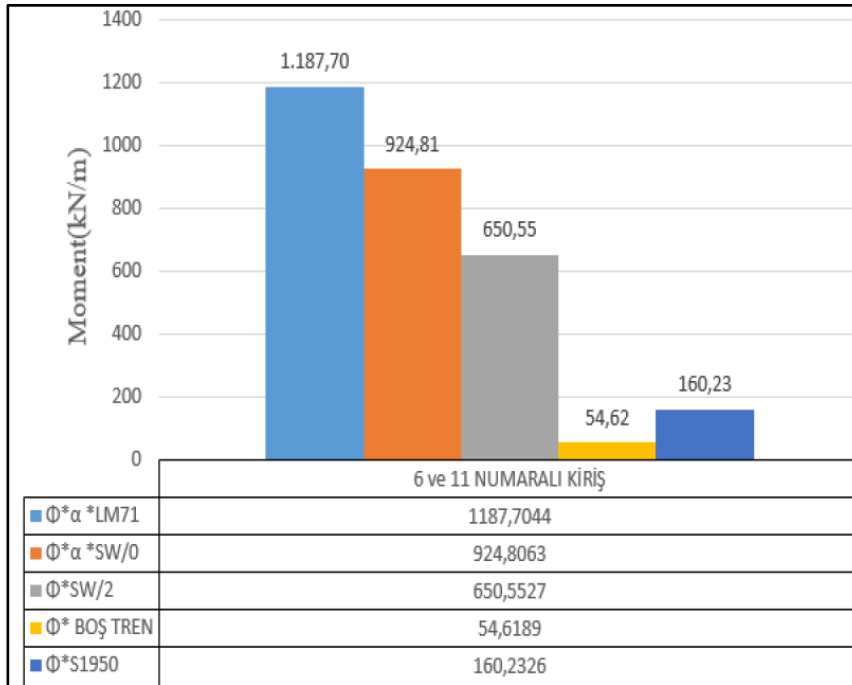


Şekil 3.1 SAP2000’de Kurulan Modelin 3 Boyutlu Görünümü

Sap2000 analiz sonuçlarına göre S1950, LM71, Boş Tren, SW/0 ve SW/2 hareketli tren yükü sınıfı yüklemeleri sonucunda kirişlerde oluşan moment ve kesme kuvveti değerleri, Şekil 2.3 ve 2.4'de gösterilmiştir.

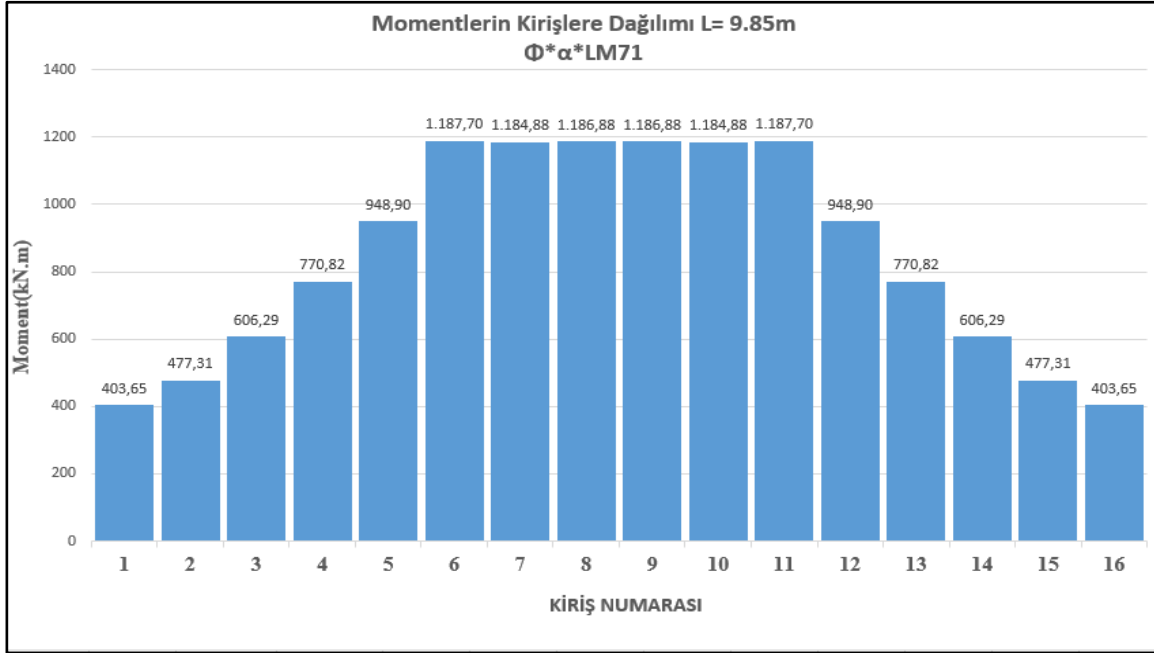


Şekil 3.2 Tren Sınıflarına göre L = 9.85 m açıklık ortasında oluşan moment grafiği

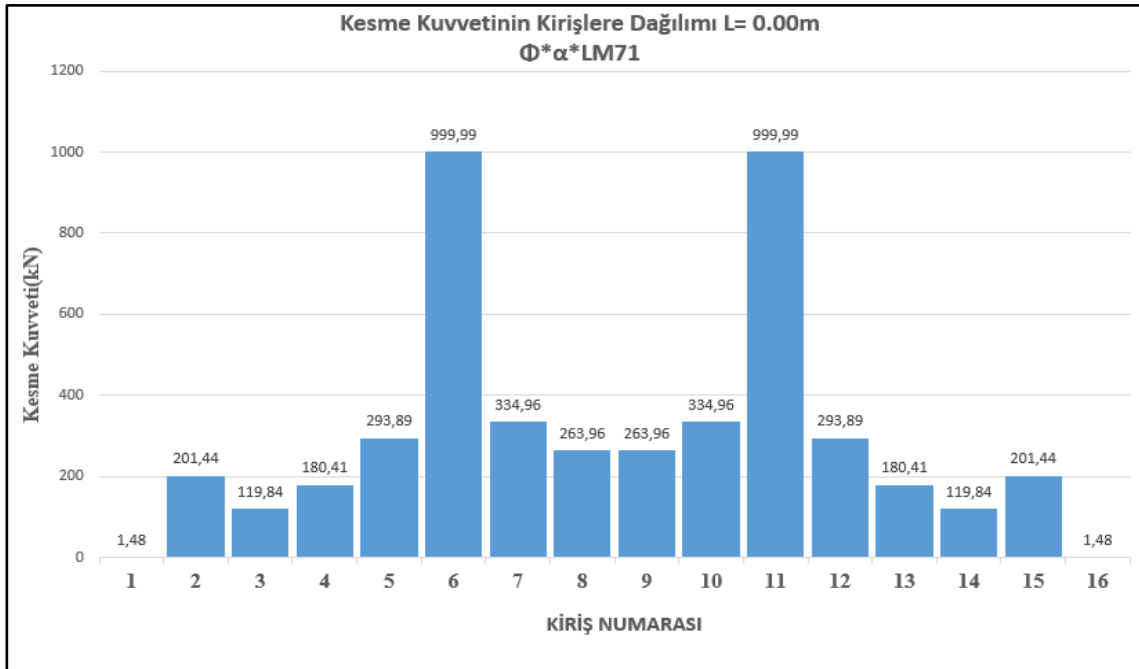


Şekil 3.3 Tren Sınıflarına göre 6 ve 11 numaralı kiriş açıklık ortasında oluşan moment grafiği

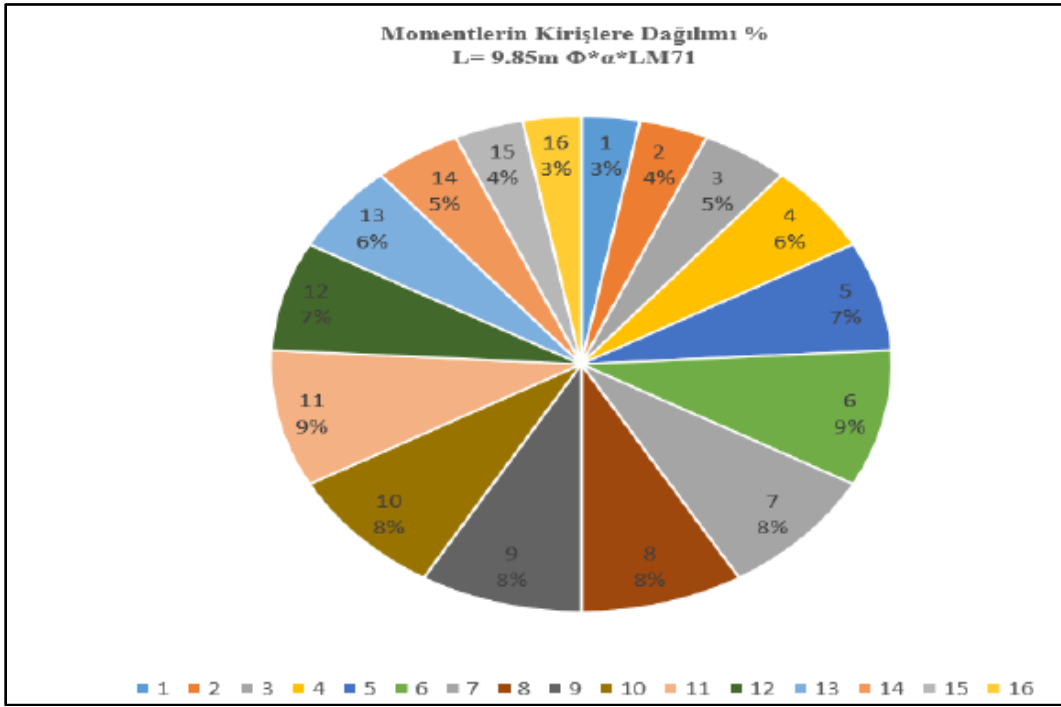
Yapılan analiz sonucunda en olumsuz yükleme LM71 tren yüklemesidir. Bu yükleme göre kirişlerin moment ve kesme kuvveti değerleri Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’de gösterilmiştir. LM71 tren yüklemesine göre kirişlerin moment ve kesme kuvveti yüzde dağılımı değerleri Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



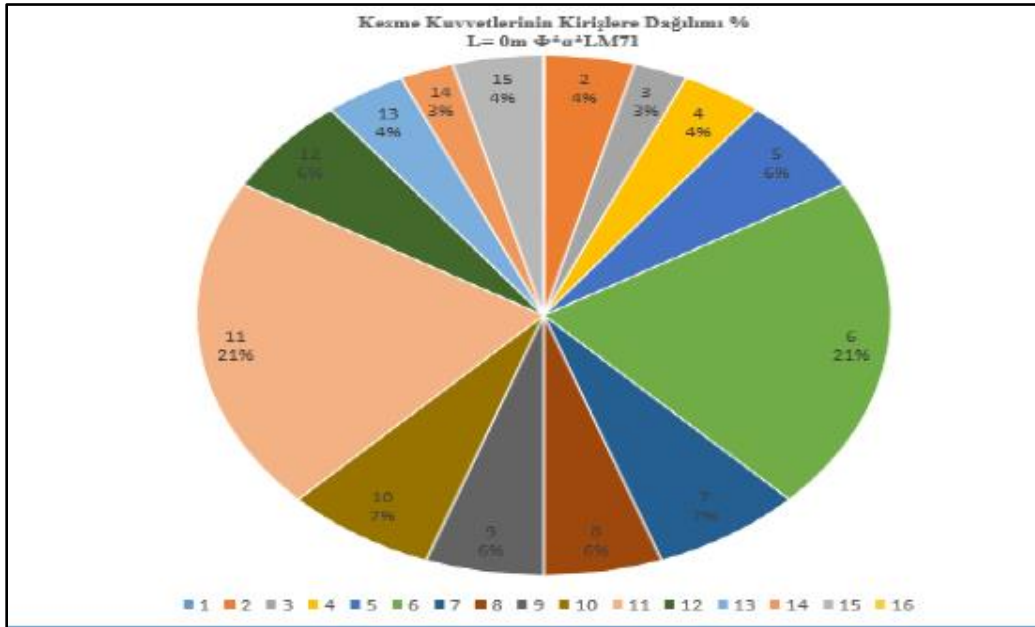
Şekil 3.4  $\Phi^*\alpha$ \*LM71 yüklemesinin maksimum moment değerleri(L=9.85m açıklık ortasında)



Şekil 3.5  $\Phi^*\alpha$ \*LM71 yüklemesinin maksimum kesme kuvveti değerleri (L=0.00 m mesnet bölgesi)



Şekil 3.6  $\Phi^*\alpha^*$ LM71 yüklemesinin maksimum moment değerleri(L=9.85m açıklık ortasında)



Şekil 3.7  $\Phi^*\alpha^*$ LM71 yüklemesinin maksimum moment değerleri(L=9.85m açıklık ortasında)



#### 4. KÖPRÜ PAYANDA BETONERME HESABI

Yük kombinasyonlarına göre köprü payandalarında oluşan maksimum aksenal kuvvet, kesme kuvveti ve moment değerleri çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Sap2000 programında yapılan TS 500-2000(R2018) dizayn sonucuna göre elde edilen moment-aksenal kuvvet etkileşimi gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1 Köprü Payanda Betoneme Bilgileri**

YÜK KOMBİNASYONLARI	P(kN)	V2(kN)	V3(kN)	M2(kN*m)	M3(kN*m)
KOMB1	3500,04	483,46	134,78	604,81	2926,73
KOMB2	1827,78	333,33	116,27	473,75	1181,78
KOMB3	3746,40	518,57	139,85	637,76	2912,05
KOMB4	10498,16	2025,63	989,78	3928,12	11753,73
KOMB5	6965,01	1750,12	896,49	3407,96	8398,32
KOMB6	6176,70	900,10	251,63	1072,55	5261,34
KOMB7	2549,04	595,51	199,71	788,01	1796,13
KOMB8	5042,36	697,20	230,37	1001,22	3945,04
<b>Maksimum Değerler</b>	<b>10498,16</b>	<b>2025,63</b>	<b>989,78</b>	<b>3928,12</b>	<b>11753,73</b>

#### 5 . SONUÇLAR

Raylarda tren yükünün olması durumunda trenden dolayı oluşan fren-ivmelenme ile sıcaklık etkisi ile köprüde oluşan kısıalma ve uzamaların ray üzerindeki etkisi incelenmiştir.

##### 5.1. Fren, ivmelenme ve sıcaklık yükleri etkisindeki durum

Yapılan yüklemeler sonucunda oluşan maksimum çekme gerilmesi,

- 48.20 MPa < 92.00 MPa olduğundan gerilmeler sınır değerleri içinde kalmaktadır.

Yapılan yüklemeler sonucunda oluşan maksimum basınç gerilmesi,

- 48.20 MPa < 72.00 MPa olduğundan gerilmeler sınır değerleri içinde kalmaktadır.

##### 5.2. Deprem Etkisi Yükleri Etkisindeki Durum

Yapılan yüklemeler sonucunda oluşan maksimum çekme gerilmesi,

- 74.75 MPa < 92.00 MPa olduğundan gerilmeler sınır değerleri içinde kalmaktadır.

Yapılan yüklemeler sonucunda oluşan maksimum basınç gerilmesi,

- 66.68 MPa < 72.00 MPa olduğundan gerilmeler sınır değerleri içinde kalmaktadır.

Rayın üzerinde tren olmaması durumunda sıcaklıktan dolayı köprüde meydana gelen kısıalma ve uzamalar ile servis depreminde rayda meydana gelen çekme ve basınç gerilmeleri incelenmiştir.

##### 5.3. Sıcaklık Etkisindeki Durum

Yapılan analiz sonucunda rayın yüklü olmaması durumunda rayda ısıdan dolayı oluşan gerilmeler;

RST(+) için rayda oluşan çekme gerilmesi  $\sigma = 11.32 \text{ MPa} < \sigma_{\text{ray,em}} = 92 \text{ MPa}$  RST(-) için rayda oluşan basınç gerilmesi  $\sigma = 14.83 \text{ MPa} < \sigma_{\text{ray,em}} = 72 \text{ MPa}$  olduğun gerekli koşullar sağlanmaktadır.

#### 5.4. Deprem Yükleri Etkisindeki Durum

Yapılan yüklemeler sonucunda oluşan maksimum çekme gerilmesi,

- $51.59 \text{ MPa} < 92.00 \text{ MPa}$  olduğundan gerilmeler sınır değerleri içinde kalmaktadır.

Yapılan yüklemeler sonucunda oluşan maksimum basınç gerilmesi,

- $48.53 \text{ MPa} < 72.00 \text{ MPa}$  olduğundan gerilmeler sınır değerleri içinde kalmaktadır.

#### KAYNAKÇA

- [1] D. o. Transportation, «[www.dot.state.mn.us](http://www.dot.state.mn.us),» 18 11 2019. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.dot.state.mn.us/historicbridges/prestressed-concrete.html>.
- [2] KGM, «Karayolu Teknik Şartnamesi,» KGM, Ankara, 2013.

## ASPIR, SOYA FASÜLYESİ VE KANOLA BİTKİLERİNİN FİTOREMEDİASYON PERFORMANS FAKTÖRLERİNİN İNCELENMESİ

Tuba Nur KABAKCI

ORCID NO: 0000-0003-1669-8178

Marmara University, Institute of Pure and Applied Sciences, Environmental Science Department  
Goztepe Campus, Kadikoy, Istanbul

Prof. Dr. S. Sinan KESKIN

Marmara University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering,  
Goztepe Campus, Kadikoy, Istanbul

### ABSTRACT

One of the methods aimed to be used for the removal of pollution in contaminated soils is the phytoremediation technique. This method has the potential to realize the rehabilitation of the soil ecologically and economically. Within the scope of this study, a cornfield on the banks of the Ergene River was selected as the study area. In this context, three plant species that are suitable for the regional climate and the soil structure were selected. These are *Carthamus tinctorius* (safflower) from the Asteraceae family, *Glycine max* (soybean) from the Fabaceae family, and *Brassica napus* (canola) from the Brassicaceae family. After the controlled cultivation and harvesting of the plants, 24 elements were measured using the ICP-MS technique. Analysis results were evaluated over three different performance factors which are Translocation Factor (TF), Bioconcentration Factor (BCF), and Enrichment Coefficient ( $EC_f$ ). The obtained results indicated that, Safflower and Soybean plants are both phytoextractors for the elements B, Mo, and Sb while they are both phytostabilizers for the elements Cd, Na, and Si. Results also indicated that Canola plant is a phytoextractor for the elements B, Mo, and Na while it is a phytostabilizer for the elements Cd, Sb, and Si. The examined three plant types have the phytoremediation potential for the elements Cd, Mo, Sb, Si, B, and Na.

416

**Keywords:** Elemental pollutants, Soil pollution, Phytoremediation

### 1. INTRODUCTION

Since the second half of the twentieth century, environmental pollution has reached dangerous levels to threaten the ecological environment due to the factors such as population growth, urbanization, industrialization, energy and fuel production, and unsustainable agricultural activities. Today this pollution environmental pollution has become a serious threat to water, air, and soil compartments of the Earth.

Some elements, especially heavy metals, are considered as hazardous pollutants due to their toxicity and persistent properties within the environment (Carreras et al., 2007; Boamponen, et al., 2010). Therefore, there is a great need for new and different approaches with low cost but a great chance of success for cleaning soils polluted by heavy metals. In this context, phytoremediation approach is the

removal of pollutants from soil by plants. Hyperaccumulators are defined as the plants that are efficient in cleaning polluted soils while they are able to sustain their lifecycles in polluted soils. They can remove harmful substances with their roots and store them in their shoots (aerial parts). The research activities for determining hyperaccumulator plants have increased in recent years. Phytoremediation is an effective, economical, and ecological method that uses plants to stabilize, transform, or remove pollutants from soil or water environment (Gisbert et al., 2003).

The soil pollution problem in Ergene Basin, located in Thrace region of Turkey, has become an issue especially within the last 25 years. Ergene River has been an important water resource for watering agricultural lands in that region for long time. Unfortunately, today Ergene River is extremely polluted by industrial and urban waste water emissions (Kocaman et al., 2011). Use of its water for irrigation, although not allowed by regulations, has become a source of soil pollution. In addition, long time and overuse of mineral fertilizers, insecticides, and herbicides in agricultural fields has also become another source of soil pollution in that region.

Within the scope of this study, a cornfield located in Kırklareli, Turkey was selected as the study area. Surface soil samples were obtained from the field. The cornfield was located next to the Ergene River and river water was used for irrigation from time to time. Selection of plant species which are suitable for the region's climatic and soil conditions and tolerant to high levels of pollutants is needed for phytoremediation purposes. In addition, selected plants should reach maximum biomass per unit area per unit time for efficient pollutant removal. In this context, three plant species that were selected: *Carthamus tinctorius* (safflower) from the Asteraceae family, *Glycine max* (soybean) from the Fabaceae family, and *Brassica napus* (canola) from the Brassicaceae family.

## 2. MATERIALS AND METHODS

The collected surface soil samples from the field were air-dried in our laboratory for two weeks. After that, the large agglomerated soil chunks were crushed and soil samples were mixed thoroughly for the homogeneity. Plant seeds were planted in plastic pots and grown in controlled laboratory conditions. Growth periods were observed regularly and deionized water was used for watering plants during three months cultivation duration. The harvested plants were separated gently into their roots and shoots. The plant samples were washed with deionised water and were dried in a drying oven. After the dry weights of plant biomasses were determined by a microscale, they were grounded in an agate mortar and stored in glass petri dishes until their analyses. Total of 24 elements were measured by ICP-MS technique after the samples were microwave digested. Before the digestion process, 0.5 g plant sample, 9 ml

HNO<sub>3</sub>(65%) and 3 ml HCl (30%) acids, both analytical grade (Suprapur Merck), and 13 ml deionized water were added in each microwave pressure tube.

### 2.1 Translocation Factor (TF), Bioconcentration Factor (BCF), and Enrichment Coefficient (EC<sub>f</sub>)

Measurement results were evaluated over three different performance factors: Translocation Factor (TF), Bioconcentration Factor (BCF) and Enrichment Coefficient (EC<sub>f</sub>) (Madanan et al., 2021).

The translocation factor (TF) for a plant is the ratio of a pollutant concentration in the shoots to that of in the roots. This factor is an indication of the ability of a plant to translocate pollutants from roots to its aerial (above ground) parts. If TF > 1, plant is an accumulator. If TF < 1, plant is an excluder.

$$TF = \frac{\text{(Element Concentration in Plant Tissue Aerial Parts)}}{\text{Element Concentration in Plant Tissue subterranean parts}}$$

The Bioconcentration Factor (BCF) is the ratio of average pollutant concentration in the shoots and roots of a plant to that of in the soil. This factor is an indication of the ability of a plant to accumulate a pollutant from the soil. If BCF >1, plant is suitable for phytoextraction. Plants with BCF > 2 are regarded as high values for plants. The higher the BCF value is, the higher the suitability of the plant for phytoextraction. Plants with both Bioconcentration Factors and Translocation Factors greater than one (TF > 1 and BCF > 1) have the potential to be used in phytoextraction. Plants with BCF > 1 and TF < 1 have the potential to be used in phytostabilization (Madanan et al., 2021).

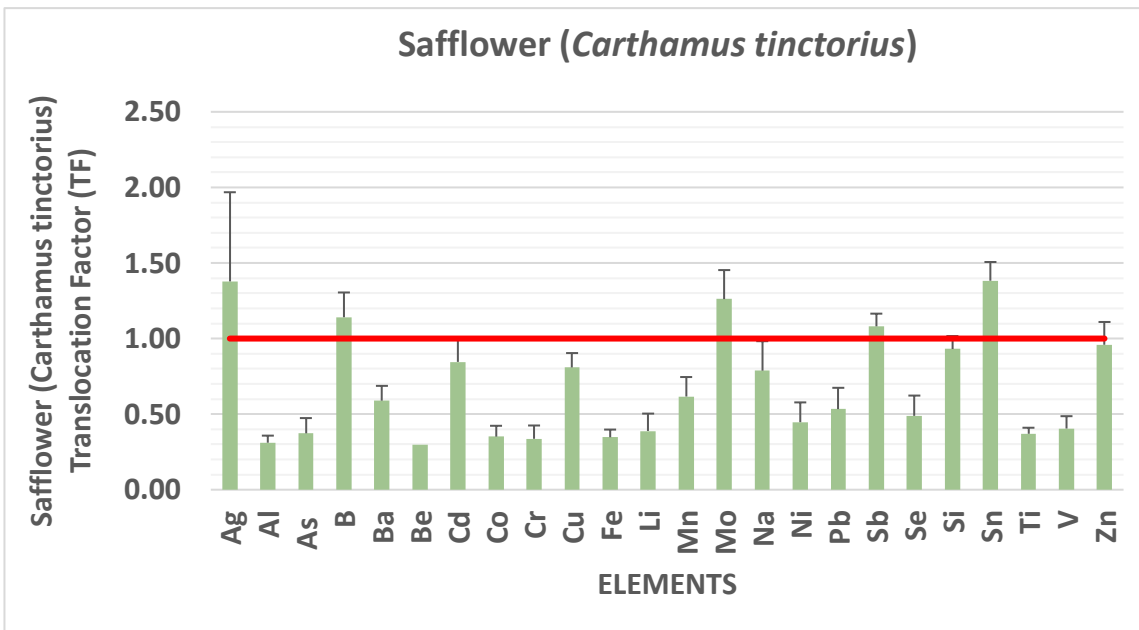
$$BCF = \frac{\text{(Element Concentration in Plant Tissue Aerial + Subterranean)}}{\text{Initial concentration of element in Soil}}$$

The enrichment coefficient (EC<sub>f</sub>) is the ratio of average pollutant concentration in the shoots (aerial parts above ground) to that of in the soil. This factor is an indication of the ability of a plant to remove a pollutant from the soil after harvesting. If EC<sub>f</sub> >1, pollutant availability for phytoextraction is high.

$$EC_f = \frac{\text{Element Concentration in Plant Tissue Aerial}}{\text{Concentration of metal in Soil}}$$

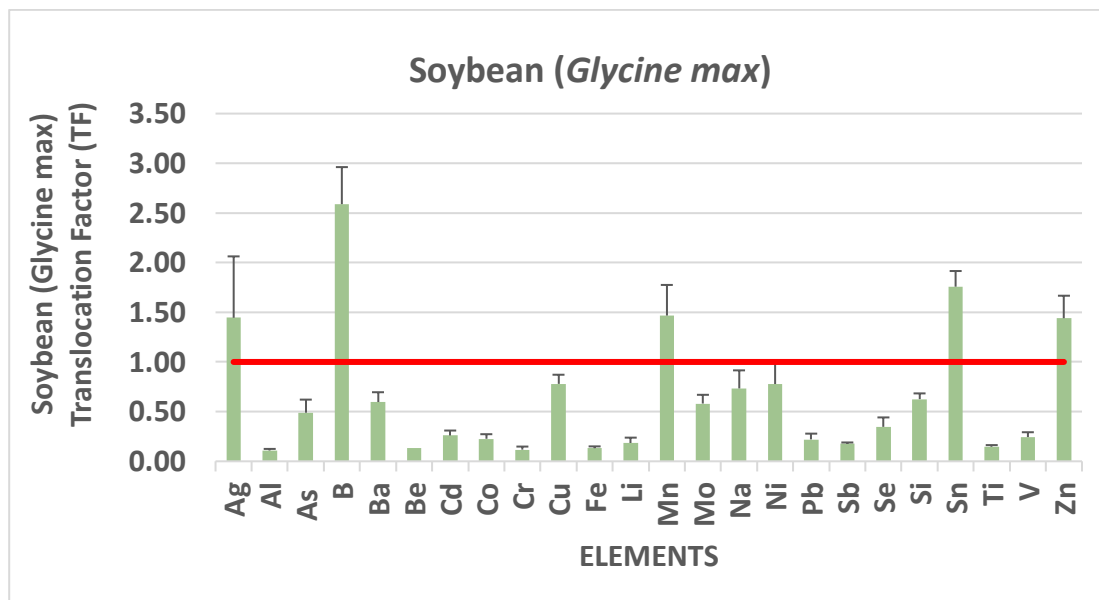
### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Safflower plant is an accumulator (TF>1) for the elements Ag, B, Mo, Sb, and Sn (Fig. 3.1).



