



GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

Gümüşhane University Journal of Science

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ YAYINI

PUBLISHED BY GÜMÜŞHANE UNIVERSITY

ISSN 2146 - 538X

CİLT/VOLUME: 15

SAYI/NUMBER: 4

YIL/YEAR: 2025

$$\text{Arf}(g) = \sum_{i=1}^n g(a_i, b_i) \in \mathbb{Z}_2$$

$a_i, b_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n.$



Scopus®

EBSCO



TÜBİTAK

ULAKBİM
TR DİZİN



Sahibi / Owner

Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Gümüşhane Üniversitesi Adına / *On the behalf of Gümüşhane University*

Baş Editörler / Editors-in-Chief

Doç. Dr. Mehmet Ali GÜCER

Öğr. Gör. Salih TÜRK

Editörler / Editors

Prof. Dr. Duygu ÖZDEŞ	Doç. Dr. Onur ARAZ
Prof. Dr. Ebru Emine ŞÜKÜROĞLU	Doç. Dr. Osman KOMUT
Prof. Dr. Enver AKARYALI	Doç. Dr. Recep ÇAKMAK
Prof. Dr. Fatih DÖNER	Doç. Dr. Tolga ZAMAN
Prof. Dr. Fevzi TOPAL	Dr. Öğr. Üyesi Bülent AKAR
Prof. Dr. Halil YOLCU	Dr. Öğr. Üyesi Berna GENÇ
Prof. Dr. İbrahim TURAN	Dr. Öğr. Üyesi İlker ERKAN
Prof. Dr. Mehmet MERDAN	Dr. Öğr. Üyesi M. Tuğçe TUNÇ ODABAŞ
Prof. Dr. Necati ÇELİK	Dr. Öğr. Üyesi Samet TONYALI
Prof. Dr. Selçuk ALEMDAĞ	Dr. Öğr. Üyesi Şener ALİYAZICIOĞLU
Prof. Dr. Serkan ÖZTÜRK	Dr. Öğr. Üyesi Şeyda Merve KARATAŞ
Doç. Dr. Mesut MELEK	Dr. Öğr. Üyesi Yasin OĞUZ
Doç. Dr. Nihan GÜNGÖR	Dr. Serdar KESKİN
Doç. Dr. Negin MELEK	

Yayın Türü / Publication Type

Yaygın süreli ve hakemli/ *Common term and refereed*

Yayın Tarihi / Publication Date

15 / 12 / 2025

Hakemli bir dergi olan Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi üç ayda bir çevrimiçi olarak yayımlanmaktadır. Akademik usullere uygun atıf yapmak suretiyle dergide yapılan çalışmalardan yararlanılabilir. Yayımlanan çalışmaların tüm sorumluluğu yazarlara aittir.

The Gümüşhane University Journal of Science is a peer-reviewed journal published quarterly online. Studies published in this journal can be referenced in accordance with academic citation standards. The authors are fully responsible for their published studies.

Yayın Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

Abdelhai ELAZZOZI-Sidi Mohamed Ben Abdellah U.
Abdon ATANGANA-Free State University
Abdullah KAYGUSUZ-Gümüşhane Üniversitesi
Abdulveli SİRAT-Gümüşhane Üniversitesi
Abdurrahman DOKUZ-Gümüşhane Üniversitesi
Abdurrahman LERMİ-N. Ömer Halisdemir Üni.
Abedallah RABABAH-Jordan Üni. Sci. and Tech.