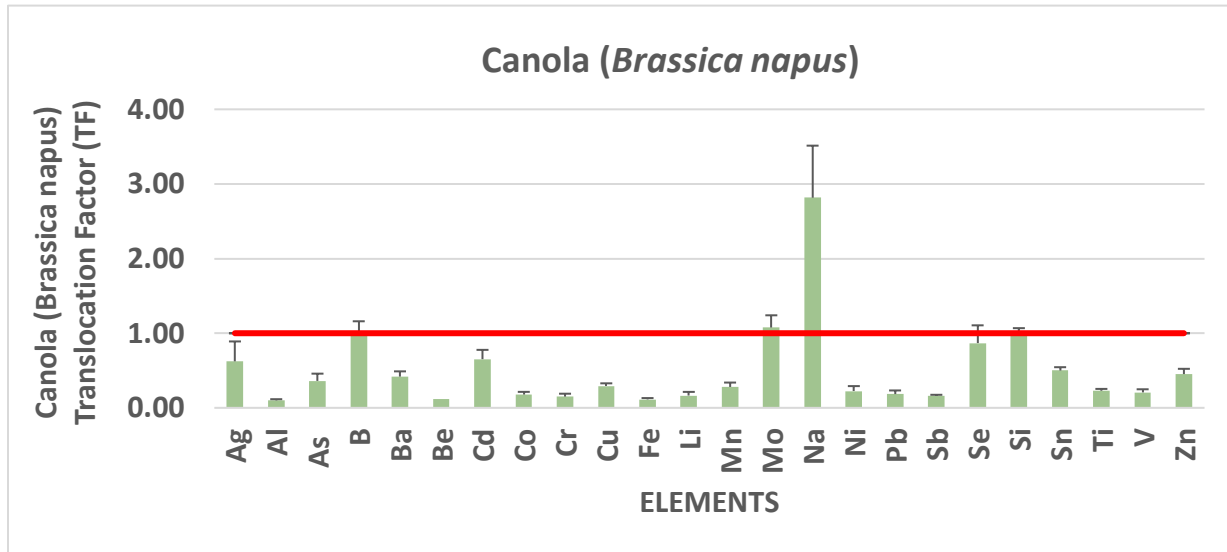
**Fig. 3.1.** Safflower (*Carthamus tinctorius*) Translocation Factor (TF)

Soybean plant is an accumulator (TF>1) for the elements Ag, B, Mn, Sn, and Zn (Fig. 3.2).



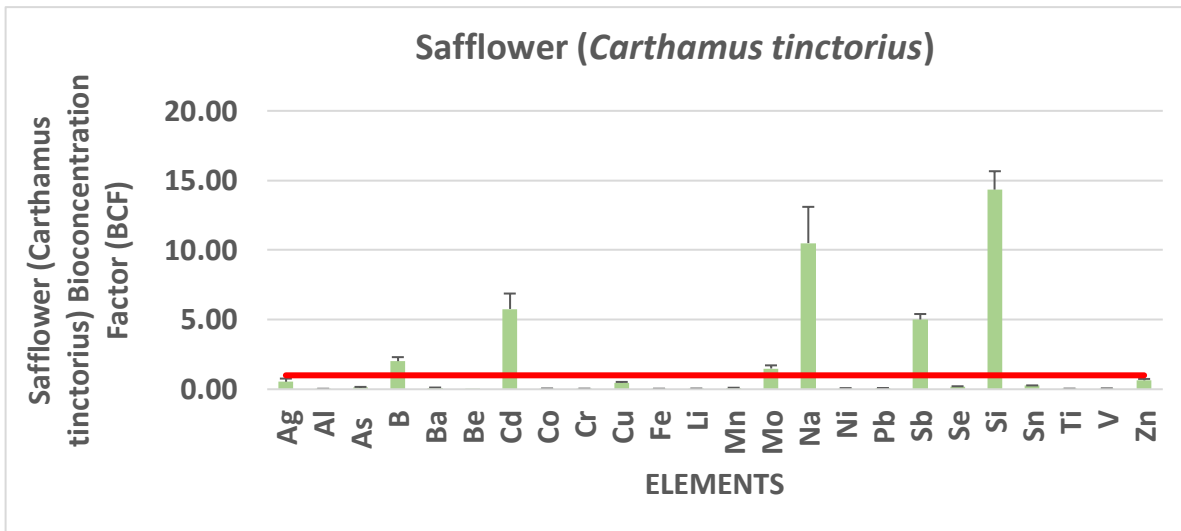
**Fig. 3.2.** Soybean (*Glycine max*) Translocation Factor (TF)

Canola plant is an accumulator (TF>1) for elements B, Mo, and Na (Fig. 3.3).



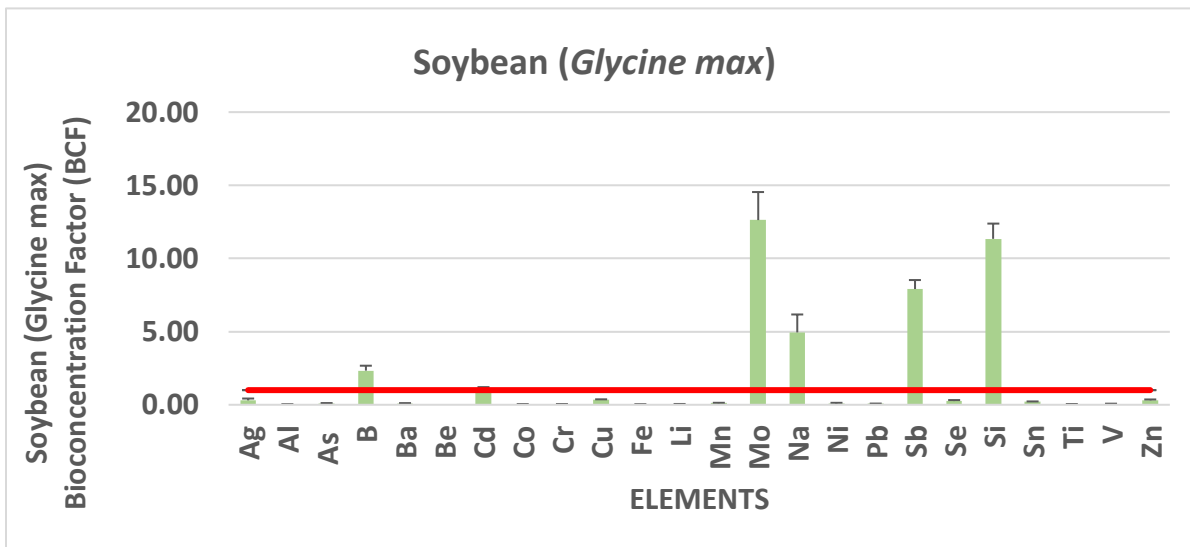
**Fig. 3.3.** Canola (*Brassica napus*) Translocation Factor (TF)

Safflower plant has BCF>1 for elements B, Cd, Mo, Na, Sb, and Si. (Fig.3.4)



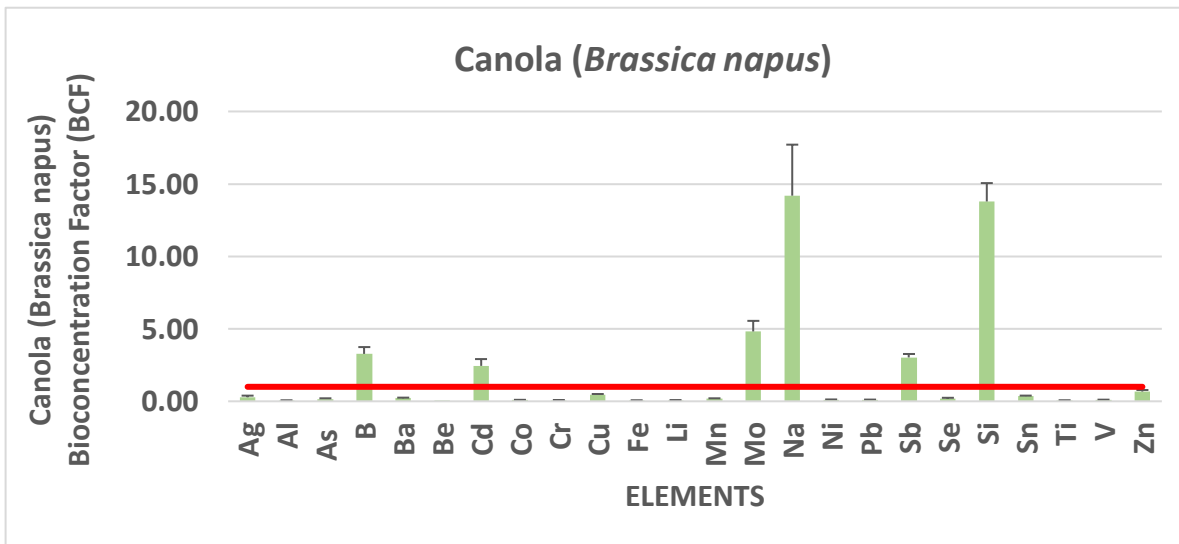
**Fig. 3.4.** Safflower (*Carthamus tinctorius*) Bioconcentration Factor (BCF)

Soybean plant has  $BCF > 1$  for elements B, Cd, Mo, Na, Sb, and Si (Fig.3.5)



**Fig. 3.5.** Soybean (*Glycine max*) Bioconcentration Factor (BCF)

Canola plant has  $BCF > 1$  for elements B, Cd, Mo, Na, Sb, and Si (Fig.3.6).



**Fig. 3.6.** Graph of canola (*Brassica napus*) bioconcentration factor (BCF)



Safflower plant has  $EC_f > 1$  for elements B, Cd, Mo, Na, Sb, and Si (Fig.3.7).

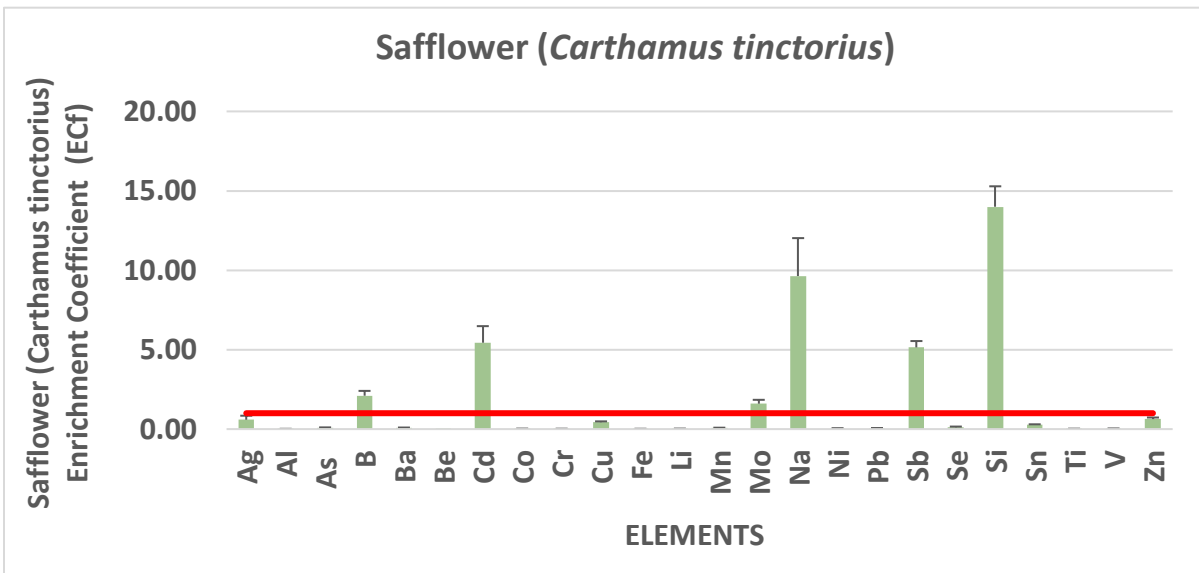


Fig. 3.7. Safflower (*Carthamus tinctorius*) Enrichment Coefficient (EC<sub>f</sub>)

Soybean plant has  $EC_f > 1$  for elements B, Mo, Na, Sb, and Si. (Fig.3.8)

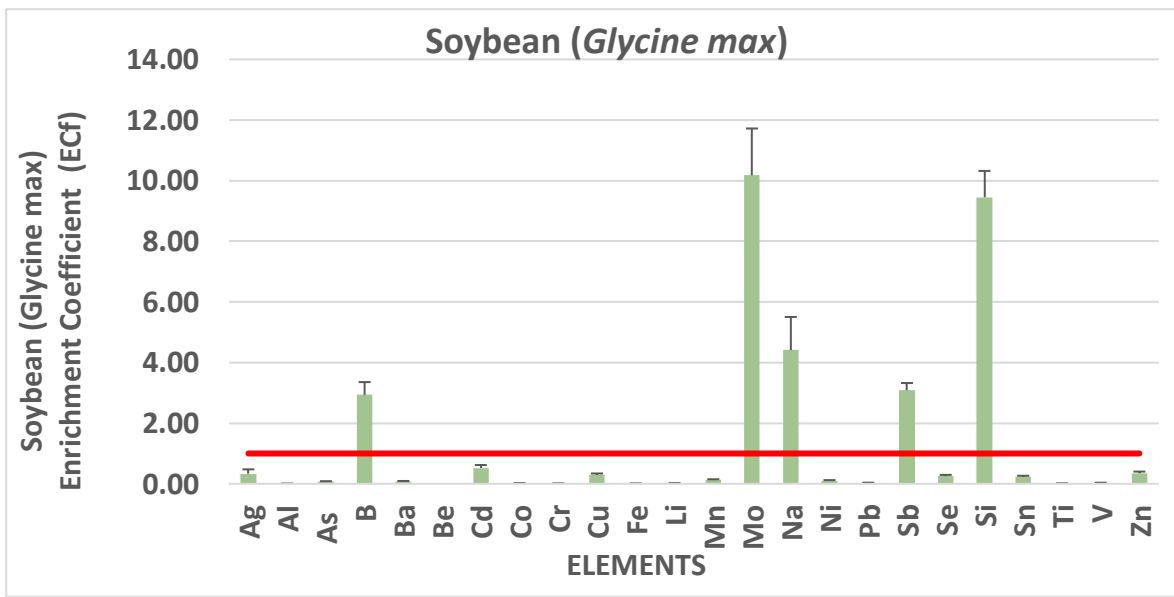
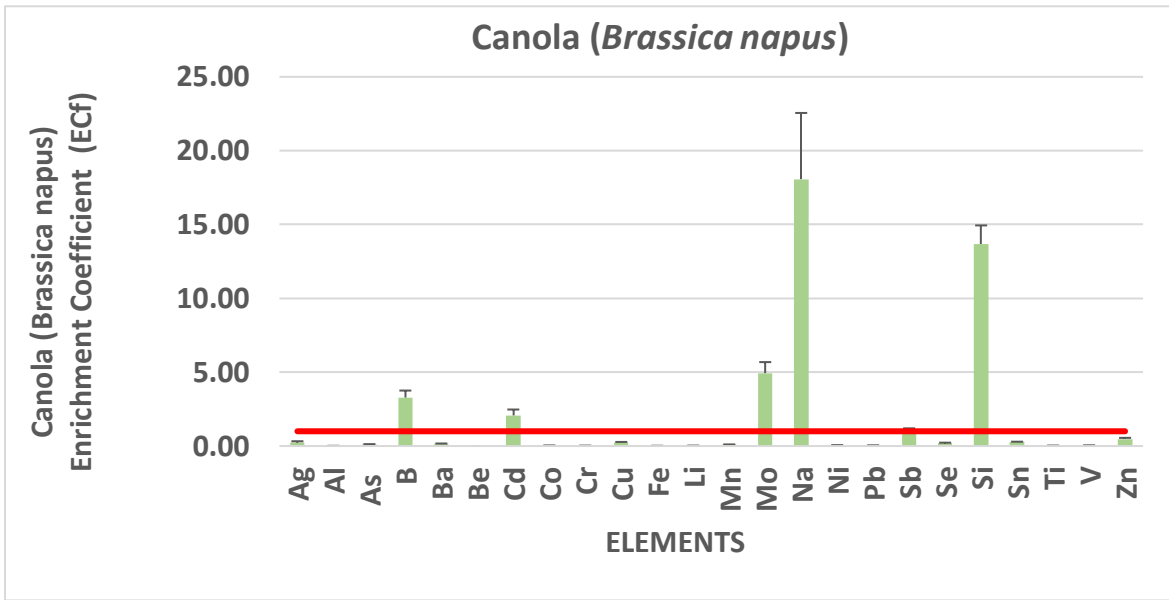


Fig. 3.8. Soybean (*Glycine max*) Enrichment Coefficient (EC<sub>f</sub>)

Canola plant has  $EC_f > 1$  for elements B, Cd, Mo, Na, Sb, and Si (Fig.3.9).



**Fig. 3.9.** Canola (*Brassica napus*) Enrichment Coefficient (EC<sub>f</sub>)

### CONCLUSIONS

Three different plants types, safflower, soybean, and canola, were selected to determine their phytoremediation potentials to clean polluted agricultural soil. Results indicated that, safflower and Soybean plants are both phytoextractors for the elements B, Mo, and Sb. They are both phytostabilizers for the elements Cd, Na, and Si. Canola is a phytoextractor for the elements B, Mo, and Na while it is a phytostabilizer for the elements Cd, Sb, and Si. Considering that the selected plants were planted on original agricultural soil without any addition of high concentrations of soluble test chemicals, the examined plants showed the phytoremediation potential at least for the elements Cd, Mo, Sb, Si, B, and Na.

**REFERENCES**

- 1- Boamponsem LK., Adam JI., Dampare SB., Nyarko BJB., Essumang DK. (2010) Assessment of atmospheric heavy metal deposition in the Tarkwa gold mining area of Ghana using epiphytic lichens. *NuclInstrum Meth B*. 268, 1492–1501.
- 2- Carreras, HA., Pignata, ML. ( 2007) Effects of the heavy metals Cu<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, and Zn<sup>2+</sup> on some physiological parameters of the lichen *Usneaamblyoclada*. *Ecotox Environ Safe*, 67, 59- 66.
- 3- Gisbert, CR, Ros A, De Haro DJ, Walker, M, Pilar- Bernal M, Serrano R and Avino JN (2003) A plant genetically modified that accumulates Pb is especially promising for phytoremediation. *Biochemical and Biophysical Research Communications* (303) 440- 445.
- 4- Karakaş Ö., (2013) Bazı Ağır Metaller (Pb, Cd, Co) İle Kirilenmiş Toprakların Kanola (*Brassica napus* L.) Bitkisi Kullanılarak Bitkisel Arıtım (fitoremediasyon) Tekniği İle Islahı, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye
- 5- Kocaman, H., Koldere Y., Oğuzhan A., (2011) Trakya'da Ergene Nehri kirliliğinin tarım üretimine olan etkisi: Edirne örneği, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Sciences*, 2 (5), 89-104.
- 6- Madanan M.T., Shah I.K., Varghese G.K., Kaushal R.K., (2021) Application of Aztec Marigold (*Tagetes erecta* L.) for phytoremediation of heavy metal polluted lateritic soil, *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 17–22.

## AŞINDIRICILI SU JETİ (ASJ) İLE KESİMDE BASINÇ DEĞİŞİMİNİN KARBON FİBER TAKVİYELİ POLİMER MALZEMELERDE DELAMİNASYON OLUŞUMUNUN ARAŞTIRILMASI

Tamer SARAÇYAKUPOĞLU  
ORCID NO:0000-0001-5338-726X

Istanbul Gelisim University, Faculty of Architecture and Engineering, Department of Aeronautical Engineering, Avcılar

### ÖZET

Aşındırıcı Su Jeti (ASJ) ile kesim başta havacılık olmak üzere teknolojinin birçok alanında oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Söz konusu kesim yöntemi, basınçlandırılmış su jeti hüzmelerinin içerisinde yer alan aşındırıcı 100-200  $\mu$  büyüklüğündeki taneciklerin malzeme üzerine yüksek hızla püskürtülmesi sayesinde gerçekleştirilmektedir. ASJ ile kesimde malzeme türü, basınç, ilerleme hızı ve su jeti çapı kesim sonrası yüzey kalitesi açısından oldukça önemlidir. Kesim esnasında, termal ve mekanik yüklerin az olması önemli bir avantajdır. Isı Tesisi Altında Kalan Bölge (ITAB) oluşmamakta ve malzeme kristal yapısında ısıdan kaynaklanan bozulmalar meydana gelmemektedir. Diğer taraftan kesim işlemi sırasında kullanılan aşındırıcı tanecikler filtre edildikten sonra tekrar kullanılabilir. Taneciklerin tekrar kullanımı, ASJ ile kesim prosesinin işletme maliyetini düşürmektedir. Bu bildiri bahsi geçen, Karbon Fiber Takviyeli Polimer (KFTP, Carbon Fiber Reinforced Polymer-CFRP) malzemeler ise başta havacılık olmak üzere otomotiv, denizcilik gibi endüstriyel alanlarda çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. KFTP malzemeler, çelik ve alüminyum malzemelere göre düşük yoğunluğa sahipken görece mukavim malzemeler olarak kabul edilmektedir. ASJ, KFTP malzemelerin kesimlerinde oldukça yaygın olarak kullanılan bir prosedir. Bu araştırma çalışmasında test numuneleri önce UD ve Twill olarak iki farklı grupta, Peel-Ply adı verilen soyma kumaşı ile beraber otoklavda kürlenmiştir. Ardından, ASJ ile KFTP malzemelerin kesimleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra kesilen test kuponları Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM, Scanning Electron Microscope-SEM) altında incelenmiştir. Çalışma sonunda, basınç değişiminin, KFTP malzemelerinin delaminasyon üzerinde etkili olduğu elektron mikroskobu sonuçları ile ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Aşındırıcı Su Jeti (ASJ), Delaminasyon, Karbon Fiber Takviyeli Polimer, Taramalı Elektron Mikroskobu

**Yazar Notu:** Yazarın "Aşındırıcı Su Jeti ile Kesimde Malzeme, Basınç, İlerleme Hızı ve Su Jeti Çapının Yüzey Kalitesine Etkisinin Analizi" başlıklı doktora tezi ile ilgilidir.

## THE RESEARCH OF THE DELAMINATION FORMATION REGARDING PRESSURE CHANGE IN CUTTING WITH ABRASIVE WATER JET (AWJ) FOR CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP) MATERIALS

### ABSTRACT

The Abrasive Water Jet (AWJ) cutting has a wide range of usage in many areas of technology, especially in the aviation industry. The mentioned process is realized by spraying the 100-200  $\mu$  size abrasive particles on the material at high speed within the pressurized water jet beams. When cutting with ASJ, material, pressure, cutting velocity, and water jet diameter are very important in terms of surface quality after cutting. It is an important advantage that thermal and mechanical loads are low during cutting. During the cutting process, Heat Affected Zone (HAZ) and hence deterioration in the crystal structure of the material due to HAZ do not occur. On the other hand, abrasive particles used during the cutting process can be reused after filtering. The reuse of abrasive particles reduces the operating cost of the AWJ cutting process. Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) materials mentioned in this paper are widely used in the industries such as aviation, automotive, and marine. While CFRP materials have low density compared to steel and aluminum materials, they are considered to be relatively strong materials. In general, AWJ is a process widely used for cutting CFRP materials. In this research study, the test samples were cured in two different groups as UD and Twill with a peeling fabric called Peel-Ply using an autoclave. Subsequently, cutting of KFTP materials was carried out using the AWJ process. Then the cut test coupons were examined under Scanning Electron Microscope (SEM). At the end of the study, it was revealed by the electron microscope results that the pressure change affects the delamination of CFRP materials.

**Keywords:** Abrasive Water Jet (AWJ), Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP), Delamination, Scanning Electron Microscope (SEM)

*Author's Note: It is related author's doctoral dissertation titled " Analysis of Material, Pressure, Cutting Velocity and Water Jet Diameter's Effect on the Surface Quality for the Water Jet Cutting"*

### 1. INTRODUCTION

The airplanes operate in extraordinary and challenging environments. During a cruise flight outside temperature is about  $-55/-60$   $^{\circ}\text{C}$  and the atmospheric pressure is almost one-fourth of the Mean Sea Level (MSL). In other words, during a cruise flight at the regular altitude which is generally 33.000 feet, the aircraft floats through a vacuumed environment approximately three times colder than a deep freezer. Obviously, these unusual operating conditions, need more accurate technologies based on precise manufacturing applications. It is noteworthy that, the aviation industry has been recognized for

its ability to design and produce structural elements made of advanced materials, and it has risen to the top of this field in comparison to other industries (Garcia, Ares, Martinez and Gómez, 2019).

The weight is an important input that affects the characterization of flight. It is out of the question that a lighter aircraft will have tighter maneuver characteristics than a heavier one. Maneuverability is important in military aviation since they operate in more risky conditions than commercial passenger aircraft (Purton and Kourousis, 2014). On the other hand, weight has a direct impact on the Direct Operational Cost (DOC) due to fuel consumption. In a regular flight of an airliner, the percentage of fuel consumption has the highest bid with 33,4% while the Aircraft Ownership is 10,6% and Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) is 9,4% (Saracyakupoglu, 2019). In this manner, when the aviation industry is investigated it will be observed that the airplanes' structures were changed from wood to steel, from steel to aluminum, and lastly from aluminum to composites such as Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP). The weight and DOC constraints forced the aeronautical engineering teams to make studies for exploring the novel materials such as Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP). The densities of the steel, aluminum, and composites are 7,8 gr/cm<sup>3</sup>, 2,7 gr/cm<sup>3</sup>, and 1,6 gr/cm<sup>3</sup> respectively. When CFRP is compared to aluminum it can be said that the aluminum is heavier, corrodes easily, is ductile, conducts well, and bends easily. CFRP has outstanding physical and mechanical properties, including a high strength-to-weight ratio, high harm tolerance, and high fatigue and corrosion resistance. Carbon fiber is lightweight and does not bend, but it can shatter. As two of the most well-known commercial passenger aircraft types, Boeing 787 Dreamliner and Airbus A350 XWB have %50 (Aly, 2017) and %53 (Bachmann, Hidalgo, Bricout, 2017) composite materials respectively. In the open literature, there are many studies on CFRP usage in the aviation industry. The drilling operations with legacy methods of the CFRP parts were inspected. In this research, it was found that the thrust force and torque produced in drilling CFRP composite material are heavily influenced by the machining conditions. It was also claimed that lowering the drill machine's feed-rate reduced the delamination while drilling CFRP (Nagaraj, Uysal and Jawahir, 2020). In another study, it was investigated to drill a hole using an Abrasive Water Jet (AWJ) The researchers manufactured CFRP coupons and drilled them using AWJ to inspect the delamination. Conclusionally they found the best delamination control technique might be a backup plate followed by a pre-drilled hole (Phapale, Singh, Patil, Singh, 2016). The kerf surface quality was also inspected by the researchers in terms of delamination. The authors focused on the AWJ machining of multidirectional CFRP in terms of lamination. They made cutting using a Flow 3-Axis CNC AWJ machine. For two different configurations with different lay-ups they found that high operating pressure, low feed rate might

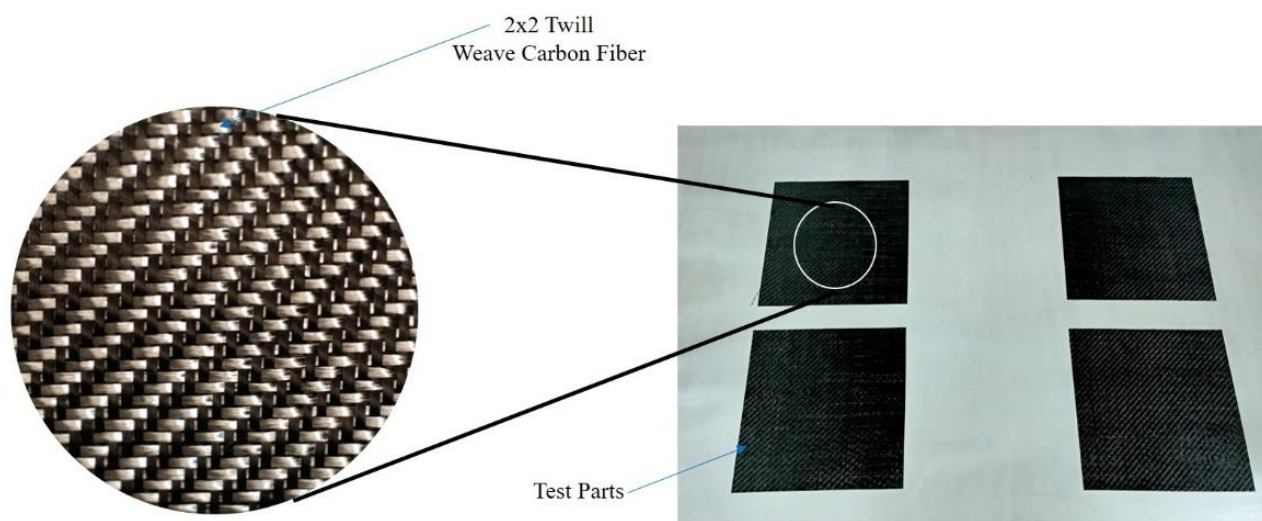
increase the kerf's surface quality (El-Hofy, Helmy, Escobar-Palafox, Kerrigan, Scaife, El-Hofy, 2018). In terms of the low feed rate, the result of the mentioned study is consistent with the author's doctorate thesis (Saraçyakupoğlu, 2012). Up to a certain level, decreasing the feed rate might be helpful for increased surface quality.

In this proceeding, the results of the delamination inspection for peel-plyed and non-peel-plyed CFRP coupons will be presented.

## 2. RESEARCH AND FINDINGS

### 2.1. Experimental Work and Methods

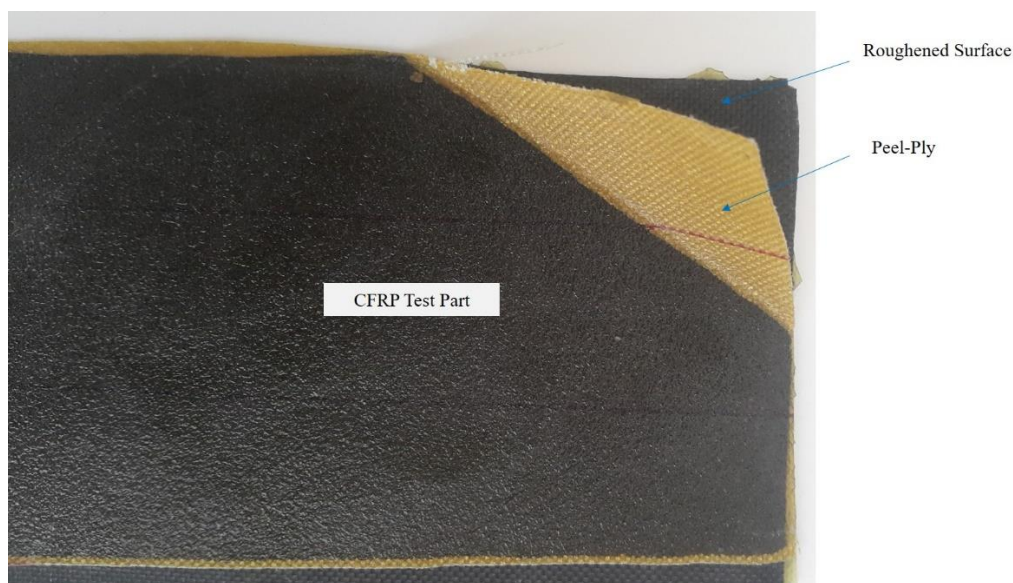
The fiber fabric, enforced by the matrix resin, contributes tensile strength to a CFRP component, improving performance properties such as strength and stiffness while reducing weight. In this research study, for manufacturing the test coupons, the 2x2 Twill Weave Carbon Fiber which is shown in Figure 1 was used as reinforcement material and regular resin was used as matrix material.



**Figure 1.** Twill Weave Carbon Fiber Fabric Under Preparation Stage

During CFRP coupon manufacturing, the parameters were set as 4 lay-ups  $[90^{\circ}/0^{\circ}/90^{\circ}/0^{\circ}]$ . After the resin was poured, the parts were covered with ply-peel and then vacuumed with the value of 600 mm/hg. As a next step, the parts were cured approximately 8 hours in the autoclave that was set to 120 °C degree of temperature and 6,9 Bar of pressure.

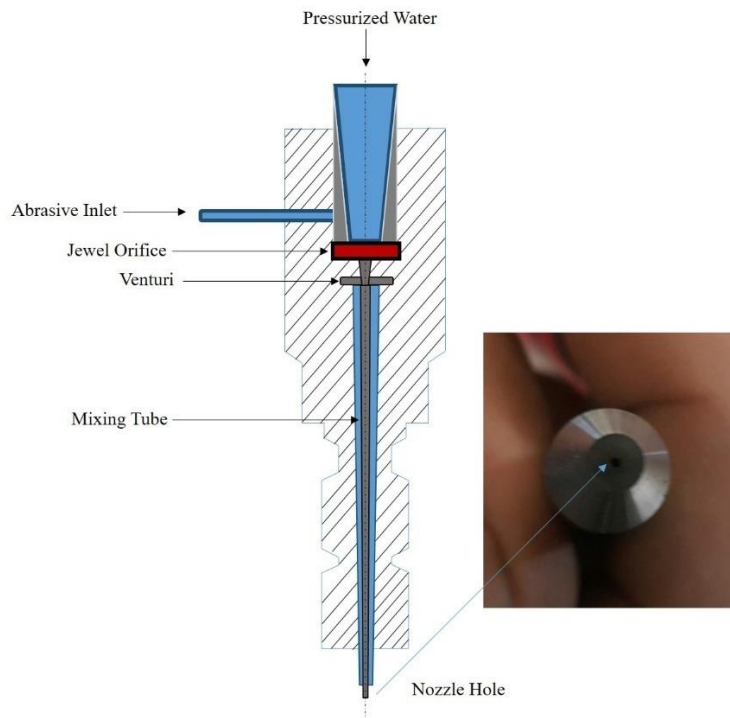
The peel ply is an additional layer of fabric material applied to the composite's outer surface during production. In general, this layer will be peeled off before bonding at some point in the future. A woven fabric, glass, nylon, or other synthetic material is used for the peel ply. The peel ply fabric absorbs some of the matrix resin during the cure cycle of the composite fabrication process and becomes an integral part of the laminate. The peel ply is stripped before bonding, fracturing the resin between it and the first layer of reinforcement. After removing the peel-ply, a roughened matrix resin surface to which the adhesive can be applied is left as shown in Figure 2.



**Figure 2.** The Peel-Ply and Roughened Surface of the CFRP Test Part

As it was mentioned before, the AWJ cutting requires a high-pressure water jet with an abrasive powder suspended in it. The jet is applied at the workpiece and hence cutting the part in the desired form. In Figure 3, a generic illustration of an AWJ machine is shown in Figure 3 (Hashhish, 1991) with a photograph of the nozzle taken in the shop.





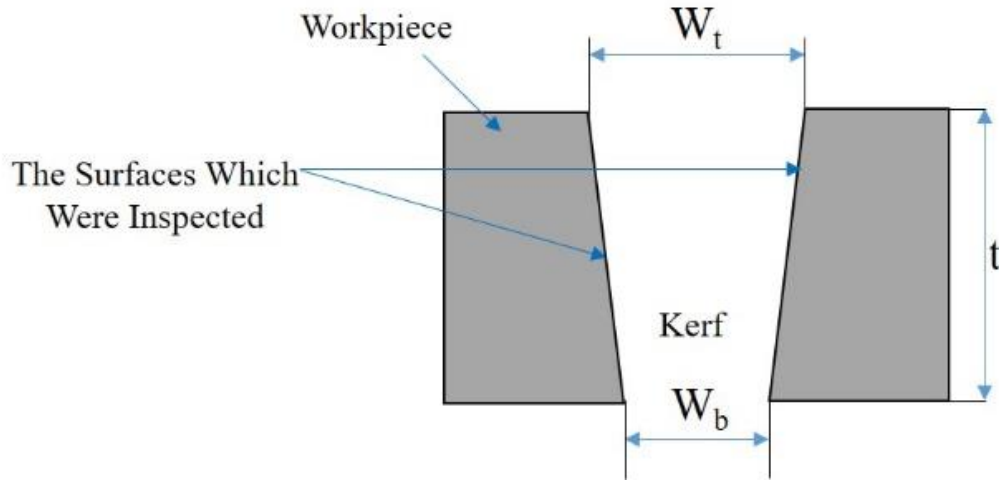
**Figure 3.** The Illustration of AWJ Machine and Nozzle Hole

During cutting operations, the nozzle diameter is 0,76 mm, the feed rate is 1000 mm/min, the pressure was set to 2000 bar and 4000 bar respectively. As it is presented in Figure 4 (a), the sample parts were firstly cut with peel-ply and as shown in Figure 4 (b) cut after peel-ply had been removed.



**Figure 4.** The CFRP Sample Part with Peel-Ply, (b).The CFRP Sample Part without Peel-Ply

The kerf geometry which is made by the cutting waterjet and the surfaces that were subjected to inspection is given in Figure 5.

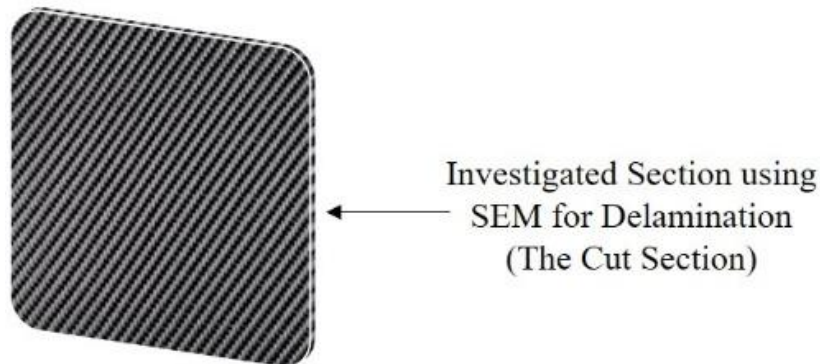


**Figure 5.** The Kerf Geometry and the Surfaces Subjected to Inspection (El-Hofy, Helmy, Escobar-Palafox, Kerrigan, Scaife, El-Hofy, 2018)

It is noteworthy that the kerf taper can be calculated from the equation given in Formula (1).

$$\text{Kerf taper} = \frac{W_t - W_b}{2t} \tag{1}$$

After CFRP sample parts that had been cut using AWJ were sent to the laboratory for microscopic inspection under Scanning Electron Microscope (SEM). As shown in Figure 6, the cut sections were inspected in terms of understanding the delamination behavior depending on being cut with or without peel-ply.



**Figure 6.** The Cut Section Investigated Using SEM

## 2.2. Experimental Results and Discussion

In this research, an experimental study is made in terms of understanding the behavior of AWJ application over CFRP samples with or without peel-ply. Basically, the steps are considered in 3 phases as the manufacturing, AWJ cutting, and SEM inspections. For each phase the results are given uniquely as follows;

### 2.2.1. Peel-Plyed CFRP Sample Manufacturing Phase

All of the samples were manufactured with peel-ply. The peel-plyed CFRP samples were manufactured under the conditions given in Table 1.

**Table 1.** The parameters of the CFRP using Autoclave

Peel-Plyed CFRP Sample Manufacturing Parameters					
Number of Lays	Lay-Up Directions	Vacuum	Temperature	Autoclave Pressure	Duration
4	90°/0°/90°/0°	600 mm/hg	120 °C	6,9 Bar	8 hours

At the end of this study, it can be claimed that as a common CFRP composite the mentioned parameters may be used for manufacturing. Totally 4 samples were manufactured.

The feel test, visual control, and bending tests were applied to the manufactured plates. Neither stripping nor significant manufacturing defect was determined.

### 2.2.2. Abrasive Water Jet (AWJ) Cutting Phase

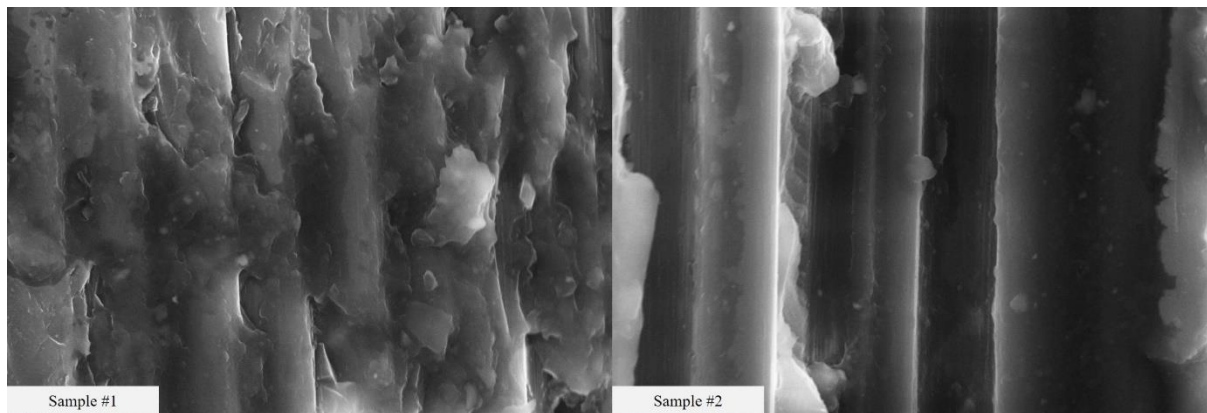
For the AWJ cutting process, peel-ply was stripped from two of the plates. The parameters of the AWJ are provided in Table 2.

**Table 2.** The AWJ Cutting Parameter for Peel-Plyed or Non-Peel-Plyed (Naked) Parts

Abrasive Water Jet (AWJ) Cutting				
P/N	Peel-Ply	Nozzle Diameter	Feed/Rate	Pressure
#1	With Peel-Ply	0,76 mm	1000 mm/min	4000 bar
#2	With Peel-Ply	0,76 mm	1000 mm/min	2000 bar
#3	After Peel-Ply Removed	0,76 mm	1000 mm/min	4000 bar
#4	After Peel-Ply Removed	0,76 mm	1000 mm/min	2000 bar

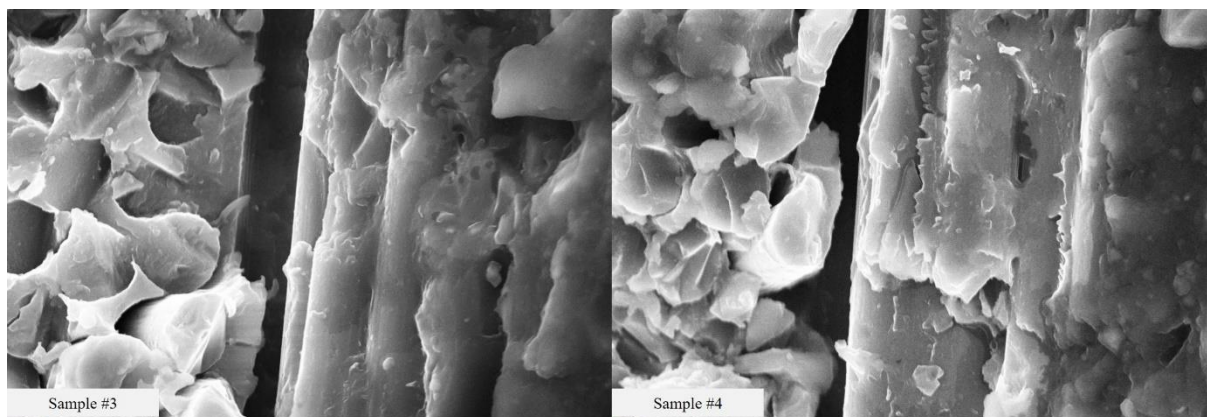
### 2.2.3. Scanning Electron Microscope (SEM) Inspections

A total of 4 different inspections were made in order to cross-check the parts in groups of two with each other. Sample #1 and sample #2 are with peel-ply and sample #3 and sample #4 without peel-ply. For cross-checking with each other two peel-plyed and two non-peel-plyed parts were examined in total four. An accelerating voltage of 20 kV, a spot size of approximately up to 20  $\mu\text{m}$ , and 5.0 KX magnification parameters were used during inspection. In Figure 7, the results of the parts which were cut while the peel-ply on them are shown.



**Figure 7.** The SEM Images of the Peel-Plyed Parts

In Figure 8, the results of the parts which were cut after the peel-plyes are removed are shown.



**Figure 8.** The SEM Images of the Non-Peel-Plyed Parts

Comparing Figure 7 and Figure 8, it can be claimed that delamination is lower for the parts shown in Figure 7.

### 3. Conclusion

This investigation presented the mechanisms of delamination formation of the peel-plyed and non-peel-plyed CFRP plates which are subjected to the AWJ cutting process. Some concluding remarks, drawn from the results of the present study may be listed as follows:

- The delamination formation is mainly affected by the parameters of the manufacturing and AWJ Process,
- The pressure change during AWJ may conclude with slight delamination as seen in Figure 7,
- However, being peel-plyed or non-peel-plyed may sharply affect the delamination formation as seen in Figure8,
- The use of peel-ply during AWJ cutting may positively contribute to decreasing delamination formation.
- The possible further precautions for preventing the delamination may be outlined as the concentration on the peel-ply structure rather than pressure change and usage of proper parameters for both manufacturing and AWJ cutting processes.
- For future studies, produce more samples with different parameters changing the cutting pressure, and perform mechanical tests are recommended.

### References

1. Ruiz-Garcia, R., Mayuet Ares, P.F., Vazquez-Martinez, J.M., Salguero Gómez, J. (2019). Influence of Abrasive Waterjet Parameters on the Cutting and Drilling of CFRP/UNS A97075 and UNS A97075/CFRP Stacks. *Materials*, 12, 107. <https://doi.org/10.3390/ma12010107>
2. Purton L., Kourousis K. (2014). Military airworthiness management frameworks: a critical review, *Procedia Eng.*, 80: 545–564, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.09.111>.
3. Saraçyakupoğlu T. 2019. The Qualification of the Additively Manufactured Parts in the Aviation Industry. *American Journal of Aerospace Engineering*. 6(1). P. 1–10.
4. Aly, N. M. (2017). A review on utilization of textile composites in transportation towards sustainability. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 254, 042002. doi:10.1088/1757-899x/254/4/042002
5. Bachmann, J., Hidalgo, C., Bricout, S. (2017). Environmental analysis of innovative sustainable composites with potential use in aviation sector—A life cycle assessment review. *Science China Technological Sciences*, 60(9), 1301–1317. doi:10.1007/s11431-016-9094-y
6. Nagaraj, A., Uysal, A., & Jawahir, I. S. (2020). An Investigation of Process Performance when Drilling Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) Composite under Dry, Cryogenic and MQL Environments. *Procedia Manufacturing*, 43, 551–558. doi:10.1016/j.promfg.2020.02.165

7. Phapale, K., Singh, R., Patil, S., & Singh, R. K. P. (2016). Delamination Characterization and Comparative Assessment of Delamination Control Techniques in Abrasive Water Jet Drilling of CFRP. *Procedia Manufacturing*, 5, 521–535. doi:10.1016/j.promfg.2016.08.043
8. El-Hofy, M., Helmy, M. O., Escobar-Palafox, G., Kerrigan, K., Scaife, R., & El-Hofy, H. (2018). Abrasive Water Jet Machining of Multidirectional CFRP Laminates. *Procedia CIRP*, 68, 535–540. doi:10.1016/j.procir.2017.12.109
9. Saraçyakupoğlu, T., 2012, Aşındırıcı Su Jeti ile Kesmede Malzeme, Basınç, İlerleme Hızı ve Su Jeti Çapının Yüzey Kalitesine Etkisinin Analizi, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
10. Hashish, M. (1991). Optimization Factors in Abrasive-Waterjet Machining. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 113(1), 29. doi:10.1115/1.2899619

**LEVEL OF CONTAMINATION OF VEGETABLE FROM MUNICIPAL SOLID WASTE  
AMENDED FARMLANDS****S. YAKUBU (Corresponding Author )**

Department of Geography, Osun State University Osogbo, Nigeria

**I. A. JAIYEoba**

Department of Geography, Federal University Lokoja, Nigeria

**ABSTRACT**

This paper evaluates the level of contamination of vegetable from municipal solid waste (MSW) amended farmlands in Zaria, Nigeria. Five vegetable crops: carrot, cabbage, lettuce, spinach and tomato grown in farm-plots amended with MSW as organic input were used for the study. Vegetable samples were collected, rinsed with distilled water, labelled, oven dried, grinded to powder and sieved for elemental analysis. The samples were analysed for the following elements: Fe, Cu, Mn, Zn, Pb and Ni by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

Results obtained showed the range of the mean values of metal contents as: Fe (420–620 mg/kg), Cu (7.00-12.93 mg/kg), Mn (25.20-38.30 mg/kg), Zn (124–290 mg/kg), Pb (120–234 mg/kg and Ni (110 – 174 mg/kg) respectively.

The results revealed that application of MSW increased the concentrations of Fe, Cu and Mn in the selected crops but the levels are within human safety limits. The concentration of Zn, Pb and Ni however, calls for urgent attention. Constant monitoring of accumulation rates of these metals in crops and soil are therefore suggested.

**Keywords:** Municipal solid waste, Heavy metal, Contamination, Vegetables, Zaria

**BANDIRMA, AFYON, ÇANAKKALE, AMASYA'DAKİ DOĞAL TAŞLARIN DOZ CEVAPLARI VE OPTİKSEL ÖZELLİKLERİ**

İsrafil ŞABİKOĞLU

ORCID NO: 0000-0002-2260-3326

Manisa Celal Bayar University, Faculty of Science and Letter, Department of Physics,  
Prof.Dr. İlhan VARANK Campus**ÖZET**

Çeşitli ısı ve basınç altında yıllar içinde oluşan, daha çok kalker ( $\text{CaCO}_3$ ) ve dolomitik kalkerden ( $\text{CaMgCO}_3$ ) meydana gelen doğal taşlar veya bilinen diğer adı mermerler, buldukları ortama bağlı olarak hem doğal radyasyona hem de uygulanan bir dış radyasyona karşı tepki gösterirler. Kristal yapıları ve içerdiği safsızlıklar ile farklı radyasyon türlerinden etkilenebilmektedir. Bu etki incelenerek, doğal taşların doz cevapları belirlenebilir. Doğal taşların doz cevaplarının elde edilmesinde en etkili yöntemlerden birisi de termoluminesans (TL) spektrometre yöntemidir. X-ışını veya beta kaynağı ile radyasyona maruz bırakılan örneğin doz cevabı karakteristiği ısıtma yolu ile elde edilebilir. Bu çalışmada Bandırma, Afyon, Çanakkale ve Amasya'daki çeşitli taş ocaklarından çıkartılan doğal taşların, beta kaynağı ile dozlanması sağlanmış, sabit ısıtma hızı ile TL parıldama eğrileri belirlenmiştir. Dozlanan malzemelerin çeşitli tuzak parametreleri (Frekans Faktörü ve Aktivasyon Enerjisi) hesaplanmıştır. Ayrıca optiksel soğurma spektrumları da alınarak, örneklerin yasak enerji aralıkları belirlenmiştir. Bandırma örneğinde  $250^\circ\text{C}$ 'de küçük bir TL piki, Çanakkale örneğinde  $150^\circ\text{C}$ 'de küçük ve  $250^\circ\text{C}$ 'de omuz şeklinde TL pikleri, Amasya örneğinde  $150^\circ\text{C}$ 'de küçük ve  $300^\circ\text{C}$ 'de çok büyük TL pikleri, Afyon örneğinde ise  $260^\circ\text{C}$ 'de büyük TL piki gözlenmiştir. Tüm örneklerde  $400^\circ\text{C}$ 'lik ısıtma şiddetine yaklaştıkça siyah cisim ışıması belirmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal taş, termoluminesans, doz cevabı, enerji

**DOSE RESPONSES AND OPTICAL CHARACTERISTICS OF NATURAL STONES IN BANDIRMA, AFYON, ÇANAKKALE AND AMASYA****ABSTRACT**

Natural stones as known the marbles, which are formed over the years under various heat and pressure, mostly composed of limestone ( $\text{CaCO}_3$ ) and dolomitic limestone ( $\text{CaMgCO}_3$ ), react to both natural radiation and an applied external radiation depending on their environment. It can be affected by different types of radiation with its crystal structure and the impurities it contains. By examining this effect, the dose response of natural stones can be determined. The one of the most effective method to obtain dose responses of natural stones is the thermoluminescence (TL) spectrometer method.



The dose response characteristic of the sample exposed to radiation by X-ray or beta source can be obtained by heating.

In this study, natural stones extracted from various rock quarries in Bandırma, Afyon, Çanakkale and Amasya were dosed with beta source and TL glow curves were determined with constant heating rate. Various trap parameters (Frequency factor and activation energy) of the dosed materials were calculated. In addition, the forbidden energy gaps of the samples were determined by taking optical absorption spectra. A small TL peak at 250°C in the Bandırma sample, a small TL peak at 150°C and shoulder-shaped TL peak at 250°C in the Çanakkale sample, a small TL peak at 150°C and very large TL peak at 300°C in the Amasya sample, and a large TL peak at 260°C in the Afyon sample were observed. The black body radiation appeared in all samples as they approached the heating intensity of 400°C.

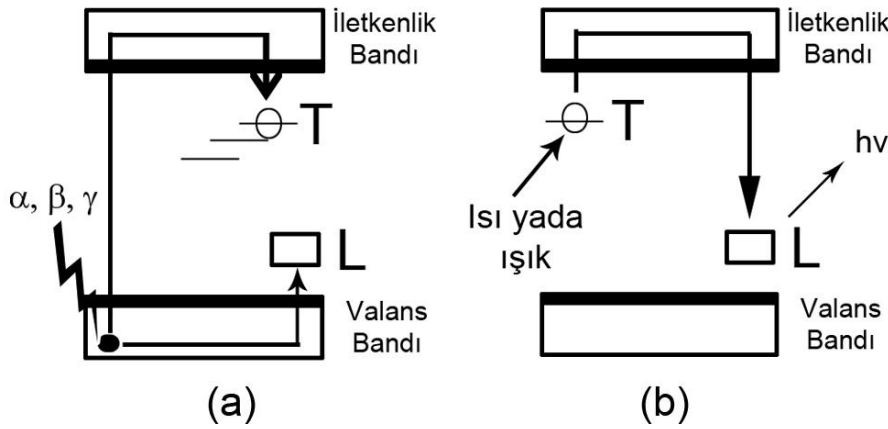
**Keywords:** Natural stone, thermoluminescence, dose response, energy.

## 1. GİRİŞ

Doğada farklı ısı basınç altında çeşitli kayaların başkalaşıma uğrayarak karbonat bileşimli kayaç yapılarına doğal taş veya mermer denir. Bu doğal taşlar genellikle  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{CaMgCO}_3$  gibi kimyasal yapılardadır (Kalita ve Chithambo, 2019). Ancak bunlar dışında içeriğinde demir, nikel, fosfat, bakır vb gibi birçok farklı kimyasal içeren doğal taşlar da mevcuttur. Çeşitli kalsit kristallerinden oluşan doğal taşlar farklı renklere sahip olmaları için  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  gibi kimyasallar içerebilmekte veya bileşiklerinde değişik metal oksitler ihtiva edebilmektedir (Stopic vd. 2018). Dünyada ve ülkemizde önemli kullanım alanları olan bu doğal taşlar birçok farklı bölgede gerek yüzeyden gerekse belli bir derinlikten çıkartılabilmektedir. Binlerce yıl içinde metamorfoza uğrayan bu doğal taşlar içerdikleri kimyasallara, kristal yapılarına ve buldukları ortama göre doğal radyoaktiviteye sahip olabilmektedir (Lakshmanan, 2005).

Lüminesans soğuk ışık olarak tanımlanabilir. Normal veya daha düşük sıcaklıklarda meydana gelen çeşitli enerji dönüşümlerinden oluşan ışıktır. Lüminesansı tetikleyen veya bunun için kullanılan enerji çeşidine göre lüminesans farklı isimler almaktadır. Lüminesans, oluşum süresine göre floresans ve fosforesans olarak ikiye ayrılır. Çeşitli kimyasalların radyasyona maruziyeti veya morötesi ışığa maruz kaldıktan sonra uyarılmış hale geçen elektronların tekrar eski taban durumuna geçerek yaydıkları ışık türüne floresans adı verilir. Bu ışıma türünde uyartıcı enerji kaynağı kaldırıldıktan sonra ışıma süresi ortalama  $10^{-8}$ s den daha kısa bir süre devam eder ve ardından yok olur. Ancak, uyartıcı enerji kaynağı kaldırıldıktan sonra ışıma süresi  $10^{-8}$ s'den daha uzun sürelerle uzuyorsa bu tip ışıdamaya da fosforesans adı verilir (Valuer ve Berberan, 2011).

Lümiensansın bazı çeşitleri şöyledir; termolüminesans (TL), radyolüminesans (RL), katadolüminesans (CL), elektrolüminesans (EL). TL ışınması, çeşitli radyasyonlara maruz kalmış kimyasalların, malzemelerin veya doğal taşların, ısıtıldıklarında ışınma meydana getirme olayıdır. TL özelliğe sahip malzemeler de ısıtma yolu ile görünür bölgede parıldama meydana gelir. Bu yaklaşık 50-100°C de başlar ve 400°C'ye kadar gider. Bundan sonra ise doğal siyah cisim ışınması özelliği gösterirler. Fluorit, kalsit, apatit, skapolit, lepidolit ve feldspat gibi çeşitli mineraller TL özelliğine sahip malzemelerdir (Gürler, 2006; Durukan, 2008). Şekil 1 'de TL oluşma mekanizmaları resmedilmiştir.



Şekil 1 .TL oluşma mekanizması gösterimi, a) uyarma, b) ışınma.

TL eğrisi elde etme tekniğinde uyarılmış enerjili malzeme ısıtılarak parıldama eğrisi (Glow Curve) elde edilir (Puchalska, 2006). Bu ışınma eğrilerinde:

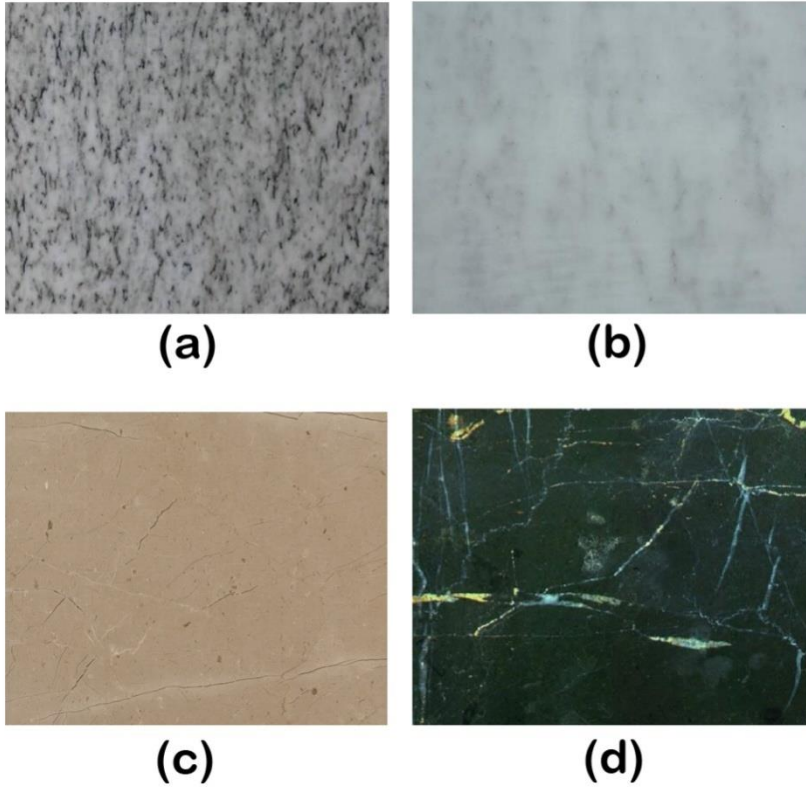
- Yayınlanan ışık şiddetinin sıcaklığa veya zamana karşı değişim grafikleridir.
- Bir ışınma eğrisinin altında kalan toplam alan, malzemenin maruz kaldığı radyasyon ile ve aynı zamanda fosforun ısıtılması sonucu yayınlanan toplam ışık ile orantılıdır.

TL tekniğiyle numunelerin bu karakteristik özellikleri (enerji parametreleri vb.) belirlenebildiği gibi bu özelliklerini bildiğimiz numunelerden yararlanarak tarihlendirme çalışmaları da yapılabilmektedir (Krbetschek vd. 1997).

Ayrıca malzeme içinde bulunan çeşitli safsızlıklar da farklı faz geçişlerine sebep olmakta ve bu sayede lüminesans merkezleri etkilenmektedir (Berten vd., 2008; Polikreti vd., 2003).

Ülkemizin batı bölgesinde farklı türlerde doğal taşlar çıkartılan ocaklar mevcuttur. İzmir, Aydın, Muğla, Balıkesir gibi illerde farklı tip ve özelliklere sahip doğal taşlar bulunmaktadır (Kibici vd. 2001; Hacımustafaoğlu vd. 1999). Bu çalışmada Afyon, Bandırma, Çanakkale ve Amasya bölgesinden çıkartılan, özel isimlendirilmiştir dört farklı doğal taş malzemesinin TL ve optiksel özellikleri incelenmiştir. Bu doğal taşların isimleri ticari olarak şu şekildedir; Bandırma Eurgreen, Çanakkale

Kalsit, Amasya Regal Bej ve Afyon Sandıklı Siyah. Doğal taşların bir kesit görüntüsü Şekil 2’de verilmiştir. Ayrıca örneklerin bulk (yığın) yoğunlukları, gözeneklilikleri (porosity) ve yasak enerji aralıkları hesaplanmıştır.



**Şekil 2.**Kullanılan doğal taşlar a) Bandırma eurogreen, b) Çanakkale kalsit, c) Amasya regal bej, d) Afyon Sandıklı siyah.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

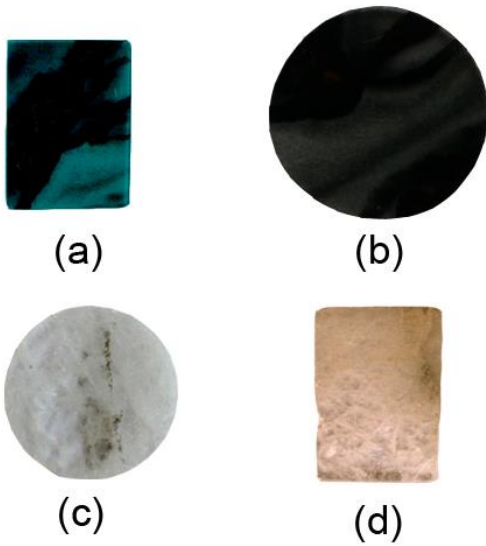
### 2.1. Deneysel Çalışmalar

Dört farklı bölgeden alınan doğal taş örnekleri saf su ile yıkandıktan sonra bir bölümü agat havanda toz haline getirilmiş bir bölümü ise silindirik olarak kesilmiştir. Toz örnekler TL ve absorpsiyon ölçümlerinde, silindirik örnekler ise bulk (yığın) yoğunluk ve gözeneklilik (porosity) hesaplamasında kullanılmıştır. Örneklerin doz cevabı araştırması için radyasyon kaynağı olarak Stronsiyum 90 (Sr-90) beta kaynağı kullanılmıştır. Her örneği önce 400°C ye ısıtılarak doğal radyasyonu ortadan kaldırılmıştır. Ardından 5dk beta radyasyonuna tabi tutulduktan sonra 1°C/dk ısıtma hızı ile TL verileri kaydedilmiştir. Örneklerin TL verileri kaydı için TLD Reader RA94 cihazı kullanılmıştır (Şekil 3).



**Şekil 3.** TL Dozimetre ölçüm sistemi, RA94 TLD reader (Şabikoğlu vd. 2009)

Absorpsiyon ve çeşitli hesaplamalarda kullanılmak için, her doğal taş örneği belli oranlarda kesilmiştir (Şekil 4).



**Şekil 4.** Absorpsiyon ölçümünde kullanılmak için kesilen doğal taş örnekleri a) Bandırma eurogreen, b) Afyon Sandıklı siyah, c) Çanakkale kalsit, d) Amasya regal bej.

Örneklerin görünür bölge absorpsiyon ve transmittans ölçümleri için Perkin Elmer Lambda 950 UV-Vis spektrometresi kullanılmıştır (Şekil 5). Ayrıca transmittans verileri kullanılarak örneklerin yasak enerji aralığı değerleri hesaplanmıştır.

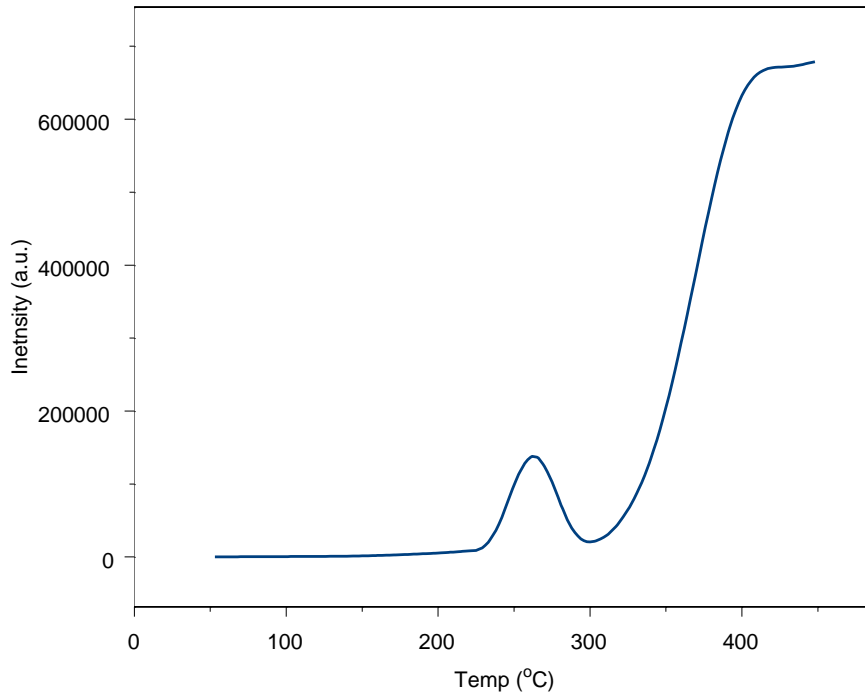


**Şekil 5.** Örneklerin görünür bölge absorpsiyon ölçümlerinde kullanılan Perkin Elmer Lambda 950 UV-Vis spektrometresi.

Monika Puchalska tarafından geliştirilen GlowFit yazılımı ile her TL piki tekrardan çizilerek aktivasyon enerjisi (eV) ve frekans faktörü (s) tuzak parametreleri hesaplanmıştır (Ishii vd. 2000; Puchalska, 2006).

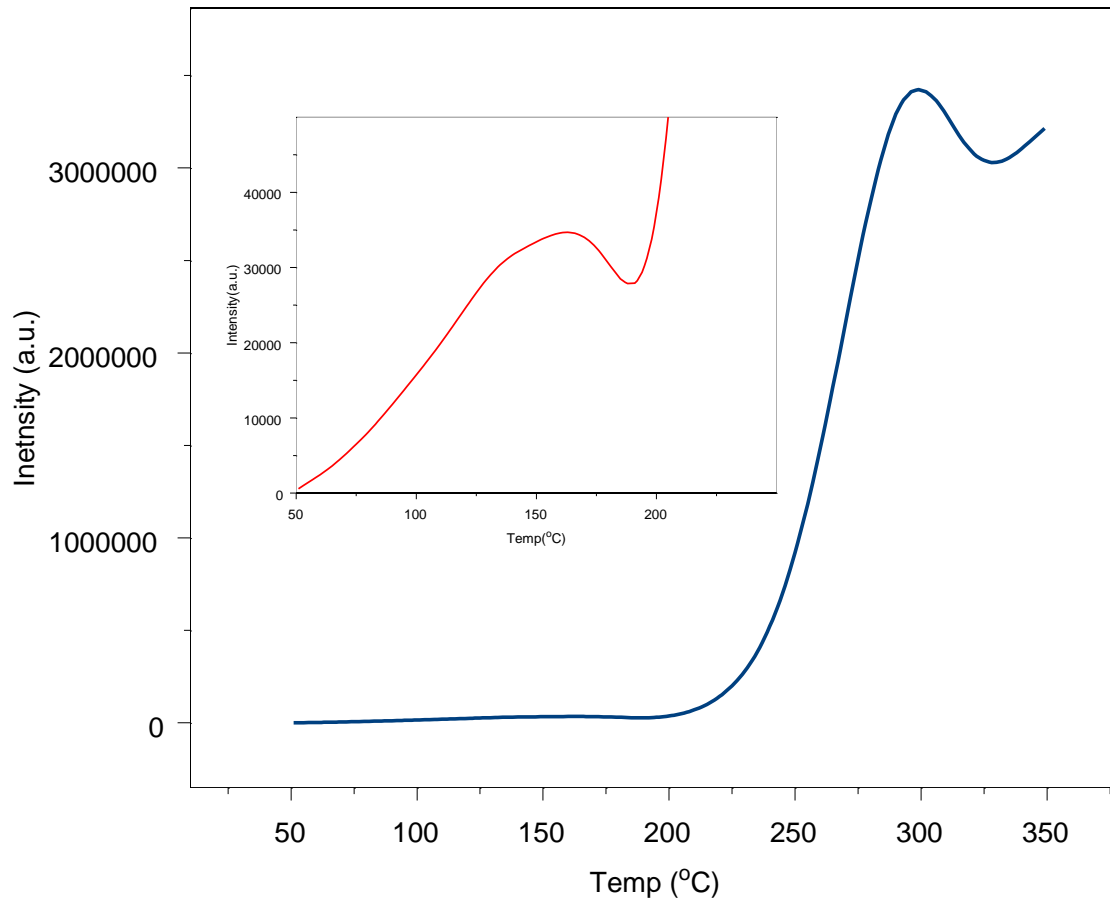
## 2.2. Deneysel Bulgular

Dört farklı bölgeden alınan doğal taş örneklerinin TL eğrileri 50°C ile 400°C arasında RA94TLD reader cihazı elde edilmiştir. TL sonuçları Şekil 6, 7, 8 ve 9’da verilmiştir.



**Şekil 6.** Afyon Sandıklı siyah doğal taş TL grafiği.

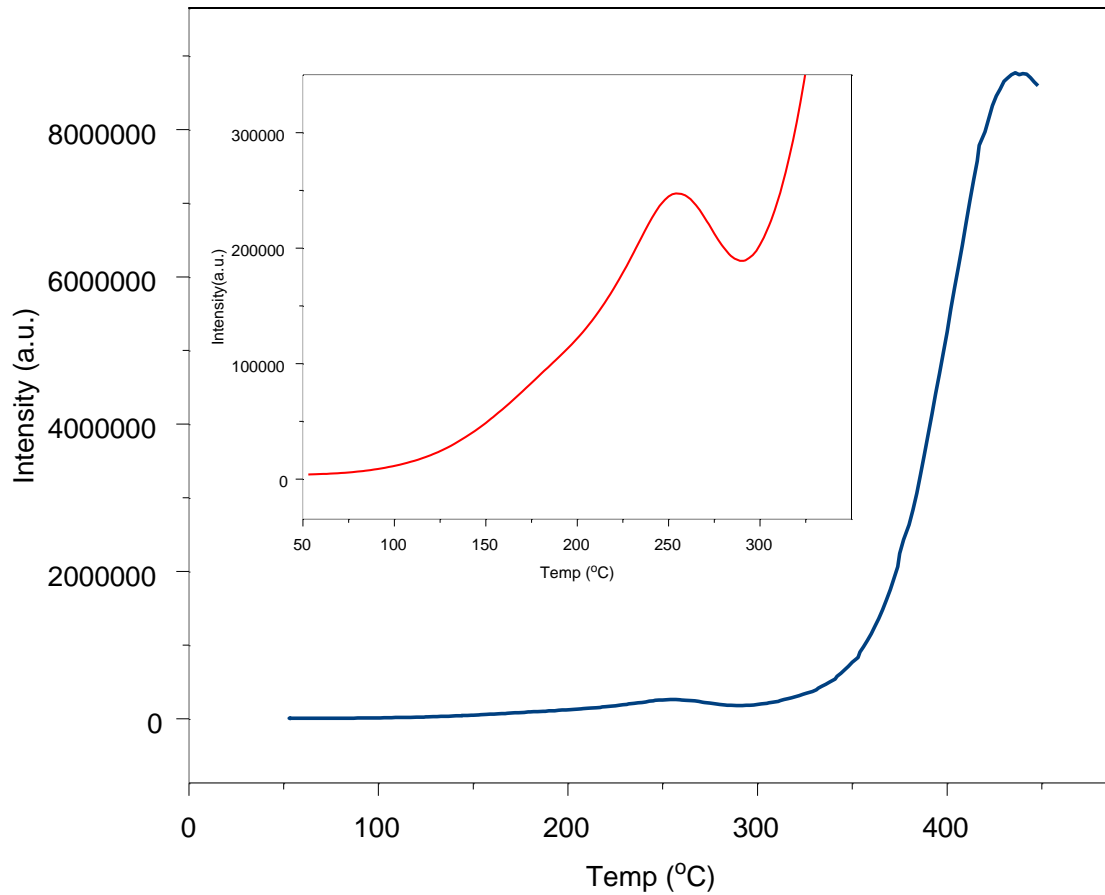
Afyon sandıklı doğal taş örneğinin TL grafiği şekil 6'da verilmiştir. TL grafiğinde şiddet eksenini birimsiz olduğundan değerlendirme sıcaklık eksenine göre yapılmaktadır. Ancak yine de özellikle 300°C üstünde oluşan hızlı bir şiddet artışı genellikle siyah cisim ışıması olarak değerlendirilir. Bu örnekte ise 260°C'de tek bir TL piki görülmektedir (Şekil 6). Derin tuzaklara yakın bir TL merkezinden kaynaklanan bu TL piki, Afyon sandıklı siyah doğal taşın kendine has kimyasal veya safsızlık içeriğinden kaynaklanmaktadır (Zan, 1994).



Şekil 7. Amasya regal bej doğal taş TL grafiği (küçük grafikte 150 derecedeki pik görülmektedir).

Şekil 7'de Amasya regal bej isimli doğal taş örneğinin TL piki verilmiştir. İlk bakışta 50-200°C arasında bir plato bölgesi varmış gibi görünmektedir. Ardından siyah cisim ışıması başlamıştır. Ancak

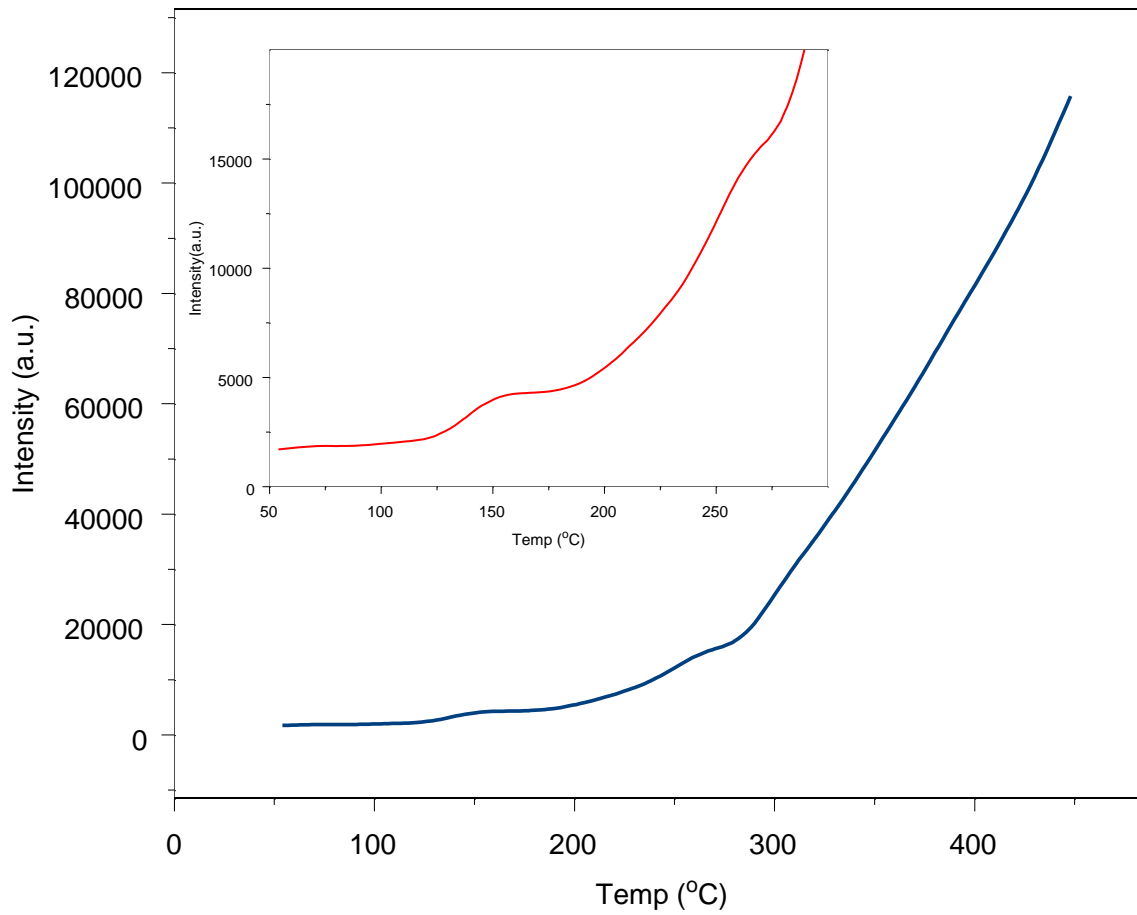
siyah cisim ışıması gibi görünen 290°C civarında büyük bir TL piki gözlenmektedir. Bu tarz pikler siyah cisim ışıması ile karıştırılabilir ancak burada bu büyük TL piki kendisini oldukça iyi belirli etmektedir. Kristal yapısındaki derin tuzaklardaki TL merkezlerinden kaynaklanan bu eğrinin şiddeti de oldukça büyük denilebilir. Ancak grafiğe daha yakından bakıldığında 150°C civarında küçük bir TL piki gözlenmektedir. Bu sıcaklıklarda genellikle sıg tuzaklardaki TL merkezlerinden lüminesans eğrileri elde edilir (Rendell, 1982). Bu malzeme için de sıg tuzaklarda elektron tuzaklandığı söylenebilir.



**Şekil 8.**Bandırma eurogreen doğal taş TL grafiği (küçük grafik 250°C'deki küçük pik gösterilmiştir)

Şekil 8’de Bandırma eurogreen isimli doğal taş örneğinin TL grafiği görülmektedir. Grafik genel olarak düz bir plato görüntüsü vermektedir. 400°C ye doğru siyah cisim ışıması gözlenmektedir. Ancak burada bir 400°C üzerinden bir ışımaya piki gibi görünen normal dağılım (gausien) bir eğri görülmektedir. Buradaki eğrinin siyah cisim ışıması olduğu, ilk başta yüksek siyah cisim ışıması ile

pikin oluştuğu daha sonra ise malzemenin yüksek sıcaklıktan dolayı bozularak siyah cisim ışımasının son bulunduğu düşünülmektedir. Dolayısı ile derin tuzaklardaki TL merkezlerinden kaynaklanan bir eğri olmadığı düşünülmektedir. Ancak grafiğe daha yakından bakıldığında 250°C civarında bir ışıma eğrisi gözlenmektedir. Kısmen derin tuzaklardan kaynaklanan bu TL ışıma eğrisinin şiddeti siyah cisim ışıma şiddetine göre oldukça düşük olduğundan büyük grafikte gözlenememiştir. Ancak yine bu doğal taş örneğinde de derin tuzaklara yakın bölgelerde yine bu örneğe has bir TL merkezleri oluşmuş ve lüminesans eğrisi elde edilmiştir.



**Şekil 9.**Çanakkale kalsit doğal taş TL grafiği (küçük grafikte 150 ve 250°C deki küçük pikler gösterilmiştir)

Son olarak Çanakkale kalsit örneğinin TL eğrisi Şekil 9’da gösterilmiştir. Bu örnekte yine yüksek sıcaklığa çıkıldıkça siyah cisim ışıması görülmektedir. Ancak grafiğe yakından baktığımızda 150°C’de bir ışıma eğrisi ve ayrıca 260°C civarında ise başka bir omuz şeklinde parıldama eğrisi gözlenmiştir.



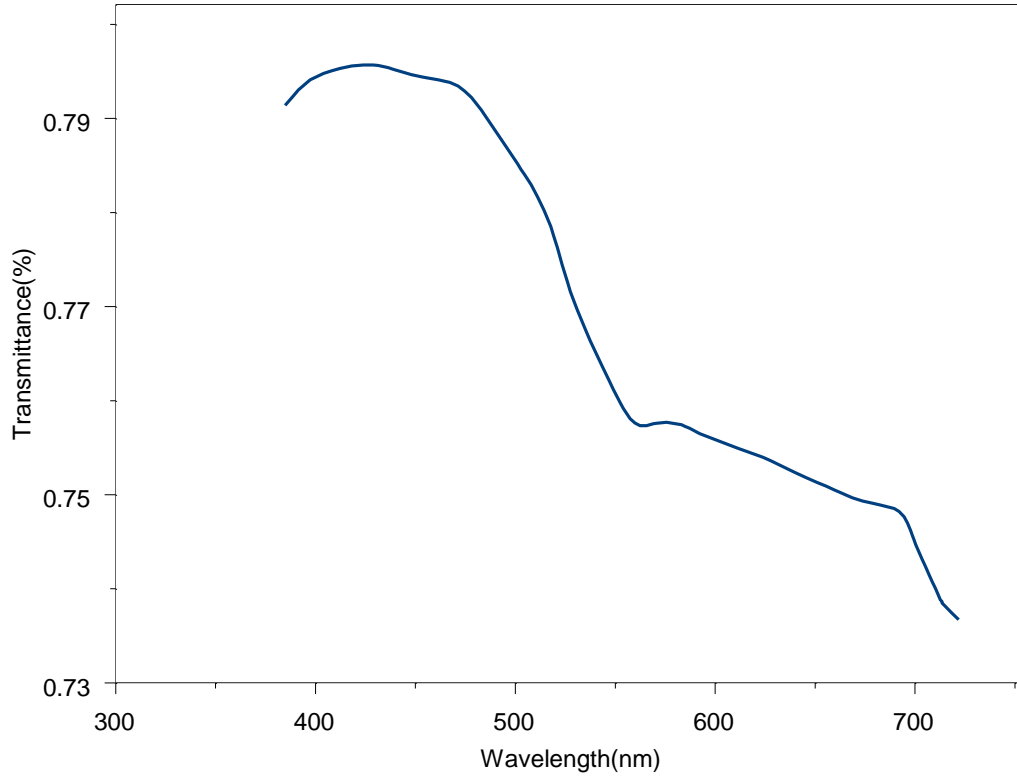
Bu örnekte iki farklı türde TL merkezleri gözlenmektedir. Düşük sıcaklıktaki sıg tuzaklardan, yüksek sıcaklıktaki ise daha derin tuzaklardan kaynaklanan TL eğrileridir. Omuz şeklinde gözlenen TL eğrisini siyah cisim ışıması kapatsada ayrıntılı olarak grafik incelendiğinde bir ışıma eğrisi görülebilmektedir. Ancak bu ışıma eğrisinin şiddeti çok küçüktür. Bu örneğe has bir özellik olduğu düşünölen TL eğrisinin beta dozuna karşılık cevabının zayıf olduğu düşünölmektedir.

Sr-90 beta radyasyon kaynağı ile uyarılan tüm doğal taşların bu radyasyona tepki verdikleri gözlenmiştir. Bu bağlamda beta radyasyon kaynağına karşılık doz cevapları yeterli seviyededir denilebilir. Beta kaynağı 5 dakikalık uyarım süresin karşılık tüm örneklerde doz cevapları gözlenmiş ve irdelenmiştir.

Bu çalışmada ayrıca GlowFit benzeşim program kullanılarak TL eğrilerinden tuzak aktivasyon enerjisi ve frekans faktörü hesaplanmıştır (Tablo 1). Glowfit programı ile elde edilen her TL parıldama eğrisi için bir pik kullanılarak spektrum yaklaşık %99 yaklaşıklıkla yeniden oluşturulmaktadır (Figure of Merit - FOM ~%1,5±0,2). Ardından grafik verilerinden hesaplama yapılmıştır.

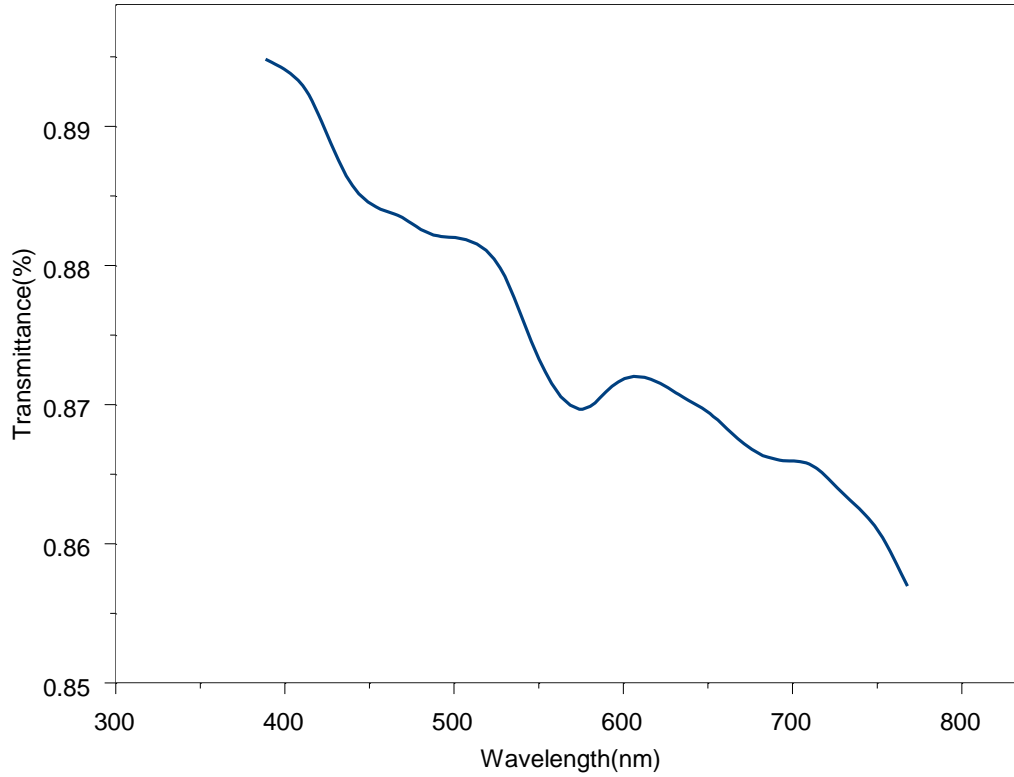
**Tablo 1 .** Doğal taşların tuzak parametre değerleri

<i>Malzeme Adı</i>	<i>Pik Sıcaklığına Göre Tuzak Parametre Verileri</i>			
	<b>258°C Aktivasyon Enerjisi (eV)</b>		<b>258°C Frekans Faktörü (s<sup>-1</sup>)</b>	
<b>Afyon Sandıklı Siyah</b>	0,67		5,88.10 <sup>7</sup>	
<b>Amasya Regal Bej</b>	<b>155°C Aktivasyon Enerjisi (eV)</b>	<b>155°C Frekans Faktörü (s<sup>-1</sup>)</b>	<b>298°C Aktivasyon Enerjisi (eV)</b>	<b>298°C Frekans Faktörü (s<sup>-1</sup>)</b>
	0,88	3,87.10 <sup>11</sup>	0,72	3,71.10 <sup>6</sup>
<b>Bandırma Eurogreen</b>	<b>252°C Aktivasyon Enerjisi (eV)</b>		<b>252°C Frekans Faktörü (s<sup>-1</sup>)</b>	
	0,71		4,61.10 <sup>7</sup>	
<b>Çanakkale Kalsit</b>	<b>152°C Aktivasyon Enerjisi (eV)</b>	<b>152°C Frekans Faktörü (s<sup>-1</sup>)</b>	<b>257°C Aktivasyon Enerjisi (eV)</b>	<b>257°C Frekans Faktörü (s<sup>-1</sup>)</b>
	0,91	5,28.10 <sup>12</sup>	0,69	5,17.10 <sup>7</sup>



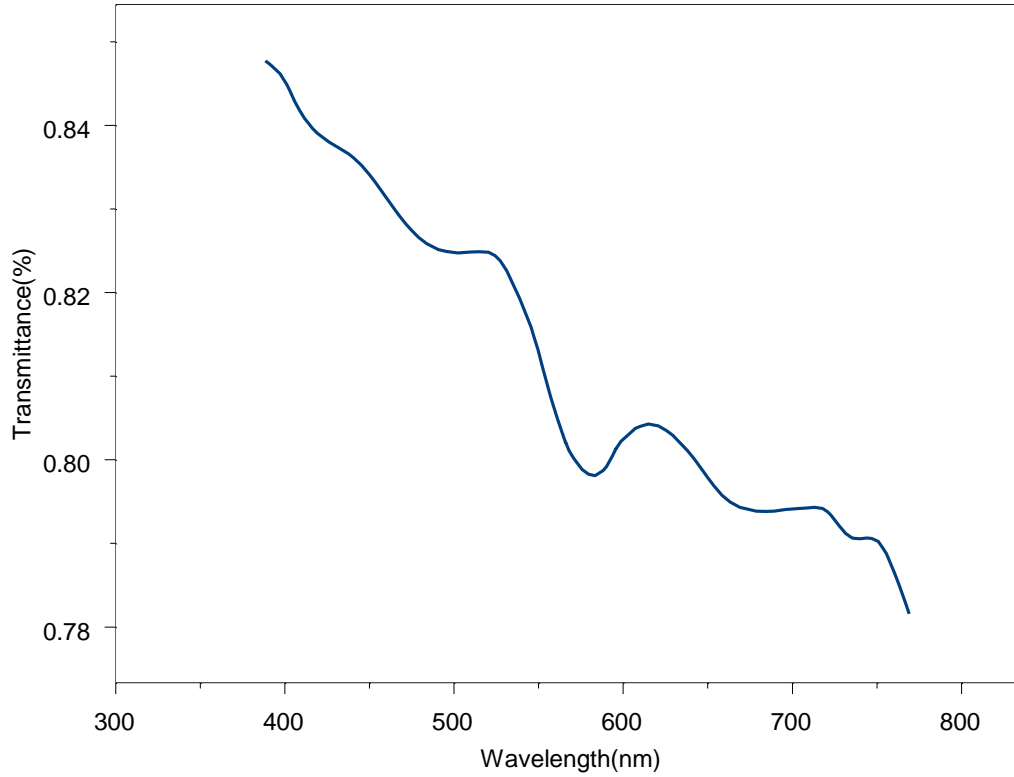
**Şekil 10.**Amasya regal bej transmitans grafiği

Amasya regal bej transmitans grafiği Şekil 10'da gösterilmiştir. Görünür bölgenin başlangıcında geniş bir spektrum gözlenmektedir. Yaklaşık 550nm değerinde küçük bir çukur piki yaptıktan sonra kızıl ötesi dalgaboyuna doğru transmitans verileri azalmaktadır. Yaklaşık 700nm civarında ise sert bir düşüş gözlenmiştir.



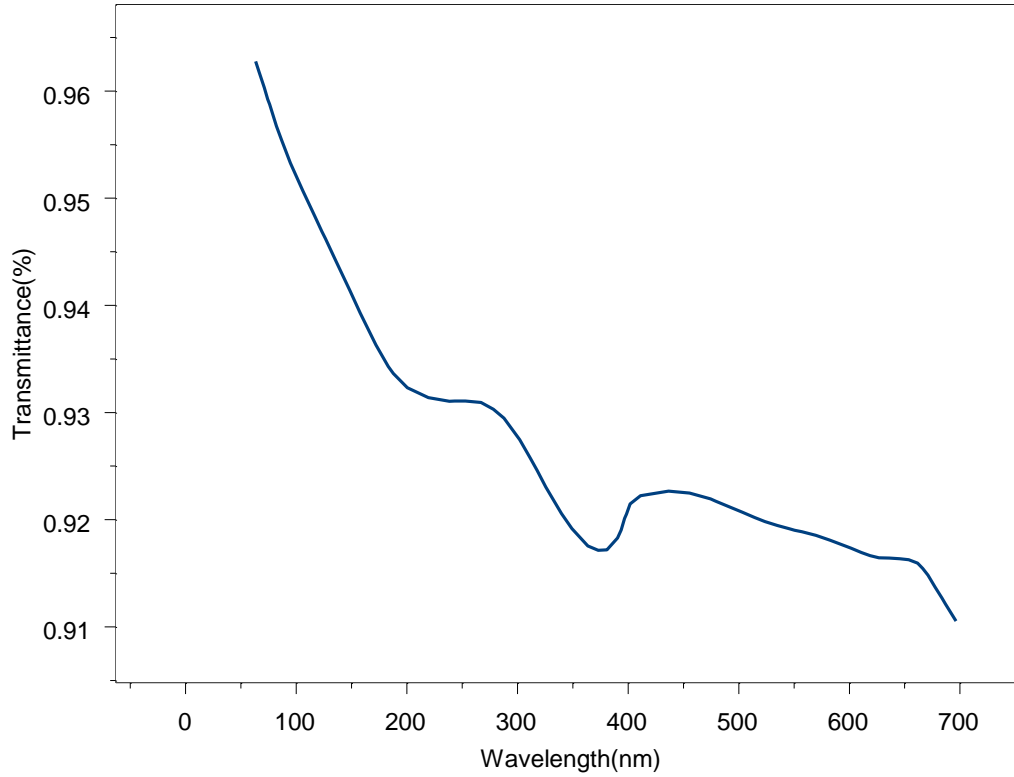
**Şekil 11.**Bandırma eurogreen transmittans grafiği.

Bandırma eurogreen transmittans grafiği Şekil 11’de görülmektedir. 400nm dalgaboyunda hızlı bir azalış sergiledikten sonra, 570nm civarında geniş bir çukur piki gözlenmiştir. Buradaki çukur piki genellikle doğal taşlarda bulunan SiO<sub>2</sub> elementinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Zhao, 2014; Hanna, 1965).



**Şekil 12.** Çanakkale kalsit transmittans grafiği.

Karmaşık bir kimyasal yapısı olduğu düşünülen Çanakkale kalsit doğal taş transmittans grafiği Şekil 12’de gösterilmiştir. Yaklaşık 580nm civarındaki çukur piki diğer doğal taşlar gibi benzer özellikte olduğunu göstermektedir. Ancak çok fazla sayıda oluşan çukur piklerden de anlaşılacağı gibi safsızlık oranı en fazla örnek olduğu düşünülebilir (Ege, 2005).



**Şekil 13.** Afyon sandıklı siyah transmittans grafiği.

Afyon sandıklı siyah doğal taşın transmittans grafiği şekilde verilmiştir. Bu malzemenin büyük bölümü siyah renkten oluşmaktadır. Buna rağmen UV (mor ötesi) aralıkta bir omuz piki vermiştir (200-300nm). Ayrıca 360nm civarında ise çukur pike sahiptir. UV ışık soğurması bakımından diğerlerinden farklı olduğu söylenebilir. 450nm den sonra ise klasik soğurma sonuçları vererek kızıl ötesine gelmeden önce bir platoya sahiptir. Bu malzeme için ise safsızlık oranı küçüktür denilebilir.

Toz haline getirilmiş ve ardından disk olarak preslenmiş doğal taşların yoğunluğu ve gözeneklilik (porosity) değerleri hesaplanmıştır.

Yığın ve gözeneklilik hesaplamaları için aşağıdaki denklemler kullanılmıştır;

Bulk yoğunluk;

$$\rho_B = \frac{m}{\pi r^2 t} \quad (1)$$

Gözeneklilik

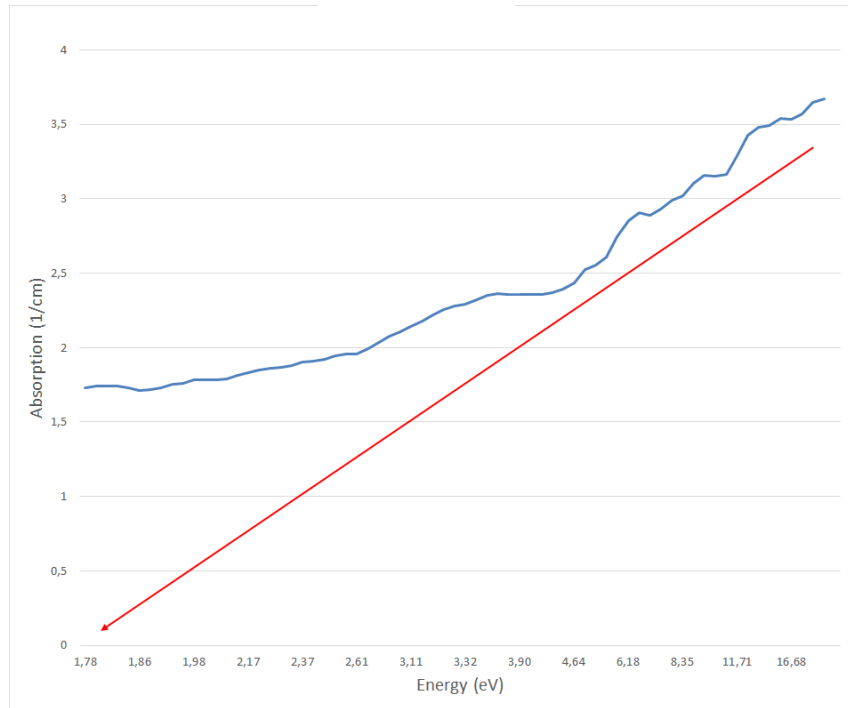
$$P(\%) = \left| \frac{\rho_{th} - \rho_B}{\rho_{th}} \right| \quad (2)$$

Burada, m; örnek kütlesi (gram), r; silindirik örneğin yarıçapı (cm), t; silindirik örneğin kalınlığı (cm),  $\rho_{th}$  (teorik yoğunluk – g/cm<sup>3</sup>) (Manger, 1963). Doğal taşların bulk yoğunluğu ve gözeneklilik değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Doğal taşların Bulk yoğunlukları ve gözeneklilik değerleri.

Doğal taş adı	m(g)	r(cm)	t(cm)	$\rho_B$ - Bulk yoğunluğu (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_{th}$ - Teorik Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	P(%) Gözeneklilik
Afyon sandıklı siyah	2,14	1,25	0,15	2,908	2,53	0,149
Amasya bej	2,34	1,22	0,18	2,782	2,695	0,032
Çanakkale kalsit	1,96	1,19	0,15	2,934	2,704	0,087
Bandırma eurogreen	2,25	1,22	0,16	3,009	2,67	0,127

Doğal taşların yasak enerji aralığı hesaplamak için transmitans spektrumu kullanılmıştır. Bu spektrumdan elde edilen transmitans verileri önce absorpsiyon katsayısına çevrilmiştir ( $\alpha$  - absorption coefficient), daha sonra bu katsayı kullanılarak  $\left(\frac{ahc}{\lambda}\right)^{1/2}$ ,  $\left(\frac{hc}{\lambda}\right)$  grafiği çizilir, grafikte eğrinin düzleştiği bölümden x eksenine ekstrapol çizilerek, malzemenin indirek yasak enerji değeri eV cinsinden elde edilir (Pankove, 1975; Demichelis, 1987; Hassanien, 2015).



**Şekil 14.** Afyon sandıklı bej için yasak enerji aralığı hesabı

Şekil 14’te Afyon sandıklı bej için yasak enerji aralığı hesaplama grafiği çizilmiştir. Diğer örnekler için de benzer olarak yapılan yasak enerji aralığı hesaplaması sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Doğal taşların yasak enerji değerleri.

Doğal taş adı	Yasak Enerji Aralığı (yaklaşık değer, eV)
Afyon sandıklı siyah	1,78
Amasya bej	2,57
Çanakkale kalsit	2,34
Bandırma eurogreen	2,17

Kristal yapıda olan doğal taşlardan Afyon sandıklı siyah örneğinin yasak enerji aralığı en küçük örnek olarak belirlenmiştir. Diğer doğal taşların ise birbirine yakın verilere sahip olduğu belirlenmiştir.

### 3. Sonuç

Çeşitli illerde bulunan taş ocaklarından alınan doğal taşların TL ve absorpsiyon özellikleri araştırılmıştır. Amasya sandıklı siyah doğal taşı diğerlerine göre daha karakteristik bir yapıya sahip olduğu sonucuna varılmıştır. TL ölçümlerine göre en iyi normal dağılım (gausien) piki Amasya sandıklı siyah malzemesi vermiştir. Yine absorpsiyon verilerinde de ise diğerlerine göre UV aralıkta çeşitli karakteristik özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir. Yasak enerji aralığı verisi en küçük olan bu doğal taş, kendine has safsızlıklar ile doğal siyah rengine sahip olduğu ayrıca bu safsızlıkların radyasyona maruz kalması ile kısmen derin tuzakların aktif edilerek TL merkezleri oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Diğer doğal taşlar ise içerdikleri yoğun SiO<sub>2</sub> kimyasalına has datalar ortaya çıkartmıştır. Birbirine benzer sonuçlar elde edilmiş olsa da yine içerebileceği çeşitli safsızlıklar ile bu veriler arasında farklılıklar da mevcuttur. Bu doğal taşlarda yoğun olarak siyah cisim ışıması daha düşük sıcaklıktaki TL eğrilerini bastırması gibi ancak ayrıntılı inceleme ile, düşük sıcaklıklardaki TL pikleri gözlenebilmektedir. Tüm doğal taşlar beta radyasyonuna tepki vermiş ve uyartım sağlanmıştır. Beta radyasyonun doz cevapları tüm örnekler için beklenen değerlerde olduğu düşünülmektedir. Örneklerin her biri için kimyasal element analizinin yapılması ayrıca, kristal yapılarının belirlenmesi için X-ışını kırınımı analizlerinin ve parçacık boyutu ve analizi için ise taramalı elektron mikroskop çalışmalarının yapılması ile veriler artırılarak, daha ayrıntılı bir analiz sonucuna ulaşılabilir. Ayrıca farklı doz süreleri kullanılarak veya radyasyon kaynakları kullanılarak, farklı derinliklerde TL merkezleri tespit edilebilir.

### KAYNAKÇA

Berten, K., Woda, C., Vanhavere, F. (2009). Thermoluminescence dosimetry of electronic components from personal objects, Radiation Measurements, 44(5-6), 620-625. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2009.02.003>

Demichelis, F., Kaniadikis, G., Tagliaferro, A., Tresso, E. (1987). New approach to optical analysis of absorbing thin solid films, Applied Optics, 26(9), 1737. <https://doi.org/10.1364/AO.26.001737>

- Durukan, M. (2008). Minerallerin Optiksel Soğurma ve Lüminesans Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Ege, A. vd. (2005). Doğal Ametist ve Diyaspor Kristallerinin Optiksel Özelliklerinin İncelenmesi, Nükleer Bilimler Teknoloji Kongresi.
- Gürler, S. (2006). Doğal Zirkonların Tuzak Parametrelerinin Termolüminesans (TL) Yöntemiyle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Hacımustafaoğlu, R., Kun. N. (1999). Karaburun Yarımadası Mermerlerinin Petrografik Kimyasal Fizikomekanik Özellikleri ve Stratigrafisi ile Olan İlişkisi, 1. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu.
- Hanna, R. (1965). Infrared Absorption Spectrum of Silicon Dioxide. J.of the American Ceramic Society, 48(11), 595-599.  
<https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1965.tb14680.x>
- Hassanien, A.S., Akl, A.A. (2015). Influence of composition on optical and dispersion parameters of thermally evaporated non-crystalline  $Cd_{50}S_{50-x}Se_x$  thin films, J. Of Alloys and Compounds, 648, 280-290.  
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.06.231>
- Ishii, M., Kuwano, Y. et al. (2000). Kinetic parameters of some tissue equivalent thermoluminescence materials. J. Phys. D: Appl. Phys., 33, 1252-1262.  
<https://doi.org/10.1088/0022-3727/33/11/302>
- Kalita, J.M., Chithambo, M.L. (2019). Thermoluminescence and infrared light stimulated luminescence of limestone ( $CaCO_3$ ) and its dosimetric features, Applied Radiation and Isotopes 154, 108888.  
<https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2019.108888>
- Kibici, Y. Vd. (2001). Afyon Kuzeyinin Jeolojisi ve Mermer Potansiyelinin Araştırılması, Türkiye III. Mermer Sempozyumu.
- Krbetschek, M.R., et al. (1997). Spectral information from minerals relevant for luminescence dating. Radiation Measurements, 27(5/6), 695-748.  
[https://doi.org/10.1016/S1350-4487\(97\)00223-0](https://doi.org/10.1016/S1350-4487(97)00223-0)
- Lakshmanan, A.R. (2005). Effect of pressure on the luminescence properties of gypsum, anhydrite, calcite and Dy doped  $CaSO_4$ , Radiation Measurements 39, 235 – 240.  
<https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2004.07.002>
- Manger, G.E. (1963). Porosity and bulk density of sedimentary rocks. Contributions to Geochemistry, Geological Survey Bulletin, Washington. 1144-E, 28-47.
- Pankove, J.I. (1975). Optical processes in semiconductors, Dover Publications, Inc. Newyork, 375-400.
- Polikreti, K., Michael, C.T., Maniatis Y. (2003). Thermoluminescence characteristics of marble and dating of freshly excavated marble objects, Radiation Measurements , 37(1), 87 – 94.  
[https://doi.org/10.1016/S1350-4487\(02\)00088-4](https://doi.org/10.1016/S1350-4487(02)00088-4)
- Puchalska, M. (2006). GlowFit the TL glow-curves deconvolution software, Software manual.
- Rendell, H.M. et al. (1982). The emission Spectra of TL From Obsidian, Nuclear Tracks and Radiation Measurements, 10(4-6), 591-600.  
[https://doi.org/10.1016/0735-245X\(85\)90062-6](https://doi.org/10.1016/0735-245X(85)90062-6)



Stopic, S. et al., Synthesis of Magnesium Carbonate via Carbonation under High Pressure in an Autoclave, *Metals* V8 (12) 993, 2018.

<http://doi.org/10.3390/met8120993>

Şabikoğlu, İ vd. (2009). Kalsit Mineralinin TL ve Optiksel Soğurma Ölçümlerinin İncelenmesi, Nükleer Bilimler Teknoloji Kongresi.

Valeur, B., Berberan Santos, M.N. (2011). A Brief History of Fluorescence and Phosphorescence before the Emergence of Quantum Theory, *J. Chem. Educ.* 88(6), 731–738.

<https://doi.org/10.1021/ed100182h>

Zan, Q. et al. (1994). Thermoluminescence Spectra of Amethyst, *Radiation Measurements*, 23(2-3), 423-431.

[https://doi.org/10.1016/1350-4487\(94\)90075-2](https://doi.org/10.1016/1350-4487(94)90075-2)

Zhao, L. et al. (2014). Solution-Processed VO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> Composite Films with Simultaneously Enhanced Luminous Transmittance, Solar Modulation Ability and Anti-Oxidation property, *Scientific Reports*, 4, 7000.

<https://doi.org/10.1038/srep07000>

## PHYTOCHEMICAL ANALYSIS, ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL SCREENING OF SERIPHIDIUM OLIVERIANUM PLANT EXTRACTS

**Ali ABBAS**

Government College University, Faculty of Physical Sciences, Department of Chemistry, New Campus,  
Faisalabad-38000, Pakistan

**Syed Ali Raza NAQVI**

**ORCID NO:** 0000-0002-2172-9066

Government College University, Faculty of Physical Sciences, Department of Chemistry, New Campus,  
Faisalabad-38000, Pakistan

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the phytochemicals using reverse-phase high pressure liquid chromatography (RP-HPLC), antioxidant, antifungal and antibacterial activities of *Seriphidium oliverianum* stem extracts. The extraction was carried out by conventional shaking process (CSP) and ultrasonic assisted process (UAP). The highest total phenolic contents ( $97.85 + 0.735$  mg gallic acid equivalent (GAE)/g sample) and flavonoid contents ( $188.15 + 0.53$  mg catechin equivalent (CE)/g sample) were found in methanol extract obtained by CSP. Antioxidant activity was investigated using DPPH scavenging assay and reducing power assay. Methanol extract using UAP showed the highest DPPH scavenging activity ( $79.95\% + 1.80\%$ ) followed by methanol and butanol extracts obtained through CSP. Moreover, methanol extracts using CSP showed highest reducing activity ( $1.032 + 0.0205$  absorbance). In-vitro antimicrobial activity was studied using most common infection causing fungal and bacterial strains. Antifungal activity of methanol extract using CSP showed the highest zone of inhibition (10.5 mm) against *F. avenaceum* fungal strain, while aqueous extracts obtained through showed the highest antibacterial activity ( $22 + 1.32$  mm zone of inhibition) against *S. aureus*. The results showed that the methanol stem extract of *S. oliverianum* is a valued candidate for further screening and could be processed for in-vivo infection induced animal trials.

**Keywords:** *Seriphidium oliverianum*, solvent extraction, RP-HPLC, polyphenols, antioxidants, antimicrobial activity

**INVESTIGATIONS ON THE INHERENT RESISTANCE OF TWENTY-ONE MAIZE VARIETIES TO THE MAIZE WEEVIL PEST AT F<sub>2</sub> GENERATION****Gerald M. UGAGU**

Department of Science Laboratory Technology, Imo State Polytechnic, Owerri, Nigeria

**Bertram E.B. NWOKE**

Department of Animal and Environmental Biology, Imo State University, Owerri, Nigeria

**Nnaemeka K. OPARA**

Department of Science Laboratory Technology, Imo State Polytechnic, Owerri, Nigeria

**Benjamin C. ONWUBUCHE**

Department of Science Laboratory Technology, Imo State Polytechnic, Owerri, Nigeria

**Peter I. ISIAKA**

Department of Science Laboratory Technology, Imo State Polytechnic, Owerri, Nigeria

**Luke C. NWOSU (Corresponding Author)**

Department of Crop and Soil Science, University of Port Harcourt, Nigeria

**ABSTRACT**

It has been internationally accented that use of resistant variety is a key strategy to save maize (*Zeamays* L.) grains from the pernicious activities of the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Therefore, twenty improved varieties and one local maize variety were studied in the laboratory using standard methods. The test varieties were selected because they are palatable, good-yielding and survive early season planting. Patterns of *S. zeamais* susceptibility index and adult mortality were plotted. Association between susceptibility index and adult mortality revealed that the two are connected in an inverse relationship. Eight varieties (38%) were resistant to *S. zeamais* attack at F<sub>2</sub> generation. Aside allowing significantly minimal support for the survival and the development of *S. zeamais*, the varieties were consistently least damaged and lost. The cultivation and use of the resistant varieties identified will permit the postharvest storage of maize for long duration and reduce other problems associated with *S. zeamais* infestation. Thirteen moderately resistant maize varieties (62%) were revealed and their use under long storage condition should come with caution. The local maize variety had equivalent inherent moderate resistance with 57% of the varieties investigated. Most of the resistant maize varieties showed high viability when planted in the laboratory and this is an added advantage.

**Keywords:** Resistant variety, *S.zeamais*, postharvest, high viability.

**BRIEF REVIEW OF MATHEMATICAL THEORIES ON SUPERSONIC FLOW,  
HYPERSONIC FLOW AND COMBUSTION: A REVIEW****Nikimoni DAS**Department of Mechanical Engineering  
National Institute of Technology Silchar, Assam**Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY****ORCID ID:** 0000-0001-7885-0353Department of Mechanical Engineering  
National Institute of Technology Silchar, Assam**ABSTRACT**

The theory of compressible linear stability was initially examined and also implemented as a function of the Reynolds numbers for insulated and cooled-walls flat-plate boundary levels between Mach numbers 1.3-5.8 to quantify the amplitude ratio of constant-frequency disturbances. Temperature and velocity gradients are ignored in a classical boundary-layer theory in the stream direction compared to the perpendicular stream direction... The research indicates that the normal boundary-layer equations are sufficient. The wake solution is determined by a set of unifying conditions and a special aspect in the neck analogous to the critical point of Crocco-Leees theory. For the viscous interaction solution, a momentary integral approach is employed and the authors have adopted the prior studies of independent laminar and reassembly flows. In the Dewey near-wake experiments, the current theory has solid findings in adiabatic flow over a circular cylinder.. This paper outlines the partial differential equations that regulate fluid motion and chemical species concentration of a reacting gas. Both k- $\epsilon$  turbulence-type equation and Reynolds-Averaged Navier-stoke (RANS) 2D compressible equations have been developed for the simulation of the dual-cavity scramjet combustor. A linear solution is found by iteration for second-order solutions of supersonic flux problems. The linearised theory of conical fields in supersonic flow, with applications to plane aerofoils is also described in some of the research work. In the ordinary linear perturbation theory of a steady supersonic flow, velocity is supposed to be just somewhat different from a constant, unstressed velocity and all non-linear terms in the perturbation speed components (and space derivatives) are ignored in the defining equations and boundary conditions. This paper provides a short overview on mathematical theories on supersonic flow, hypersonic flow and combustion.

**Keywords:** Hypersonic theory, thin boundary layer, Crocco-Leees theory, mathematical theories, integral approach

**1. INTRODUCTION**

The excessive expenditures coupled with full-scale research with flying scramjet engines have long withheld advancement. Nevertheless, a growing number of actors are recognizing the

capabilities, and there is at appear a lot in life of research being carried out on scramjet technology at a number of companies and organizations worldwide. Since a scramjet is confined to a certain velocity intervalitis often projected incombination with other propulsion systems, like rocket sand/or turbojet engines. All tested prototypes have primarily been augmented by a so-called booster rocket.

One of the possible applications of scramjet engines that promotion the most attentionisasa componentin apanned Single Stage to Orbit vehicle (SSTO).With this a vehicle is envisioned that can arrive alowere art horbit deprived ofletting go off ragments of its own structure, for example fuel tanks or burnt-out rockets. The stretch is roughly entirely hand-me-down for reusable vehicles. A vision many people strive for is an SSTO vehicle that starts and lands horizontally identical an ordinary aircraft but has the competence to fetch personnel and payload to subordinate earth orbits. The goal of SSTO technology is to stipulate in expensive,quicker,and extra safe accesstospace. This is to beattained by systems that,once in effective use,needless energy on the ground than the space transportation systems of today. Many dissimilar dissimilarities of SSTO vehicles have been recommended of which several implicate scram jet engines.Here two of the supplementarya uspicious concepts are revealed.TRC means Turbo Rocket Combined Cycle, a propulsion concept containing one or more turbofan engines of conventional type, one ramjet/scramjet engine and also a number of rocket engines. According to the conceptual strategy,the vehicle will start horizontally and has ten to Mach2.5driven by turbo fan engines.Supplementary thrust is formed by the united ramjet/scramjet engine engaged into process when sufficient speed for ramjet propulsion is touched. At Mach 2.5 the turbojets are turned off and the vehicle is motivated only by the ramjet/scramjet engine. Around Mach 5 the engine turns into full scramjet operation and keeps on fast-tracking up to Mach 14-18, where the rockets are ignited for the last kick obligatory to put the vehicle in orbit. Additional distinction that conceivably accepts better assurance drives under the cooperative name (RBCC) Rocket Based Combined Cycle. It is functioned in the same way as the TRCC but deprived of the turbojet engines. As an alternative, its customs rocket engines not only for the last quickening to orbit,but also at start-up,while waiting for ramjet operation can take over. In both of these perceptions the vehicle revenues to the earth and lands as an ordinaryaircraft.

## 2. LITERATURE REVIEW

Xiong et al. investigated the impact of water injection for scramjet engine efficiency [1]. They examined the impact of water injection on total fuel equivalence ratio. They observed that fuel equivalency optimization, intake compression ratio and water volume produced the optimum thrust. According to results, they reinforced the engine through water injection when reducing the fuel impulse to get the maximum thrust. Using water injection at big Mach numbers may provide improved efficiency. Improving inlet isentropic efficiency and rising average combustion temperature are both useful for full thrust. Below is the scramjet engine type. They explain how water injection influences simple thrust and fuel momentum. They find that the real thrust rises with the fuel impulse, as the proportion of water injection increases at higher temperatures. This is achieved on Mach 7.

Combination air and power, shockwave interface, like supersonic heat discharge are the most challenging phenomenon of the scramjet engine. Flow field investigation is scramjet's demanding practise. To build and construct supersonic flow in scramjet. Mixing air / fuel within a residence time, important factor in reducing pressure loss and maintaining combustion efficiency, is the most important concern we recognise when developing an engine. Since the air residence time in such a combustor is much too short, efficient air-fuel mixing is more difficult. However, the main issue is to minimise skin friction drag through developing the combustor as quickly as feasible. We have two options to pump fuel [7] and strut injection. A cavity wall injector is unified fuel injection system. In scramjet, it is indeed a brand-new flame-stability and flame-retention process. Combustion has been instrumental in human development. A cavity wall injector is unified fuel injection system. Choubey et al. [5] studied the impacts with inlet initial conditions on the double cavity scramjet combustion flow area. They compare their experiment findings with those relating to the field. The pressure supply curve revealed a few commonalities between both the new approach and previous literature. Their research is divided into eight cases, of which four deal of differences in air inlet boundary conditions, and four come to grips with hydrogen inlet boundary conditions. In both scenarios, hardly three aspects are found: Mach, temperature, and strain. To evaluate changes in surface inlet boundary conditions, they presume that hydrogen fuel inlet boundary conditions remain stable, and vice versa. In terms of combustion characteristics, overall pressure rehabilitation and the heat release rate, compare any example. Alterations in air inlet constraints have a larger effect on scramjet combustor flow area.

The effect of various hydrogen injection pressures with various ambient air temperatures mostly on flow field is studied by Pandey et al. [6]. Temperature and pressure profiles are gathered. The

shockwave may also be received. Fully utilized injection pressure allows the largest vortex to shape, which helps to blend better. The intake of air is an important element in combustion since it improves combustion performance. Kummitha et al. [7] discussed innovative approaches to fuel injection in their study paper. Because of the low air residence time in scramjet combustor, mixing air and fuel doesn't hit the necessary level. The revolutionary strut was built to increase air-fuel mixing by creating additional shockwaves. The strut side fuel injection system eliminates the delay in ignition relative to a double strut model, which offers superior mingling as well as combustion efficiency. They update the DLR scramjet throughout their paper (German aerospace centre). They equate the initial DLR with the DLR fuel injection and the DLR on this scram aircraft with the double stroke. Fuel injection on the side of the strut (2700k) achieved the highest static temperature, increasing combustion efficiency. Combustion efficiency is important in scramjet. DLR strut side injection increased combustion efficiency (approx. 78%). The effects of the original DLR scramjet and modern DLR scramjet versions with the equations of the Navier stocks. The strut side fuel injection method resulted in better mixing but combustion phenomena. They found that the double strut shortened ignition delay by creating a rapid fuel/air blend, that contributes to an increase in pressure and temperature with premature self-ignition. Choubey et al. [8] discuss recent advances in scramjet transverse injection processes. The most important subjects in aerospace engineering are combustion and combustion phenomenon. In order to improve air and fuel mixing, a modern transverse fuel delivery scheme was proposed. The flow field heterogeneity and the improvement in the penetration and mixing efficiency of its transverse injection system are all greatly influenced. The impact of parametric fluctuations on jet properties was addressed. The influence of geometric wall surface characteristics is also addressed.

Landsberg et al. [10] tested the efficiency of scramjet engines with high Mach numbers. In this paper they agreed to study the Mach 12 rectangular scramjet engine by means of the elliptical flow path scramjet. They collected proof of the Navier Stokes average equations of Reynolds. After which supply air flight measurements by 800K versus 1800K respectively on combustible walls. Where they believe that fuel is discharged through inlet as combustion plants about 1000K. They also had strong outcomes in combustion efficiency vs. lead edge distance and heat release intensity vs. inlet lead edge distance for various situations, such as inlet attached, including the combustion injector, the shock tunnel, the flight conditions. Pandey et al. [12] was working on measuring strut-based air inlet combustion mixing Mach 2. This fusion of air and fuel (H<sub>2</sub>) can also be achieved at the scramjet combustor. Hydrogen is poured from the combustion inlet through whiskers of a rudimentary spur at 36.54mm. Choose a strut design to generate good vorticity flow and improve H<sub>2</sub>/air mixing. We like the speed and vorticity of

flow to the configuration of model struts. Navier stokes (two-dimensional) equations used here as governing equations. Entropy must increase for the vortices induced and thus the energy loss must increase. They identified those variables through pressure, static temperatures, kinetic turbulence and density. These limited environments produce oblique shocks resulting from water particle encounters with the strut. Temperature, tension, density development, the figure of Mach fell during the shock wave. Abovementioned shocks are sluggish due to reflection According to the middle portion of these shocks, subsonic are critical in addition to blaze. K M Pandey et al. [13] was investigating the Mach 6 flight's parallel strut fuel injector. This paper examines the three different attack angles ( $\alpha=4^0$ ,  $0^0$  as well as  $-4^0$ ) to be used for simultaneous injection. They used the improved DLR scramjet model in this paper. Where they see the enforcement of calculations as equations of momentum and transport. In addition to combustion modelling, the eddy dissipation model was included. Besides three struts (88%), they attained proper combustion performance but instead 70% for two struts but mostly 44% for single strut injection. In addition to a negative angle of attack, the combustion process of Mach number 6 is optimum unlike positive than 0. The numerical findings thus indicate that the attack angle is in fine shape with  $\alpha=0^0$  studies. And their research results convey that the strut injector does not affect the isolator upstream. They indicated that the best temperature at  $\alpha=-4^0$  is 2600k, and the ignition time for  $\alpha=-4^0$  is lower than  $\alpha=0^0$ ,  $\alpha=4^0$ . The combustion effectiveness is also did receive at Mach number 6 for  $\alpha=-4^0$  (approx. 88%). Choubey et al. [14] deals with computational evaluation of scramjet combustor of contrasting wedge-shaped strut injector. Here, at Mach 7, three different angles of attack were conducted as  $\alpha=-3^0$ ,  $0^0$  and  $3^0$ . Here, both the model Navier stores and the model of shear stress transport used the flow structure prediction. Here is all the emulation of the fluent Ansys. The negative angle of attack ( $-3^0$ ) gives a low pause but still faster combustion than  $3^0$ ,  $0^0$ . In addition to a negative angle of attack, Scramjet engine performance could have increased. The findings show that the wedge-shaped strut injector is really not affected by the upstream direction to the isolator. Since mixing provides favourable heat power density and high volatility, combustion efficiency is higher for Mach 3.0. Kummitha et al. [11] explored the development of the scramjet engine utilising various fuel injection techniques including flame cavities. Two dissimilar holders of cavity flame were used to study inert fuel injection including direct fuel injection. They design a novel cavity flame holder that makes large cavity recirculation areas. They want to use another cavity flame holder as part of this direct fuel injection. By adding the second cavity, researchers were able to boost combustion stability by extending the residence time of the air and raising temperatures and pressures by producing additional recirculation zones. Comparing direct versus passive fuel injection processes, they equate a



cavity flame keeper's setup with a wavy wall pattern. Using a wavy wall allows the shear layer of recirculation areas to increase, as seen in results. Among other factors, the effect of a wave cavity combined with a direct injection into another cavity contributed to increased mixing performance and combustion. The paper showed that a mixture of direct and passive wall design fuel injection improves scramjet efficiency. Choubey et al. [12] employed multi-strut injection hydrogen in a scramjet system. Via multi-strut improves scramjet performance by reducing thermal shock chance. Compared to single spur injection, multi strut injection boosted scramjet performance as it increased the volume of hydrogen in the combustor, improving combustion. They look at up to 3 strut styles in this report. The maximum temperature for 3 spur injection is 2950K, higher than the single then double strut injection temperature. The three-strut design has a higher reliability.

Kim and Kwon researched modelling of insufficient scramjet combustion [13]. In this study, those who contemplate an observational experimental break-chemistry model for combustion. They recognise the separation stream of two fields, which, like real scramjet flows, have been unburned and burnt. When using the split chemistry model, combustion efficiency was supposed to be known. Incomplete combustion with one-dimensional analysis is carried out on scramjet. The combustion efficiency at 0.5 and perhaps an universal equivalence ratio of 0.5 decreased due to incomplete combustion. The thrush and temperature flow direction decreased. Even when combustion efficiency is a function of the combustion reaction stage and the split ratio, it is apparent that the chemical composition of the fuel-only region rises and falls independent of combustion efficiency improvements. The unreacted region which resulted in incomplete combustion appears to have a major impact not only on the chemical composition of the combustible but also on the performance of the vehicle. Kummitha et al. [14] research's is based on seek for new in scramjet combustor. Hydrogen power the scramjet. Strut is a mechanical component injecting fuel through into combustion chamber. Rocket and double-arrow strut injectors were also two major strut designs recently introduced. According to this article, compressed air might also abbreviate the ignition delay by reaching the combustion chamber. The combustion but also mixing performance of two rocket double and arrow prototypes is expected to be superior than the basic strut, or the separation of the boundary layer is also improved. Simple strut, rocket strut, and the double arrow style strut design features are matched on all criteria. The double arrow style strut surpassed the other three combustion efficiency designs.

Choubey and Pandey examined the impact on a double-strut scramjet combustor of many angles of attack [15]. They display a Mach 2.5 scramjet combustion chamber simulation with dual strut and 3 target angles ( $\alpha = -3^0, 0^0, \text{ then } 3^0$ ). In this case, fuel is injected by crossing two streams parallel to the air

flow. Navier-Stokes equations are used for combustion processes of scramjets and modelling of shock formation. They used fluent tools for modelling. The null position of strike geometry ( $\alpha=0^0$ ) in comparison with several other angles, including  $\alpha=3^0$  and  $\alpha=-3^0$ , has the lowest time of inflammation and therefore improves the combustion efficiency of the scramjet. At  $0^0$ , all efficiencies are improved, including combustion phenomena. Two hydrogen injectors permeate the air stream parallel. This article examines the picture of angle of attack, but also its effect on the development of shockwaves but rather the efficiency of combustion in something like a scramjet combustor, contrasting the two struts with one strut. Liu et al. [16] project aims to improve the efficiency of scramjet combustion engines. In this report, they consider the increase in combustion efficiency of solid scramjet missiles (SRS). Throughout this article you do many computer simulations. Findings show that the impact of gas injections appears to be much larger than the effectiveness ratio of the concave cavity and the depth of the cavity for improving running processes and full pressure recovery. Increased combustion efficiency by expanding the cavity's low-speed boundary area and rising particulate reflux. The combustion performance of 0.715 was achieved by increasing the mixing rate and reducing the average pressure recovery. Sharma et al. [17] released a paper on the optimum space among transverse jets within a scramjet engine. Many transverse fuel injectors plus a flame keeper are common features of scramjets. Only 2 jet scramjet setups are found in this paper. The effect of scramjet through the spacing around transverse fuel injectors was tested using cold flow simulation. The first jet stays stagnant, whereas the second jet can travel downstream in different flow areas at the trailing edge. In spite of dimensions and flow, they assumed the two jets were similar. For turbulence modelling, they utilized Mentor's SST K-two equation formula. Via the formation of high stream sensible vorticity, the connection of its transverse jet for the incoming flow will improve mixing. The gap among the jets provides an influence on both manufacturing and mixing. The secondary jet is located at the scene of the incident in comparison to the findings of this study.

Choubey and Pandey[18] addressed the impact on the flow area of a strut-based scramjet combustor from different wall injection approaches. In this case, hydrogen is necessary as a source of power. Multi-strut injectors are particularly useful to optimise the stability of H<sub>2</sub>-air in the combustion system. The scramjet combustion chamber was tested and the findings analysed with separate strut but also wall injector devices. The findings demonstrate that the incorporation of double struts with double injectors improves the performance of scramjet in contrast to other polytransmission + wall injection approaches. It achieves the maximum level of penetration, raising the temperature and creating a thick combustion zone across the partition. In the chart below, the absorption height could be shown for four

different situations. The overall height of penetration is Case 2 (multi-stroke +wall 1+wall 2 injectors). The combustion performance was also calculated in the four categories, which found that cases 2 had the highest combustion efficiency and even the highest blending efficiency. There are Cases 1 (multi-strut+1 injectors), 2 (multi-strut+2 injectors), 3 (multi-strut+3 wall injectors) and 4 (multi-strut+ wall injectors). Choubey and Pandey's paper [18] discusses the impact of the parametric difference in strut configuration and location on the output of a traditional two-strokes skramjet combustor. The findings of a two-strut combustion chamber are opposed to a single-strut combustor in this article. In contrast to a single strut, the use of two struts significantly increases the combustion ability of the combustion mixer. In the combustion area of the two-stroke combustor, effective combustion phenomenon became more natural. They discovered that the combustion performance is better unless the intersection point coincident with the divergences within the two-strut combustion. They addressed the significance of the lip height of the strut, the implications of the zigzagged injector and the impact of the strut's position on the combustion engine in this study. This article from Choubey et al. [19] deals with Mach number 2.5uel, a central lobed scramjet injection. In this situation, hydrogen was used as energy. Multi-strut insertion is mostly an active method to increase the total performance of a scramjet to decrease thermal shock in any kind of supersonic combustion. You start from the DLR scramjet concept. The quality of combustion is also highest with three injections. A steady 2D simulations are performed using the ANSYS 14 FLUENT language to test flow and the turbulent fuel-air mixing behaviour. The tests are used to evaluate the performance of triple stroke pressure delivery, including single stroke. Unlike a single strut, the highest combustion efficiency for triple struts (approximately 92% ). (65% of them). The mean temperature in recirculation regions was also found to be around 2950 degrees Fahrenheit.

464

Cao et al. [20] carried out a one-dimensional model analysis on factors influencing the transmission mode of combustion through scramjets. The change to combustion mode is beneficial for dual scramjets to attain high efficiency. The effects on air composition scramjet efficiency, combustion wall ruggedness, wall temperatures, heat release distribution and the fire duct region profile were examined. According to these documents, the laws of influence in engineering are useful. Kummitha et al. [21] conducted a cavity-based scramjet flame holder CFD analysis with ANSYS 16 FLUENT. They explored why different cavity flame holders controlled the internal fluid movement of the scramjet combustor. They used equations of the Reynolds Averaged Navier Stocks (RANS), the SST k-omega framework and hence the Chemical Turbulence Eddy Dissipation model for regulating reaction flows. In this article, the researchers used a one-step global combustion model response approach. Since it

requires less time to calculate, the DLR scramjet model was used for this analysis. In this article, they uncovered a basic method for improving mixing performance. They claim the cavity scramjet simulations have existing recirculation areas, shock waves, but mostly vortices, both improving residence time and mixing air/fuel. According to their findings, adding a cavity flame keeper to the basic model increases combustion stability. According to this article, the output with cavity flame keeper is better than the basic version of scramjet combustor without cavity. The phase cavity framework is the most effective of these models.

Pandey and Reddy[21] worked on a computational simulation of the cavity wall injection. During the simulation, the average Reynolds Navier stocks (RANS) prototype and the k model equations were used. Their findings show that when the Mach is 2 and the period to depth ratio is 5, the optimum combustion temperature is 1,400K. They could achieve higher thrust efficiency with an axial speed of 1800m/s and subsequently with a delicate shockwave growth. The flame of the well would stay illuminated if indeed the wall nozzle has such an L/D of 5. They examined a variety of features, with the exception of static strain, temperature, density, turbulence kinetic and speed differential with length. Rong et al. [44] investigated the use of plasma for scramjets as a means of ignition. They used a cavity-based scramjet engine. They use gliding arc technology to dump plasma. The fuel for a very scramjet is the ethylene fuel nozzle with just Mach of 2.92. The direct ignition and re-ignition mechanisms were studied in this paper. The flame propagation time was faster and the flame kernel was bigger in the reignition step than in direct ignition. Li et al. [22] examined the effect of the angled block on the combination of a scramjet hydrogen jet fuel. This report described the numerical method for evaluating the intelligent automation of simultaneous hydrogen aircrafts in supersonic airflow. The impacts of fuel jet momentum, free Mach number, including background intensity, have been investigated on the combined productivity of four hydrogen jets. The back-step height drop from 30mm to 15mm, resulting in a 28 percent increase in mixing speed downstream of the fuel jets, as shown by this report. Reliability indices are used for the simulations. Below is a schematic of the mesh generation operation. They made use of two back steps that were 3.0mm then 1.5mm in length. They compare the results of the current simulation with that of previous simulations in this portion

Pandey and Roga's [23] thesis concentrate regarding hypersonic combustion cavity-based fuel injection. The fuel of this scramjet engine is hydrogen. Still a Mach Number of 2, the fuel is being pumped here. In this article, they analysed the flow structure, ignition and supersonic mixture with a cavity-based injector. The result and the direction Mach have an effect on the hypothesis of combustion and the composition of the shock wave. Their results have seen to be in strong alignment with either the

effects of the studies. Vortices are formed as a consequence of the cooperation seen between shock wave and indeed the shear plate, that enhances fuel/air mixing and thereby increases combustion efficiency. They were able to reach an elevated temperature of 2570K and even a combustion efficiency of 40 % compared using the cavity process. During the scramjet combustion supersonic flow

### 3. MATHEMATICAL EQUATIONS OF TURBULENCE MODELING

The equations are described here.

#### model equation

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \epsilon - Y_M + S_k \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \epsilon) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \epsilon u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} (G_k + C_{3\epsilon} G_b) - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k} + S_\epsilon \quad (2)$$

Where;

$G_k$  : The generation of turbulent kinetic energy that arises due to mean velocity gradients

$G_b$  : The generation of turbulent kinetic energy that arises due to buoyancy

$Y_M$  : The fluctuating dilation in compressible turbulence

$S_\epsilon$  and  $S_k$  : Source terms defined by the user.

$C_{1\epsilon} = 1.44$ ,  $C_{2\epsilon} = 1.92$  and  $C_{3\epsilon} = 0.09$  are constants

$\sigma_k = 1.0$  and  $\sigma_\epsilon = 1.3$  are Turbulent Prandtl numbers for the turbulent kinetic energy and its dissipation rate.

#### K- $\omega$ model equation

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k - Y_k + S_k \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \omega) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \omega u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + G_\omega - Y_\omega + S_\omega \quad (4)$$

Where;

$G_k$  : The generation of turbulent kinetic energy that arises due to mean velocity gradients

$G_\omega$  : The generation  $\omega$  which is defined in the exact manor in k- $\epsilon$  model

$Y_k$  and  $Y_\omega$  : Dissipation of k and  $\omega$  due to turbulence

$\sigma_k = \sigma_\omega = 2$  are Turbulent Prandtl numbers.

$S_\omega$  and  $S_k$  : Source terms defined by the user.

### RANS model equation

$$\left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_k \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_k}\right) = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\mu \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j}) + \frac{\partial R_{ij}}{\partial x_j} \quad (5)$$

Where;

$\acute{u}_i$  : Fluctuating component

$\bar{u}_i$  : Time average component

$U_i$  : Instantaneous component

$R_{ij} = -\overline{\rho \acute{u}_i \acute{u}_j}$  = Reynolds stress tensor and u, p and  $\rho$  are transported variables

### LES model equation

$$\bar{\Phi}(x) = \int_D \Phi(x') G(x, x') dx' \quad (6)$$

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_j \partial x_j} - \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \quad (7)$$

Where;

$$\tau_{ij} = \overline{u_i u_j} - \bar{u}_i \cdot \bar{u}_j$$

D : The fluid domain that determines the scale of the resolved eddies.

G : The filter function that determines the scale of the resolved eddies.

## 4. CONCLUSION

It is an established fact that LES modeling is best suited and work is in progress to see if we can have some better solution, although it is not so easy task.

## REFERENCES

- [1] Y Xiong, J Qin , K Cheng , Y Wang,(2020) Influence of water injection on performance of scramjet engine, energy 201 PP. 117-477.
- [2] L Massa, J B Freund,(2017) Plasma-combustion coupling in a dielectric-barrier discharge actuated fuel jet, combustion and flame 184 , 208-232.
- [3] G Choubey, Y D W Huang, L Yan, H Babazadeh, K.M. Pandey,(2020) Hydrogen fuel in scramjet engines - A brief review, international journal of hydrogen energy 45 PP. 16799-16819.
- [4] Y Tian, S Yang, J Le, T Su, M Yue, F Zhong, X Tian (2016), Investigation of combustion and flame stabilization modes in a hydrogen fueled scramjet combustor, international journal of hydrogen energy 41, PP. 19218-19230.
- [5] G Choubey, K.M. Pandey, (2018), Effect of variation of inlet boundary conditions on the combustion flow-field of a typical double cavity scramjet combustor, international journal of hydrogen energy 43 PP. 8139-8151.
- [6] K.M. Pandey, G Choubey, F Ahmed, D H Laskar, P Ramnani, (2017), Effect of variation of hydrogen injection pressure and inlet air temperature on the flow-field of a typical double cavity scramjet combustor, international journal of hydrogen energy 42 PP. 20824-20834.

- [7] O R Kummitha, L Suneetha, K.M. Pandey,(2017), Numerical analysis of scramjet combustor with innovative strut and fuel injection techniques, international journal of hydrogen energy 42, PP. 10524-10535.
- [8] G Choubey, D Yuvarajan, W Huang, A Shafee, K.M. Pandey,(2020), Recent research progress on transverse injection technique for scramjet applications-a brief review, international journal of hydrogen energy 45PP. 27806-27827.
- [9] W O. Landsberg, V Wheatley, M K. Smart, AnanthanarayananVeeraragavan, Performance of high mach number scramjets - Tunnel vs flight, Acta Astronautica 146 (2018) 103-110.
- [10] K. M. Pandey, S. Roga and G. Choubey (2016), Numerical Investigation on Hydrogen-Fueled Scramjet Combustor with Parallel Strut Fuel Injector at a Flight Mach Number of 6, Journal of Applied Fluid Mechanics, Volume 9 Issue 3 PP.1215-1220.
- [11] G Choubey, K M Pandey (2015), Numerical studies on the performance of scramjet combustor with alternate wedge-shaped strut injector, international journal of turbo & jet engines volume 34 issue 1 . DOI 10.1515/tjj-2015-0048.
- [12] O R Kummitha, K M Pandey, R Gupta(2018), Optimization of scramjet performance with different fuel injection techniques and flame holder cavities, acta astronautica 152 PP. 908-919.
- [13] J W Kim, O J Kwon., (2019), Modeling of incomplete combustion in a scramjet engine, Aero Space science and technology 78 PP. 397-402.
- [14] O R Kummitha, K.M. Pandey, R Gupta,(2020), Numerical analysis of hydrogen fueled scramjet combustor with innovative designs of strut injector, international journal of hydrogen energy 45 PP. 13659- 13671.
- [15] G Choubey, K.M. Pandey, (2016), Effect of variation of angle of attack on the performance of two-strut scramjet combustor, international journal of hydrogen energy 41 PP. 11455-11470.
- [16] J Liu, N Wang, J Wang, Z Li, (2020), Optimizing combustion performance in a solid rocket scramjet engine, Aerospace science and technology 99 PP. 105560.[
- [17] V Sharma, Eswaran, D Chakraborty,(2020) , Determination of optimal spacing between transverse jets in a SCRAMJET engine, aerospace science and technology 96 PP. 105520.
- [18] G Choubey, K.M. Pandey, (2018), Effect of different wall injection schemes on the flow-field of hydrogen fuelled strut-based scramjet combustor, Acta Astronautica 145 PP. 93-104.
- [19] G Choubey, K.M. Pandey(2017), Effect of parametric variation of strut layout and position on the performance of a typical two-strut based scramjet combustor, international journal of hydrogen energy 42, PP. 10485-10500.
- [20] R Cao, Y Lu, D Yu, J Chang, Study on influencing factors of combustion mode transition boundary for a scramjet engine based on one-dimensional model, aerospace science and technology 96 (2020) 105590.
- [21] O R Kummitha, K M Pandey, R Gupta, CFD analysis of a scramjet combustor with cavity-based flame holders, Acta Astronautica 144 (2018) 244-253.
- [22] Z Li, M. B Gerdroodbary, R. Moradi, T D Manh, H Babazadeh, Effect of inclined block on fuel mixing of multi hydrogen jets in scramjet engine, aerospace science and technology 105 (2020) 106035.
- [23] K.M. Pandey and S. Roga, CFD Analysis of Hypersonic Combustion of H<sub>2</sub>-Fueled Scramjet Combustor with Cavity Based Fuel Injector at Flight Mach 6, Applied Mechanics and Materials 656 (2014) 53-63.

**MEDENİYET TARİHİ BOYUNCA BOYA****Sevi ÖZ****ORCID NO:0000-0002-4628-0365**Department of Chemistry, Faculty of Science and Art, Ankara Hacı Bayram Veli University, Ankara, 06300,  
Turkey**Orhan ATAKOL****ORCID NO:0000-0003-0977-6588**

Department of Chemistry, Science Faculty, Ankara University, Ankara 06100, Turkey

**ÖZET**

Renk kavramı, insan ve hayvanların evrimiyle birlikte gelişmiş olan estetik bir kavramdır. Her şeyden önce renk ayırt edici bir özelliktir. Bitkiler tozlaşma için böcekleri cezbetmek ve kendilerine yaklaşıp konmalarını sağlamak amacıyla renkli çiçekler açarlar. Hayvanlar ve böcekler bu renklere bakarak çiçeklere konar tozlaşmayı sağlar. Böcekler renklerine bakarak eşlerini bulur (sadece renk değil feromon gibi başka belirleyici faktörlerde vardır). Gelişmiş hayvanlar eşlerine kur yapmak için renklerini kullanırlar. Renk kavramı hayvan ve bitkilerde seçicilik, ayırt etme, tanınma amaçlı gelişmiş olsada insanda yarattığı tamamen estetik bir duygudur. Bu yüzden insanlar uygarlık tarihi boyunca boyalarla içiçe olmuşlardır.

**Anahtar Kelimeler:**Renk, Boya, Medeniyet

469

**DYE THROUGHOUT THE CIVILIZATION HISTORY****ABSTRACT**

The concept of color is an aesthetic concept that has developed with the evolution of humans and animals. First of all, color is a distinctive feature. Plants bloom colorful flowers to attract insects for pollination and allow them to approach and land. By looking at these colors, animals and insects allow the flowers to be pollinated. Insects find their mates by looking at their color (not only color but also other determining factors such as pheromones). Advanced animals use their colors to woo their mates. Although the concept of color is developed for selectivity, discrimination and recognition in animals and plants, it is a purely aesthetic feeling that it creates in humans. That's why people have been intertwined with paints throughout the history of civilization.

**Keywords:** Color, Dye, Civilization**1. GİRİŞ**

Minerallerin, bitki ve hayvanların renkleri insanı etkilemiştir. Bu sebepten dolayı daha paleolitik çağda (yaklaşık 2 milyon yıl önce başlamış ve 12000 yıl önce son bulmuştur) insanlar yaşadıkları mağaraların duvarlarına resimler yapmışlardır. Kronolojik olarak ilk yapılan resimler yaşamlarındaki av sahnelerini



gösterirken (tabi ki bu resimlerde beslenme içgüdü, korku ve korunma içgüdü ön plana çıkmakta), yerleşik düzene geçtikten sonra besledikleri hayvan resimleri, konutlarının duvarlarında resmedilmiştir.

Neolitik çağ (MÖ 8000-5500)ve öncesine ait mağara resimlerinde kullanılan boyalar tamamen doğal mineraller veya kömürdür.

Boya, endüstriyel olarak ilk kez Antik Mısır'da, eski krallık döneminde üreilmeye başlanmıştır. Bu dönemde Mısır'da doğal minerallerden boya badana malzemesi hazırlayan meslek grupları ortaya çıkmıştır. Antik Yunan ve Roma dönemlerinde bu meslek giderek genişlemiş ve badana boya sayısı artmıştır. Ancak kullanılan boya maddeler, pigment olduklarından, ışık etkisiyle bozunmanın önüne geçilememiştir.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bilinen en eski mağara resimleri Fransa'da Ardenler bölgesinde keşfedilen Chauvet Mağarası'ndaki resimlerdir ([https://tr.wikipedia.org/wiki/Chauvet\\_Mağarası](https://tr.wikipedia.org/wiki/Chauvet_Mağarası)). Aslan, boğa, bizon, insan, mamut gibi 13 farklı figür resmedilmiş ve çizgiler odun kömürü ile ve  $Fe_2O_3$  ile çizilmişlerdir. Odun kömürü  $^{14}C$  analizine izin verdiğinden, çizgilerin yaşı hakkında bilgi edinilmiştir.  $^{14}C$  analizine göre resimlerin yaşı 20000-24000 yıldır. Ancak 36000 yıl öncesine dair bulgular da vardır.

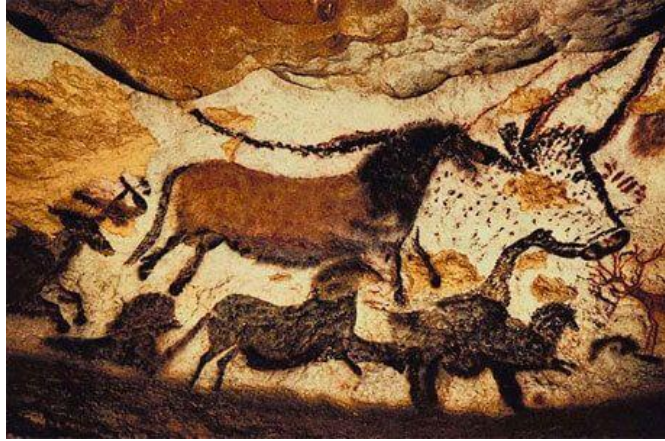


Kaynak: [www.cinema-science-aurignac.org/films/2017](http://www.cinema-science-aurignac.org/films/2017)(Chauvet Mağarası)

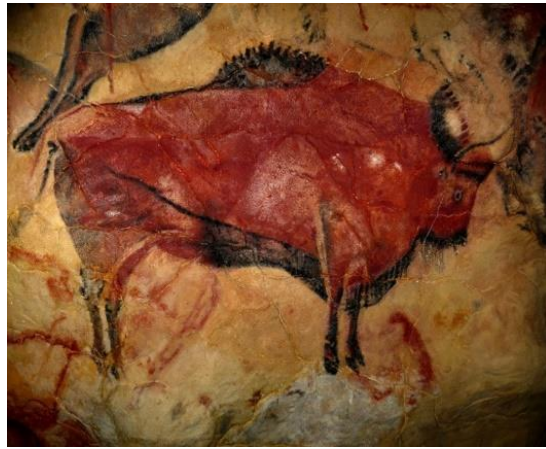


Kaynak: [www.fikriyat.com](http://www.fikriyat.com)(Chauvet Mağarası)

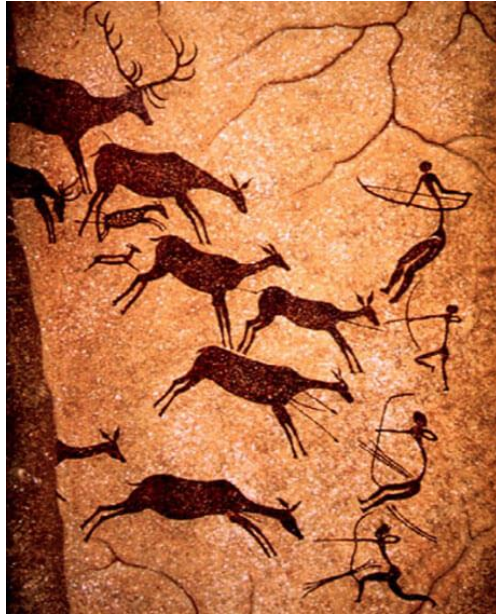
Avrupa'da 14000 yıl öncesinden olduğu tahmin edilen diğer mağara çizimleri, yine Fransa'da Lascaux Mağarası'ndadır(<https://tr.wikipedia.org/wiki/Lascaux>).Bu mağarada sadece  $Fe_2O_3$  değil hidratize,  $FeO(OH)$  formülündeki, sarı boyanın ve siyah renk için odun kömürü yanında  $MnO_2$  (bromit) kullanılmıştır. 11000 yıl öncesine ait mağara çizimleri yine Fransa'da Altamira'da bulunmuş olup aynı desenler ve renkler Altamira'da da görülmüştür([https://tr.wikipedia.org/wiki/Altamira\\_Mağarası](https://tr.wikipedia.org/wiki/Altamira_Mağarası)).



Kaynak: Yüksel Arslantaş, 2014 (Altamira Mağarası)



Kaynak: [www.wn.de](http://www.wn.de) (Altamira Mağarası)



Kaynak: <http://ahmetustanindefteri.blogspot.com> (Lascaux Mağarası)



Kaynak: <http://ahmetustanindefteri.blogspot.com> (Lascaux Mağarası)

Dünyada keşfedilen ve önemli duvar resimlerinin bulunduğu yerler aşağıda sıralanmıştır.

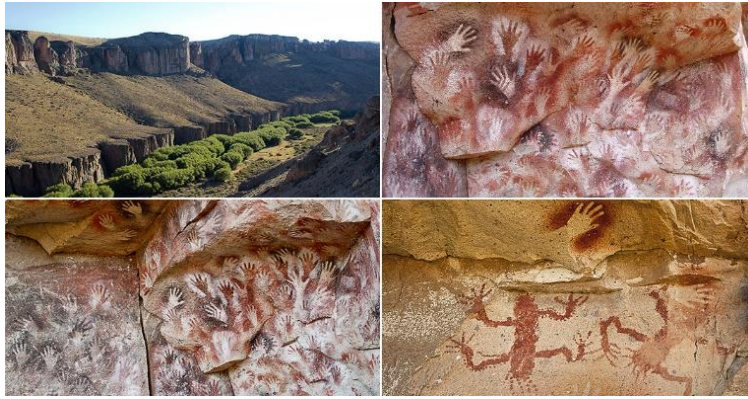
- Asya'da Burmada Padah-Lin Mağarası ([https://en.wikipedia.org/wiki/Padah-Lin\\_Caves](https://en.wikipedia.org/wiki/Padah-Lin_Caves))
- Tayland'da Petchaubun Yarığı
- Malezya'da Gua Tambon, Parak, Niah mağaraları
- Endonezya'da Maros Mağarası ([https://en.wikipedia.org/wiki/Caves\\_in\\_the\\_Maros-Pangkep\\_karst](https://en.wikipedia.org/wiki/Caves_in_the_Maros-Pangkep_karst))
- Orta Hindistan'da Bhimbekta Kayalığı ([https://tr.wikipedia.org/wiki/Bhimbetka\\_kaya\\_barınakları](https://tr.wikipedia.org/wiki/Bhimbetka_kaya_barınakları))
- Arjantin'de Neuquen Mağarası ve yine Arjantin Patagonya'da Hands Mağarası ([https://en.wikipedia.org/wiki/Las\\_Lajas,\\_Neuquen](https://en.wikipedia.org/wiki/Las_Lajas,_Neuquen), [https://en.wikipedia.org/wiki/Cueva\\_de\\_las\\_Manos](https://en.wikipedia.org/wiki/Cueva_de_las_Manos))



Kaynak: cnn80.blogspot.com (Bhimbekta Kayalığı)



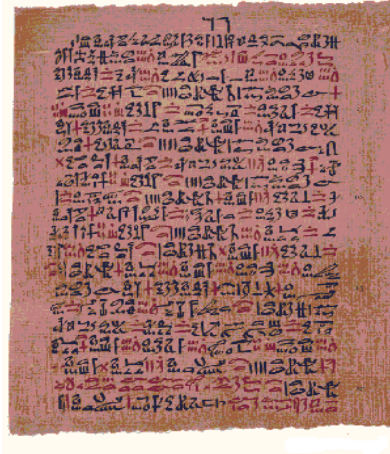
Kaynak: theconversation.com (Maros Mağarası)



Kaynak: en.m.wikipedia.org (Hands Mağarası çizimleri)

Paleolitik çağdan itibaren, zaman ilerledikçe, insanın renklere olan ilgisi artmakta ve sanat ortaya çıkmaktadır. Tarihte ilk kullanılan boyalar, öncelikle karbon yani odun kömürü (siyah) ve yüzeyde bulunan demirli mineraller, Hematit ( $Fe_2O_3$ , kırmızı bordo), hidratize hali olan limonit (sarı) ve magnetit ( $Fe_3O_4$ , gri-siyah). Alt neolitik döneme kadar farklı renkteki mineraller mağara resimlerinde pek görülmemektedir. Tarihsel bulgularda ulaştığımız en eski uygarlıklar, Mezopotamya ve Mısır

uygarlıklarıdır. Mısır uygarlığı, oldukça renkli ve hareketli bir uygarlıktır. İklim ve tarım özelliklerinden dolayı, eski dünyada insan popülasyonunun en yüksek olduğu bölgedir. Doğal olarak yerleşik düzende meslek kavramı ortaya çıkmaya başlamıştır. Henüz nasıl keşfedildiğine dair bir veri olmamakla birlikte, Mısır papirüslerinde, daha ilk krallık döneminden beri kullanılmaya başlanan, bazı boyalardan söz edilmektedir. Ebers papirüsü, Edwin Smith papirüsü gibi çok sayıda teknik bilgi veren papirüs bulunmuştur (A. Abel, 2012).



Ebers papirüsü



Edwin Smith papirüsü

(Papirüs fotoğrafları kaynak: Osman Gürel, 2021)

## 2.1. Antik Mısırda Kullanılan Boyalar

1-Archil veya Orchil: Likenlerden elde edilen boyalardır.

2-Alkanet: Anchusa Tinctoria bitkisinin çiçeklerinden ve kökünden elde edilen kırmızı veya mavi boyalardır.

3-Madder: Rubia Tinctorum bitkisinin kökünden hazırlanan kırmızı, bordo boyalardır.

4-Kermes: Kermes familyasından olan bitkilerden (coccus ilicis) hazırlanan flavonoid türü boyalardır.

5-Woad: *Indigofera tinctoria* bitkisinin kökünden elde edilen mavi boyalardır.

Bunun yanında Eski Mısır'da çiçeklerden özellikle safran bitkisinden sarı boya elde edilmekteydi.

Ayrıca kökeni Antik Mısır'a kadar uzanan kına maddesinde boya amaçlı kullanılmaktaydı.

Likenler renkli olduklarından; Antik Mısır'da likenler özütlenerek sarı-kırmızı, sarı-yeşil, yeşil-haki renkli

Orchil boyları elde edilebilmekteydi.



Xanthoria parietina adlı liken türü



Anchusa tinctoria veya Alkanna tinctoria adlı bitki çiçekleri

Tinctoria taksonu yüzlerce yıl insanların boya elde ettiği bir bitki türüdür. Alkanet bu bitkiden elde ediliyordu. Günümüzde hala kullanılmaktadır.



Antik Mısır'da adı Madder olan Alkanet boyası (bitkinin kökünden elde edilmiştir)



Rubia Tinctoria (kırmızı kökboyası)



Safran çiçeği ve bu çiçeğin erkek ve dişi organlarından elde edilen boya. Günümüzde gıdalarda da kullanılmaktadır.

476



Kına bitkisi (Lawsonia Inermis)

Kına zaten kuzey Afrika ve Hindistan'da yetiştiğinden, Antik Mısır'da keşfedilmiş olma olasılığı yüksektir.



İndigofera Tinctoria

Yüzerce yıl “çivit” adı ile bilinen mavi madde. Boyama etkisinden çok optik beyazlatıcı etkisi vardır.

## 2.2. Antik Mısır’da Kullanılan Pigmentler

Pigment, kendisi boyar madde sınıfından olmayan, opak, badana veya boyalara renk vermek için kullanılan, çözünürlüğü olmayan maddelere verilen addır.

1-Orpiment: Bu mineral Mısır’da bulunmuyordu. İran’dan ithal ediliyordu. Sarı renkli pigmenttir.  $As_2S_3$  yapısındadır. Tutankhamun veya Tutankamon’un (MÖ 1332–MÖ 1323 yılları arasında hüküm sürmüş Mısır firavunu) lahdinde bulunan sarı boyalar orpimenttir.

2-Realgar: Kırmızıya kaçan sarı renkli bu boya, gerçekte  $\alpha$ - $As_4S_4$  ya da  $As_2S_3$  yapısındadır. Yeniçağa kadar kullanılmıştır.

3-Vermilion (Çin Kırmızısı): Cinnabar (zinober) mineralidir, yani  $HgS$  yapısındadır ve parlak kırmızı renklidir.

4-Malahit: Kapalı formülü  $C_{23}H_{25}N_2Cl$  olan bir boyarmaddedir. Malahit yeşili, malahit minerali içermez. İsmi sadece renk benzerliğinden gelir.

5-Azurit:  $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$  yapısında, mavi yeşil doğal mineraldir.

6-Mısır Mavisi: Kimyasal yapısı,  $CaO.CuO.(SiO_2)_4$  olan bir mavidir. Doğada böyle bir mineral bulunmadığından birkaç mineralin ısıtılmasıyla hazırlanıyordu. Eski Çin’de buna benzer bir mineral boya kullanılıyordu.





Orpiment ya da sarı zırnık olarak da bilinen madde



478

Orpiment, Anadolu'da çok yerde kristalin olarak bulunur.  
Son derece zehirlidir. Antik Mısır'da tıbbi amaçla da kullanılmıştır.



Tutankamon'un lahdinde bulunan maske

Sarı boyalar orpiment, mavi olanlar ise lapis lazuli ve mısır mavisi'dir. Her üç madde de pigmenttir.



Realgar

$As_4S_4$  –  $As_3S_4$ -  $As_2S_5$  yapılarında olabilir.

Renk; As oranı arttıkça, kırmızıya; S oranı arttıkça sarıya yaklaşır. Bu mineral, Anadolu'da "kırmızı zırnık" adı ile de bilinir, son derece zehirlidir.



479

Doğadaki haliyle cinnabar (zinobar) minerali,  $HgS$ . Anadolu'da bolca bulunur ve "zincifre" olarak bilinir.

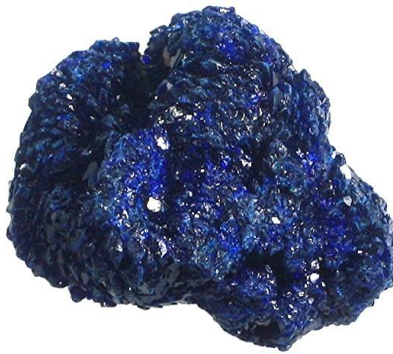


Malahit,  $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$

Antik Mısır'da bu taşın, gizemli bir gücü olduğuna inanılırdı.



Lapis Lazuli ya da Lazurite,  $(\text{Na,Ca})_8[(\text{S,Cl,SO}_4,\text{OH})_2(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})]$  yapısındaki kıymetli mineraldir.



Azurit,  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$  yapısında, rengi ağırlıklı olarak mavi olan mineraldir.

480



Mısır mavisi ( $2\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$ )

Antik Mısır'da lapis lazuli yerine kullanılabilen, yapay hazırlanan bir pigmenttir. Malahit ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ), kum ve kireç karışımının, 800 °C sıcaklığın üzerinde ısıtılmasıyla elde edilmektedir.

Lapis lazuli pahalı olduğundan, Antik Mısır'da alternatif olarak üretiliyordu. Ayrıca toz Pigment, seramik malzeme ile karıştırılabiliyordu bu sebepten Antik Mısır'da uzun süre kullanılmıştır. Roma döneminden sonra önemini kaybetmiştir.

### 2.3. Yunan-Roma Döneminde Kullanılan Boyalar

Antik Yunanlılar ve devam eden zamanlarda Yunanlılar, Mısırlıların kullandığı boyaları kullandıkları gibi farklı boyalar da kullanmaya başladılar. Antik Yunan'da kumaşlar, yün veya ketenden yapılırdı. Yün boyaması biraz pahalı olduğu için, yün kumaşları kullanan insanlar, genelde aristokrat sınıftan insanlardı. İç çamaşırı bu zamanda ortaya çıkmış olup, pamuktan yapılırdı ve boyanmazdı. İndigo, Mısır'da temel boya olmasına rağmen, Antik Yunan'da sıradan bir boya idi. Yunan'da en gözde boya; müreks (veya doğal viyole) idi. Kabuklu deniz hayvanlarından ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen bu boya, Lübnan'ın Sur ya da Tyre (İngilizce) şehrinden ithal ediliyordu. Bu boyanın kabuklu deniz hayvanlarından nasıl elde edildiğini ilk olarak Aristoteles yazılı olarak bırakmıştır. Mitolojide mor boyanın, ilk olarak Herkül tarafından gözleendiği belirtilir. Deniz salyangozlarını yiyen köpeğin ağzındaki morarmadan dolayı keşfedildiği belirtilir. Gerçekte bu deniz hayvanlarının kaçmak gizlenmek için kullandıkları bir kamuflaj boyasıdır. 12000 deniz salyangozundan sadece 1,4 kg müreks elde edildiği yazılmıştır. Olası olarak bu sebepten dolayı Antik Yunan'da en pahalı boya idi.



Müreks Brandaris kabukları

### 2.4. Roma Döneminde Kullanılan Boyalar

Romalılar ticari alanda başarılı olduklarından, boya ticaretini geliştiren kişilerdir. Çin'e kadar boya ticareti yapmışlardır. Roma döneminde farklı boya olarak Weld adlı boyayı kullanmışlardır. Bu boya Avrupa'da yetişen "reseda luteola" adlı bir bitkiden elde edilen sarı bir boyar maddedir. Alümina minerali ile mordanlandığında daha parlak ve ışığa dayanıklı hale gelmektedir. Boya tarihinde bilmedende olsa ilk mordanlama işlemlerine ait güzel bir örnektir.

*Pompei, Herculaneum* kazıları, Romanın seramik ve badana konusunda oldukça ileri bir düzeye vardığını kanıtlamaktadır. Hemen hemen tüm evler badanalıdır. 1980-81 kazılarında, Pompei'de, bazı toz

pigmentler ele geçmiştir. Bunlar arasında Hematit, *geotit*, cinnabar bulunmaktadır. Bunlar Mısır döneminden beri bilinen pigmentlerdir.

## 2.5. Ortaçağ Boyunca Kullanılan Boya ve Pigmentler

Ortaçağ boyunca kullanılan boyalara bir yenisi eklenmemiştir, sadece boyama yöntemleri ve boyaların uygulaması değişiklik göstermiştir. Ancak artan Avrupa nüfusu yüzünden yerleşim birimleri civarında, boya atıkları koku yaymaya başladığından, çevre ile ilgili ilk yasaklamaların ortaçağda ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu çağda ortaya çıkan boyar maddelerden en tanınmış olanları Brazilwood, logwood, cochineal adlı boyalardır. Brazilwood 1321'de Asya'da bilinmesine rağmen, orman ağaçlarının kabuklarından elde edildiğinden, daha sonraki yıllarda Brezilya ormanlarındaki ağaçlardan elde edilmiş bir boyadır. Logwood ve cochineal, Azteklerin kullandığı ağaç kökenli kırmızı-turuncu boyalardır.

Ortaçağ, boyar maddelerin çok yaygınlaştığı, yenilerinin keşfedildiği bir zaman dilimi olmamakla birlikte, özellikle pigment çeşitlerinin artmaya başladığı çağdır. Bu çağda ortaya çıkan, dini metinlerin yazıldığı el yazması kitaplar, çok farklı minerallerle renklendirilmiştir. 586 yılında yazılan Rabbula İncili ve bu yüzyılda yazılmış olan Garima Yazıları bunlara örnek verilebilir.



Rabbula İncili içinden bir sayfa

Hz. İsa'nın göğe yükselişi, sadece yazarının adının Rabbula olduğu bilinmektedir. Erken Hristiyanlık döneminden (M.S.580-590) kalma İncil, Antakya ve Suriye'de, Hama yakınındaki Apamea şehrinde yazıldığı sanılmaktadır. Süryanice yazılmıştır.

Bu incilde ilginç olan, resimlerin renklenmesinin başlamasıdır. Benzer olay, Garima İncilinde de görülmektedir. Garima İncili, Etiyopya'daki manastırlarda yazılmış ve renkli resimlenmiştir. Abba

Garima adlı bir rahibin İstanbul'dan çıkarak 494-495 yılında Etiyopya'daki bir manastıra göç etmesinden sonra yazılmıştır. C14 analizleri bu tarihi doğrulamaktadır. Garima İncili de çok renkli olarak boyanmış resimler içerir.

Ortaçağda boyar maddelerin artık kullanıldığını ve el yazması kitaplarda uygulandığı anlaşılmaktadır.



Brazilwood ekstraktı



Brazilwood ağacı



Cochineal böceği



Cochineal böceğinin kabuğunun tozu

Cochineal, görüldüğü gibi bir böcek olup, bu böceğin kabuklarının toz edilmesinden sonra boya ekstraktı elde edilmektedir.

Günümüzde hala gıda boyası amaçlı kullanılmaktadır. Azteklerin çokça kullandığı bir boyadır.

Ortaçağ boyunca, Antik Mısır ve Yunan'da kullanılan boyalar kullanılmış ve ticareti yapılmıştır. Bunun yanında üç yeni pigmentin daha kullanıldığını görüyoruz, bu pigmentler;

- 1- Verdigris:  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , Bakır levhalara asetik asit (sirke asidinin) etkisi ile 484 meydana gelen mavi-yeşil pigmenttir. New York'taki ABD bağımsızlık heykeli verdigris ile boyanmıştır.
- 2- Kurşun-Kalay Sarısı:  $\text{Pb}_2\text{SnO}_4$  yapısında bir pigmenttir. Yapay olarak yapılan ve 13. Yüzyıldan beri bilinir. Kurşun- Kalay sarısı, yağlı boya yapımında çok kullanılmıştır. Rembrandt'ın (Hollandalı ressam ve baskı ustası, 1606-1669) tablolarında kullandığı bir maddedir.
- 3- Hindistan Sarısı: Mango ağaçlarının yapraklarıyla beslenmiş ineklerin idrarlarından elde edilmiş bir boyadır, kimyasal bileşimi  $\text{C}_{19}\text{H}_{16}\text{O}_5\text{Mg} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Hindistan halkının en çok kullandığı renklerden bir tanesidir.



Verdigris ile boyanmış bağımsızlık heykeli



Kurşun–Kalay Sarısı



Hindistan Sarısı



## 2.6. Endüstri Devriminde Pigmentler

Endüstri devrimi adını verdiğimiz 1850'li yıllardan hemen önce, ortaçağda kullanılan pigmentlere yenileri eklenmiştir.

Bunlar aşağıda sıralanmıştır;

- 1- Schweinfurt Yeşili:  $Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$  yapısında, zümrüt yeşili veya Viyana yeşili olarak da adlandırılan bir yapay pigmenttir. Carl Wilhelm Scheele (İsveç asıllı Alman eczacı ve kimyager, 1742-1786) tarafından keşfedilmiş olmasına rağmen, Russ ve Sattler tarafından 'zümrüt yeşili' olarak icat edildi. Bu iki kimyager, Scheele'nin yeşili üzerinde daha uzun ömürlü bir pigment üretmeye çalışıyorlardı. Tarifi 1822'de yayınladıklarında, toksisitesi belirginleşti. Buna rağmen, Scheele'nin yeşili gibi, zehirlenme kazalarına sebep olmaya devam ettiler. Van Gogh, Monet ve Cézanne tarafından çok kullanılmış bir boyadır.
- 2- Rinmann Yeşili:  $CoZnO_2$  kimyasal yapısında yeşil bir pigmenttir.
- 3- Thenard Mavisi: 1802'de Louis Jacques *Thénard* tarafından alümina bazlı,  $Co(AlO_2)_2$  yapısında gök mavisi bir pigmenttir. Özellikle Renoir'in tablolarında kullanılmıştır.
- 4- Krom Pigmentleri: Krom bileşikleri yükseltgenme basamaklarına göre farklı renklerde olurlar.

$FeCrO_4$ : Kromit, sarı

$Pb_2(CrO_4)(OH)_2$ : Krokoit, limon sarısı

$Cr_2O_3$ : Kromoksit, yeşil

$Pb(Cr,Mo)O_4$ : Molibdat, mavi

486

### **Organik Pigmentler:**

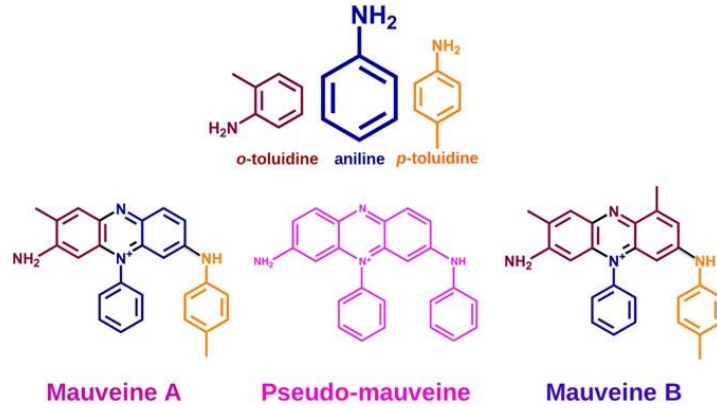
Çağlar boyunca pigment olarak kullanılan maddeler hep yapay ya da doğal anorganik maddeler veya mineraller olmuştur. Ancak endüstri devrimiyle birlikte yeni boyar maddeler sentezlenirken, suda veya başka bir organik çözücüde hiç çözünmeyen, çok sayıda organik, renkli maddede elde edilmiştir. Bu maddeler **organik pigment** olarak tanınır.

1880 yılında p-nitroanilin diazolanarak, betanaftol ile kenetlenme reaksiyonu sonucu suda ve alkolde hiç çözünmeyen kırmızı bordo bir madde elde edilmiş ve para-kırmızı adı verilmiştir. Para-kırmızı ilk organik pigmenttir. Fotokopi ve baskı cihazlarında kullandığımız tonerler de organik pigmentlerdir ve bunlar aynı zamanda renkli fotoğrafın doğmasına sebep olmuşlardır.

Lithol kırmızısı, lithol rubine, bon arilamid, arilamid sarısı gibi birçok pigment sınıfı ortaya çıkmıştır. Bu maddeler Na, Ca, Sr, Ba gibi iyonlarla çöktürülerek, farklı tonlarda çok sayıda pigment elde edilebilmektedir.

### 2.7. Endüstri Devriminde Keşfedilen Sentetik Boyalar

- 1- Mauvein: Perkin tarafından ilk defa yapay olarak hazırlanmış boyar maddedir. 1856 yılında Sir William Henry Perkin tarafından sıtmaya karşı ilaç araştırmaları sırasında tesadüfen keşfedilmiştir.
- 2- Yapay İndigo: İndigofera Tinctoria adlı bitkiden elde edilen mavi pigmentin yapay olarak yapılmış olanıdır.
- 3- Diazonyum Tuzları ve Diazo Boyaları: Diazolama tepkimeleri günümüzde de boyar madde elde etmek için sıkça başvurulan bir yöntemdir.
- 4- Trifenilmetan Boyar Maddeleri: Bu boyar madde sınıfları günümüzde de kullanılmaktadır.



Mauvein boyar maddesi ve yapısı



Mauwein kullanılarak boyanmış bir kadın elbisesi

### 3. SONUÇ

Görüldüğü üzere, Antik Mısır'da, Yunan-Roma Döneminde, Roma Döneminde, Ortaçağ Boyunca ve Endüstri Devriminde özellikle estetik kaygılarla pigment ve boyalar kullanılmış ayrıca Endüstri Devriminde sentetik boyalar keşfedilmiştir. Boya, medeniyet tarihi boyunca insanlık için hep önemli olmuştur ve önemini korumaktadır.

### KAYNAKÇA

- 1- A.Abel, The History of Dyes and Pigments, Woodhead Publishing Ltd, 2012.
- 2- Osman Gürel, Kimya Tarihi Ders Notları, IKSAD yayınevi, 2021
- 3- Renklerin Kimyası, Orhan ATAKOL, Sevi ÖZ, Hiperyayın, ISBN: 978-625-7339-86-5, İstanbul, 2021
- 4- Yüksel Arslantaş, Paleolitik ve Mezolitik (Epi-Paleolitik) Çağ'da Barınma, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:24, Sayı:2, 2014

## LEVEL OF CONTAMINATION OF VEGETABLES FROM MUNICIPAL SOLID WASTE AMENDED FARMLANDS

S. YAKUBU

Department of Geography, Osun State University Osogbo

I. A. JAIYEGBA

Department of Geography, Federal University Lokoja

### ABSTRACT

This paper evaluates the level of contamination of vegetable from municipal solid waste (MSW) amended farmlands in Zaria, Nigeria. Five vegetable crops: carrot, cabbage, lettuce, spinach and tomato grown in farm-plots amended with MSW as organic input were used for the study. Vegetable samples were collected, rinsed with distilled water, labelled, oven dried, grinded to powder and sieved for elemental analysis. The samples were analysed for the following elements: Fe, Cu, Mn, Zn, Pb and Ni by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Results obtained showed the range of the mean values of metal contents as: Fe (420 – 620 mg/kg), Cu (7.00 - 12.93 mg/kg), Mn (25.20 - 38.30 mg/kg), Zn (124 – 290 mg/kg), Pb (120 – 234 mg/kg) and Ni (110 – 174 mg/kg) respectively. The results revealed that application of MSW increased the concentrations of Fe, Cu and Mn in the selected crops but the levels are within human safety limits. The concentration of Zn, Pb and Ni however, calls for urgent attention. Constant monitoring of accumulation rate of these metals through the soil is therefore suggested.

**Keywords:** Municipal solid waste, Heavy metal, Contamination, Vegetable, Zaria

### Introduction

In the soil system, some of metals are indeed nutrient element and they play important roles in the metabolic pathway during the growth and development of plants when available in appreciable concentration. Accumulation of heavy metal by plant components vary according to the nature, properties, and composition of the plant. The confirmation of whether there is heavy metal accumulation in crop is only established by testing the levels in the crop.

Long term application of urban waste on cultivated fields can undoubtedly improve soil fertility and provide crop nutrient needs of farmers, but it can likely lead to negative and potentially harmful changes in soil physical and chemical characteristics due to increasing toxicity (Ezeaku et al, 2003). High concentrations of these metals in soil may have adverse effects on crops, human and animal health when they are taken up by crops and transferred up the food-chain or are leached to groundwater (Kabata-Pendias, 2004). However, the effect of waste disposal on soil and crop qualities varied and

dependent on the composition of the waste (Ezeaku et al, 2003) and character of the receiving soil. Hence, every area needs to be examined within its own context.

Crops grown on municipal solid waste amended soils showed responses which vary from nutrient deficiency to poor crop yield due to nutrient immobilization (Erickson *et al*, 1999). These heavy metals may enter the body through food, water and air. Fagbenro (2000) reported accumulation of toxic levels of heavy metals such as Pb, Cd, Ni, and Cr in crops grown on municipal solid waste amended soils while Warman and Rodd (1999) on the other hand noticed that crops grown on municipal solid waste amended soils hardly accumulate heavy metals beyond critical recommended safety levels.

There is however every reason to be concerned about the public health implication of this practice since crops grown on soils amended with bio-solids like urban wastes can typically immobilize heavy metals which eventually could find ways into human beings through the food chain processes (Silveira et al., 2003; Okoronkwo et al., 2005). Thus, the question of whether vegetables, fruits and food crops cultivated on soils to which such wastes are disposed are safe for human consumption is of great interest to public especially now that the environmental quality of food productions are of major concern in Nigeria. One way of ascertaining this is to evaluate the chemical condition of the crops, and particularly their heavy metal contents since such metals are recognized as some of the most important attributes of municipal solid wastes.

The presence of heavy metals in urban waste can contaminate the food chain and reduce crop yields (Alloway, 1990; Wang et al, 2003). The consumption of plants containing high levels of heavy metals might pose a serious risk to human health (Turkdogan, 2003). Black et al, (1990) showed case of helminthic infection and typhoid fever on people that ate vegetables grown on irrigated waste water. Further harmful effects of solid wastes when used as organic fertilizers is the general lack of consistency because the materials are so variable, that the farmers cannot estimate what level of nutrient to apply. Plants parts on the other hand vary in their tendency to up-take and accumulate heavy metals.

The aim of this study is to determine the levels concentration of: Fe, Cu, Mn, Zn, Pb and Ni in five vegetable crops grown in municipal solid waste amended soils in Zaria area, Nigeria.

## **Materials and Methods**

### **Location of Sampled Sites**

The study site is located approximately between latitudes  $11^{\circ}04^1\text{N}$  and  $11^{\circ}05^1\text{N}$  and longitudes  $7^{\circ}43^1\text{E}$  and  $7^{\circ}44^1\text{E}$  (see Fig. 1) at an altitude of 680m above sea level. It experiences a dry sub-humid tropical continental climate with mean annual rainfall of about 800mm, concentrated in a wet season between April and October. The temperature is high throughout the year, with the monthly mean rising from

January (21°C) and attaining a maximum in April (29°C). A decade-mean annual temperature (1999-2008) is 26°C (Yakubu, 2009).

Since the early 1970s vegetable production have been grown all year round in Zaria. Usually, water is let into cultivated fields from nearby stream or river by opening inlet channels which are closed with mud/bags filled with sand or the use of pipe to connect water directly into the farm. The main source of soil organic input in this area is the municipal solid waste (MSW), although at times, supplemented by cattle dung, poultry droppings and chemical fertilizer.

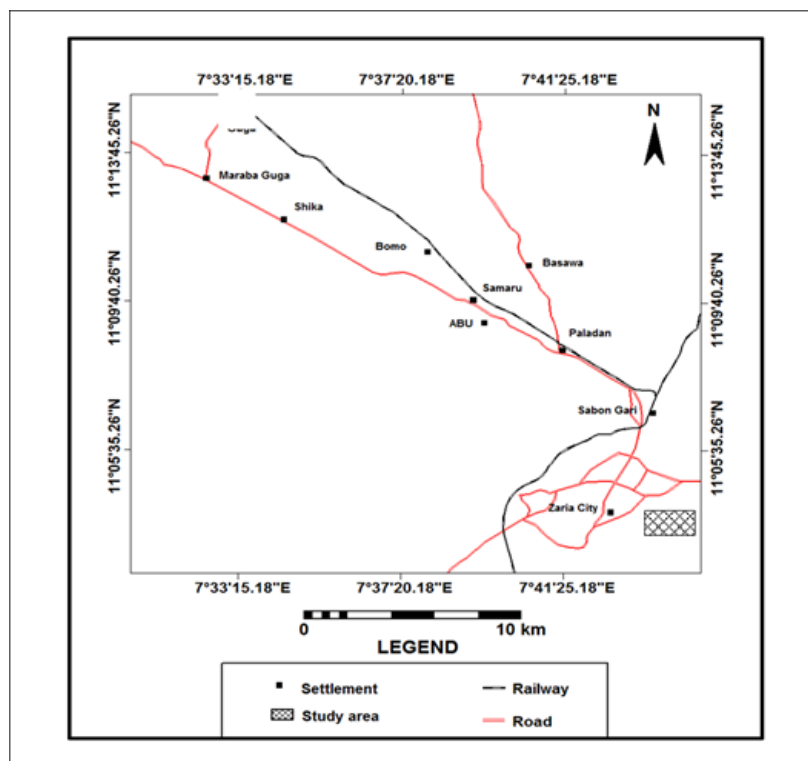


Fig 1: Map of Zaria Showing the Study Area

**Crop Sampling, Preparation and Analysis**

Crop samples were collected from irrigated farm plots in Jushi area of Zaria. The selected vegetables are carrot, cabbage, lettuce, spinach and tomato. Plant tissue analysis is required to obtain information on the health of the soil where plants draw nutrients and to explain nutrient deficiency. Since nutrients concentration in plant tissue is a reflection of available nutrient in soils, plant tissue analysis is a better measure of soil-plant interaction. Vegetable samples were taken to laboratory immediately for treatment in order to minimize deterioration. The collected samples were rinsed with distilled water; moisture and water droplets were removed; labelled and oven dried at a temperature of 70°C for 48

hours. After oven-dried, the samples were grinded into fine particles with agate mortar for homogeneity of particles size. The grinded samples were passed through 2.00mm sieve and stored in a labelled nylon for laboratory analysis of each element to be determined. Determination of the elements was done by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) at Centre for Energy and Research Training (CERT), Zaria. Data analysis was presented in tabular form while the mean values were compared with some rating scales to determine their safety levels.

## Results and Discussion

Accumulation of heavy metals in the selected five vegetables crops sample is presented in Table 1.

**Table 1:** Results of Heavy Metal Concentration in Crops

Element	Experimental Results					FAO/WHO	Adequate Levels <sup>a</sup>	Critical Concentrations <sup>b</sup>
	Carrot	Cabbage	Lettuce	Spinach	Tomato			
Fe (mg/kg)	546	420	620	450	430	48	50-250	-
Cu (mg/kg)	11.74	10.12	7.00	11.54	12.93	30	5-20	5-64
Mn (mg/kg)	38.20	32.45	25.60	25.20	38.30	-	20-500	100-7000
Zn (mg/kg)	170	185	290	124	210	60	25-150	100-900
Pb (mg/kg)	234	120	140	260	180	2	30-300	30-300
Ni (mg/kg)	174	129	132	110	134	-	-	8-220

Source: <sup>a</sup>Landon (1991) and <sup>b</sup>Alloway (1990)

**Iron status:** The mean Fe content in studied crops ranged from 420-620 mg/kg and its status was rated high (Landon, 1991). Although the values are more than the adequate levels in crop samples, it does not appear to pose any toxicity risk.

**Copper status:** The contents of Cu in crops (7.00 - 12.93mg/kg) fall within adequate levels given by Landon 1999) and FAO/WHO (1976). Cu concentrations in the crops were low. Other plant nutrients might have influenced Cu content in the crops such as phosphate, which reduces Cu concentrations in roots and leaves (Lucas, 1972). The values obtained are similar to the value of between 5.58-13.92mg/kg by Pasquini (2002) and 12.42-13.50mg/kg obtained by Yakubu (2014). On the other hand, the values are much greater than 1.7 and 12.0 mg/kg obtained by Granato *et al* (2004) on corn grain and corn leaves respectively in soil after cessation of biosolid applications.

**Manganese status:** With a range of 25.20 - 38.30mg/kg, the status of Mn is adequate (Landon, 1991) and may neither pose toxicity effect nor cause any depression in yield. Mn concentration is also low in the selected crops. This can also be attributed to high pH as well as Zn and Fe interference.

**Zink status:** Zn content in the selected crops is above FAO/WHO standards but fall within the critical concentration range of Alloway (1990). Its values ranged from 124 mg/kg (spinach) to 290 mg/kg (lettuce). This result is higher than that of 214-242mg/kg obtained by Yakubu (2014). The status of Zn can cause toxicity effect (Landon, 1991). In addition, such high values, according to Alloway (1990), may lead to reduction in crop yield.

**Lead status:** Given the range of 120 - 260mg/kg of lead, the mean content in crops is very high. Its concentration in an increasing order is; lettuce < tomato < cabbage < carrot < spinach. The concentrations of Pb in all crops fall within normal range for plants (Alloway, 1990). The mean Pb concentrations for all the crops fall below the limit for leafy vegetables and other vegetables. Pasquini (2002) obtained the values of 5.88-11.58 mg/kg.

**Nikel status:** The mean concentrations of Ni in crops samples are in an increasing order of 110, 129, 132, 134 and 174 mg/kg<sup>-1</sup> in spinach, cabbage, lettuce, tomato and carrot respectively. The values fall within the critical concentration of 8-220 mg/kg<sup>-1</sup> by Alloway (1990), which could result in 10% reduction in yield.

Crops response to wastes application is highly variable and depending on the type of waste, crop variety and tolerance level, climate, soil type and management systems. Long term application of organic wastes can however significantly increase heavy metal concentration in the soils and consequently to crops. These metals can be toxic to plant or their levels in plant tissue which might become harmful to the health of humans and animals that feed on the crops.

## Conclusion

From this study, substantial differences in level of metal concentration were observed in each of the five vegetable samples. Metals such as Fe, Cu and Mn were present in adequate concentrations while the concentrations of Zn, Pb and Ni are high. Heavy metal contaminated waste implies that there is the likelihood of soil toxicity and transfer of heavy metal contaminations to crops. To reduce health risks in soils with high heavy metal content, food crops should be thoroughly washed to remove as much soil as possible while outer leaves of leafy greens like cabbage should be removed to reduce risk.

## References

- Alloway, B. J. (1990). *Heavy metals in soils*. Glasgow, UK: Blackie and Son.
- Black, RE. Cisnerus, L., Levine, MM., Banfi, A., Lobus, H. and Rodriguez, A. (1990). "A case control study to identify risk factor for Endemic Typhoid Fever in Santiago, Chile". *WHO Bulletin*.



- Erickson GN. Coale FJ. and Bollero, GA. (1999). Soil nitrogen dynamics and maize production in municipal solid waste amended soil. *Agron Journ*, 91: 1009-1016.
- Ezeaku, P.I., Olimah, J.A. and Amakhian, S.O. (2003). Significance of Soil Characteristics to Urban Wastes disposal on Agricultural Lands of Anyigba, North Central Nigeria. Proceedings of the 28th Annual Conference of the Soil Science Society of Nigeria. 220-223.
- Fagbenro, JA. (2000). Analysis and use of organic materials. Proc. of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of Soil Sci. Soc. of Nigeria; p. 165-171.
- Granato, CT., Pietz, IR., Knafl, JG., Carlson, RC., Tata, PJr., and Lue-Hing, C.(2004). Trace Element Concentrations in soil, Corn Leaves, and Grain after cessation of Biosolids Application. *Jour. Environ Qual*, 33: 2078–2089.
- Kabata-Pendias, A. (2004). Soil-plant transfer of trace elements- an environmental issue. *Geoderma*, 122, 143–149.
- Landon, JR.(1991). *Booker Tropical Soil Manual: A handbook for soil survey and agricultural land evolution in the Tropics and Subtropics*. John Wiley & sons Inc. U.S.A.
- Lucas RE. and Knezek, B.K.(1972). Climatic and soil condition promoting micronutrient deficiencies in plants. In: *Micronutrients in Agriculture*. Movtvedt JJ. *et al* (Eds). Soil Sci. Soc Am. Madison, Wisconsin, p 265-288.
- Okoronkwo, N.E., Ano A.O. and Onwuchekwa, E.C. (2005). Environment, health and risk assessment: a case study of the use of an abandoned municipal waste dump site for agricultural purposes. *African Journal of Biotechnology* 4 (11): 1217-1221.
- Pasquini MW. (2002). Soil fertility management strategies in irrigated peri-urban agriculture around Jos, Nigeria-an interdisciplinary approach. Unpublished Ph D Thesis, Dept of Geography, University of Durham.
- Sillanpaa, M. (1972) Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. FAO Soils Bulletin, 48, Rome, Italy, 1972.
- Turkdogan, MK., Kilicel, F., Kara, K., Tuncer, I. and Uygan, I. (2003). Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13, 175-179.
- Wang, QR., Cui, YS, Liu, XM., Dong, YT. and Christie, P. (2003). Soil contamination and plant uptake of heavy metals at polluted sites in China. *Journal of Environmental Science and Health Part A- toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, 2003, 38: 823-838.
- Warman, P.R. and Rodd V. (1999). Influence of source separated, MSW compost on vegetable crop growth and soil properties, Year 3 proc of the 9<sup>th</sup> meeting of composting council of Canada Montreal P.Q March 11-13, pp 115-119.
- Yakubu, S.(2014). Effects of Municipal Solid Waste Application on Vegetable Metal Concentrations. *International Journal of Advanced Studies in Ecology, Development and Sustainability*, Volume 2, Number 1, Pages 138–143. ISSN Print: 2354–4252, Online: 2354–4260.
- Yakubu, S. (2009). Effects of municipal soil waste application on soil properties and crop qualities in Zaria urban area northern Nigeria. PhD. Thesis, Dept of Geog. University of Abuja.

## WATER INFRASTRUCTURE IN PERI-URBAN COMMUNITIES OF SOUTHWEST NIGERIA

**S. YAKUBU**

Department of Geography, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

**K. J. SAMUEL**

Department of Geography, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

**D. A. YAKUBU**

Department of Urban and Regional Planning, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

**S. B. ADEDOTUN**

Department of Urban and Regional Planning, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

**A. KOLA-OLUSANYA**

Department of Geography, Osun State University, Osogbo, Osun State, Nigeria

### ABSTRACT

Water is one of the most essential resources required for day-to-day activities of man and it plays vital roles in the development and sustainability of any community. This paper assesses water infrastructure in peri-urban communities of Southwest Nigeria. Three (3) Southwest States were selected for the study which include Ondo, Osun and Oyo while eleven (11) peri-urban communities were selected from the three states for field survey. A set of questionnaire totalling 505 were administered to respondents in the selected peri-urban communities, using stratified random sampling technique. The data generated were analysed using frequency and percentages while ANOVA was used to test variation in distance covered by respondents to get water. The results indicated no significant variation in the distance covered by respondents to get water in the selected peri-urban communities. Public water supply was never planned for in most peri-urban area, hence, the provision of water rests majorly on individuals (96.3%). Major source of water for households is from well (74.9%) with few households deriving their water from borehole (14.7%). Most respondents (96.3%) covered a distance of 1 – 100m to get water. Daily water consumption ranges from 50 litres and below (73.4%) to above 200 litres (9.5%). Government intervention in water provision is mainly limited to sinking of bore holes (67.0%) in peri-urban communities. Based on the findings, it is recommended that government at all levels (Federal, State and Local) should accord priority to water infrastructure provision in their annual budget to enhance the provision and effective maintenance of water infrastructure that will engender sustainable water supply in the water-scarce peri-urban communities.

**Keywords:** Water, Infrastructure, Peri-urban, Communities, South-west Nigeria

### Introduction

One of the challenges for the new millennium is how to meet the demand for water supply and sanitation services in the ever-increasing population (Ahmed *et al* 2011). Water is a natural resource of fundamental importance which supports all forms of life and creates jobs and wealth in the water sector

(Ntengwe, 2005). Potable or drinking water is defined as having acceptable quality in terms of its physical, chemical and bacteriological parameters, so that it can be safely used for drinking and cooking (WHO, 2004).

The amount of water required by the body depending on the climate and work load. For instance, the human body needs about 3-10 litres of water per day for normal functioning while the use of water for food preparation and cooking is relatively constant. Amount of water used for other purposes varies widely, and is greatly influenced by the type and availability of water supply (Hofkes, 1981).

In 1992, the Dublin Conference on “Water and Development” and the Rio Summit on “Environment and Development” recognized, inter alia, the basic right of all human beings to have access to clean water and sanitation (Salman et al 2004). At the Global Consultation on Safe Water and Sanitation for the 1990s in New Delhi, delegates learnt that by the year 2000 there could be a total of three-quarters of a billion people, principally in Africa and Asia without adequate water supply and more than double of that number without sanitation (Tessitore and Woolfson, 1991). The lack of pure potable water is a fact for approximately 1.1 billion people where between 20,000 to 30,000 people die every day from lack of pure water. On the relationship between lack of potable water and health, it was established that 80% of diseases are due to lack of pure water and good sanitation and hygiene (Sharma et al, 2015).

Many water supply systems show extensive deterioration and poor utilization of the existing capacities, due to under maintenance and lack of funds for operation which has resulted in the shortage of potable water supply. For example, out of the 85 million people living in urban and semi-urban areas, less than half have reasonable access to reliable water supply (Yusuf, 2007). Today, over 70% of the population in most urban and peri-urban areas of Nigeria use hand-dug wells to satisfy their water needs (Yakubu, 2017).

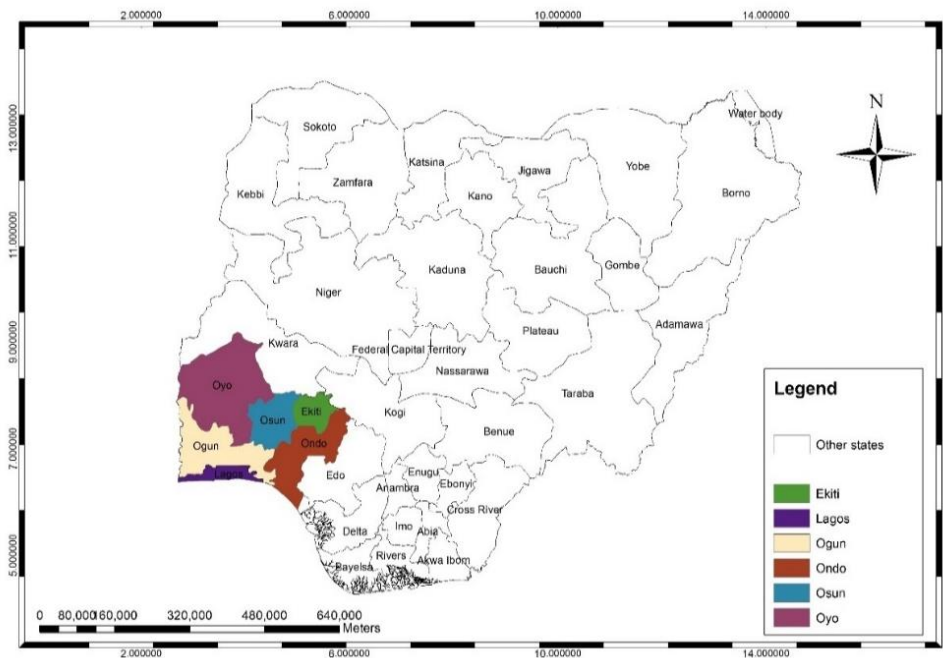
The Nigerian government has long considered the provision of water supply and sanitation services to be the domain of the Federal, State and Local Government. The federal government is in charge of water resources management; the state government has the primary responsibility for urban water supply while and local governments together with communities are responsible for rural water supply (Wikipedia, 2012). However, the public sector has not been successful in meeting adequate demand for water of residential and commercial users due to deterioration of the necessary infrastructure and poor management of the system. Many households, often the poorest, end up purchasing water from private vendors that is very expensive when compared to the public supply while in places where it exists, the piped water supply has low coverage with leakage pipes from time to time (Ekanade *et al.*, 2019). As a result, most residents depend on either boreholes or shallow wells for water supply. Given the steady increase in population and complaints by residents that potable water is inadequate, there is a problem

of water supply in the area which this study sought to investigate. This study therefore assessed water infrastructure in peri-urban communities of Southwest Nigeria.

**Methodology**

**The Study Area**

The South-west is one of the six geo-political zones in Nigeria. The area lies between longitude 2° 31<sup>1</sup> and 6° 00<sup>1</sup> East and Latitude 6° 21<sup>1</sup> and 8° 37<sup>1</sup>N (Fig. 1). It has a total land area of 77,818 km<sup>2</sup> with a population of 27.5 million (NPC, 2006). The area is bounded in the East by Edo and Delta states, in the North by Kwara and Kogi states, in the West by the Republic of Benin and in the south by the Gulf of Guinea. It is largely the home of the Yoruba people and it comprises of Ekiti, Lagos, Ogun, Ondo, Osun and Oyo states.



**Fig. 1:**Map of Nigeria Showing the South West Region

The climate of Southwest Nigeria is tropical in nature and it is characterizing by wet and dry seasons. The temperature ranges between 21°C and 34°C while the annual rainfall ranges between 1500mm and 2500mm. The wet season is associated with the South-west monsoon wind from the Atlantic Ocean while the dry season is associated with the north-east trade wind from the Sahara Desert. The vegetation of South-west Nigeria is made up of freshwater swamp and mangrove forest at the belt, the low land in forest stretches inland to Ogun and part of Ondo states while the secondary forest is towards the northern boundary where derived and southern Savannah exist.

Yoruba and English language are the major media of communication, however, a considerable portion of the people are literates. This makes the virile workforce in the government ministries, parastatals, departments and agencies as well as in the private corporate organisations mainly present in the capital cities.

### **Data Collection and Analysis**

Data for this research were collected from both primary and secondary sources. The primary sources of data collection include the following: administration of a structured questionnaire to members of the selected peri-urban communities while the interview was held with elders of the communities focusing on water infrastructure in peri-urban communities of Southwest Nigeria.

The study area was divided into communities for the purpose of data collection. Only communities that met the criteria of a peri-urban community were selected. The sample size taken in each community was proportional to the household population of each community. The three (3) Southwest States selected for the study were Ondo, Osun and Oyo States. Eleven (11) peri-urban communities were selected from the three selected states which include: Itanla, Valentino, Orita-Obele, Garage Area (Ondo state); Kobo, Owode-Ede, Ibala, and Sabo (Osun state); Egbada, Idi-Omo and Saki (Oyo state) for field survey. Data generated were analysed using descriptive statistics in the form of tabulation and percentage.

### **Results**

This section presents the results of the questionnaire administered to respondents in the selected peri-urban areas of South-west Nigeria. Out of a set of 505 questionnaire administered, analysis was only based on the retrieved 472.

#### **Water Demand and Supply in Peri-urban Communities**

As indicated in Table 1, major source of water is mainly from well (74.9%) while only few houses derive their water through borehole and tap which accounts for 14.7% and 10.4% respectively. Though some houses do not have private wells, but they depend on those who have and in addition, on the public well where available. Acute water scarcity occurs in the area during the dry season when most of the wells dry up and only few wells and boreholes are left functioning at full capacity. Whenever this happens, residents have to move far distance to either fetch or buy from water vendors. Preference for a particular source in ascending order of choice are nearness to house (18.4%), always availability, (25.6%), no other alternative source (26.5%) and cleanness (29.5%). On the quality assessment of water source, 70.4% respondents acclaimed the water sources are good as against 11% who proved such claim. Majority (69.7%) agreed on the adequacy of water source to meet their daily needs.

Most respondents covered a distance of 1-100m (96.3%), 101 – 200m (0.5%) and 201 – 300m (3.2%) to get water. Analysis of Variance (ANOVA) was used to test the distance covered from house to source in the selected peri-urban communities. Given the F- ratio of 2.6 which yielded the p-value of 0.04 implies that there is significant variation on the distance covered from house to source in the selected peri-urban communities in Southwest Nigeria.

If water is availability, getting it from the source to house for various uses is another challenge facing peri-urban communities. The rating of convenience of getting water from source to house by respondents are 7.45% (not convenient), 15.7% (fairly convenient), 38.0% (very convenient) and 38.9% (convenient).

**Table 1:** Water Supply Characteristics of Peri-urban Communities

Item	Variables	Frequency	%
Main source of water	Well	346	74.9
	Borehole	68	14.7
	Tap water	48	10.4
	<b>Total</b>	<b>462</b>	<b>100.0</b>
Reason for the choice of water source	No other alternative	124	26.5
	Cleanness	138	29.5
	Always availability	120	25.6
	Nearness to house	86	18.4
	<b>Total</b>	<b>468</b>	<b>100.0</b>
Assessment of water source	Very good	112	24.7
	Good	212	46.7
	Fair	80	17.6
	Bad	50	11.0
	<b>Total</b>	<b>454</b>	<b>100.0</b>
Adequacy of water source	Inadequate	36	7.8
	Fairly Adequate	104	22.5
	Adequate	220	47.6
	Very Adequate	102	22.1
	<b>Total</b>	<b>462</b>	<b>100.0</b>
Distance covered from house to source (m)	1 – 100	366	96.3
	101 – 200	2	0.5
	201 – 300	12	3.2
	<b>Total</b>	<b>380</b>	<b>100.0</b>
Convenience of getting water from source	Not convenient	34	7.4
	Fairly convenient	72	15.7
	Convenient	178	38.9
	Very convenient	174	38.0
	<b>Total</b>	<b>458</b>	<b>100.0</b>

### Water Uses and Payment of Water Bill

From Table 2, major use of water is for domestic (91.0%). Daily water consumption in litre ranges from 50 and below (73.4%) to 51-100 (7.6%), 101-150 (4.3%), 151-200 (5.2%) and >200 (9.5%) respectively. 51.3% respondents experienced water shortage in one way or the other.

These are respondents who do not have well or borehole in their houses but depend directly on others or purchase from water vendors. Amount paid per month ranges from #500 (\$1.4) to #5,000 (\$14).

**Table 2:** Water Uses and Levy Paid

Item	Variable	Respondents	%
Major use of water	Domestic	426	91.0
	Agricultural	12	2.6
	Commercial	24	5.1
	Industrial	6	1.3
	<b>Total</b>	<b>468</b>	<b>100.0</b>
Daily water consumption (in litres)	50 and below	312	73.4
	51 – 100	32	7.6
	101 – 150	18	4.3
	151 – 200	22	5.2
	>200	40	9.5
	<b>Total</b>	<b>424</b>	<b>100.0</b>
Experienced water shortage	Yes	242	51.3
	No	230	48.7
	<b>Total</b>	<b>472</b>	<b>100.0</b>
Water levy/payment (in naira)	Yes	242	51.3
	No	230	48.7
	<b>Total</b>	<b>472</b>	<b>100.0</b>
Amount paid per month (in Naira)	500 (\$1.4)	12	40.0
	600	2	6.7
	1000	6	20.0
	1500	6	20.0
	5000 (\$14)	4	13.3
	<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100.0</b>

Source: Field Survey

In Table 3, most peri-urban areas, public water supply was never planned for, hence provision of water in the community rests majorly on individual (79.4%) while only 1.7% was attributed to government. Government’s intervention could be through digging of boreholes or digging of deep wells in some areas. The maintenance of water source mainly lies with individual owners (82.7%). The rate of maintenance and water treatment is as situation demands.

**Table 3:** Government Intervention and Maintenance of Water Infrastructure

Item	Variable	Respondents	%
Provision of water to the community	Individual	370	79.4
	Community	28	6.0
	Government	8	1.7
	NGO	60	12.9
	<b>Total</b>	<b>466</b>	<b>100.0</b>
Government intervention	Digging of deep well	34	9.0
	Digging of borehole	252	67.0
	Construction of dam	2	0.5
	Others	88	23.5
	<b>Total</b>	<b>376</b>	<b>100.0</b>
Maintenance of water source	Individual	382	82.7
	Community	62	13.4
	Government	14	3.0
	Others	4	0.9
	<b>Total</b>	<b>462</b>	<b>100.0</b>
Rate of maintenance	Weekly	86	18.9
	Monthly	140	30.7
	Annually	60	13.2
	As situation demands	170	37.3
	<b>Total</b>	<b>456</b>	<b>100.0</b>
Water treatment	No treatment	112	24.3
	Daily	56	12.2
	Weekly	44	9.6
	Monthly	142	30.9
	Quarterly	80	17.4
	Yearly	26	5.7
	<b>Total</b>	<b>460</b>	<b>100.0</b>

Source: Field Survey

### Conclusion

This study has gone on the forays into water infrastructure in peri-urban communities of Southwest Nigeria. Findings show that dramatically high percentage of the respondents were of the opinion that provision of water in the peri-urban communities majorly lies on individual household. Based on the major findings, it is recommended that the government at the federal, state and local government should ensure regular water supply to the peri-urban communities. This will undoubtedly improve the present situation and will meet the residents' daily needs for water consumption and domestic use, which continue to increase day by day.

**Acknowledgement:** This work was funded by TETFUND (UNIOSUN/TETFund/14/0018).

### References

Ahmed, S.D., Ndahi, J.K., Adewumi J.K. and Dauda, S. (2011). Rural water supply and sanitation in Nigeria: the need for scaling up services. Water and Sanitation Sector Reform. Preprints of the 2nd National Water and Sanitation Conference, Kaduna, Nigeria. Pp188 – 195.

Ekanade1, O.; Yakubu, S. and Yakubu, D. A. (2019). Assessment of Strategic Peri-urban Structure of Ojoo and Sasa Areas of Ibadan, Nigeria. Osun Geographical Review. Published by the Department of Geography, Osun State University, Nigeria. 2; 153-162.



Hofkes, E.H. (Ed.) (1981) *Small Community Water Supplies: Technology of small water supply systems in developing countries*. Netherland. Wiley Edition.

Ntengwe, F.W. (2005). *Designing a Domestic Water Supply system. The Engineer's perspective and considerations as a challenge to consumers*. Physics chem. Earth, 30, 11 -16.  
<http://ewbuiuc.org/system/files/sdarticle>.

Salman, M.A., Salman, and McInerney-Lankford, S (2004). *The Human Right to Water: the legal and policy dimensions*. Law, Justice and Development Series. The World Bank, Washington D.C.

Sharma, Bracicio, G., V.K., Ume, J.I, (2015). *Solar powered seawater desalination: a potential solution to ever-increasing water demand and conflicts among local communities*. Journal of Renewable and Alternative Energy Technologies. Nigeria. NCERD. 1(1). Pp 47 – 60.

Tessitore, J. and Woolfson, S. eds (1991). *A global Agenda: the issues before the 46th General Assembly of the United Nations*. Maryland. University Press of America.

Wikipedia (2012). *Water Supply and Sanitation in Nigeria*. Available at: <http://em.wikipedia.org/wik> Accessed 28 October 2012.

World Health Organization (2004). *Guidelines for Drinking Water Quality*, Geneva World Health Organisation.

Yakubu, S., Bello, A.O. and Diyaji, R.D. (2017). *Water quality of hand-dug wells in Sabon-Gari area of Zaria, Nigeria*. Ethiopian Journal of Environmental Studies & Management 10(4): 520 – 529.

Yusuf, K.A. (2007). *Evaluation of Ground Water Quantity Characteristics in Lagos city*. Journal of Applied Sciences 7 (13), 1780-1784.



**Issued: 27.05.2021**  
**ISBN: 978-625-7636-87-2**

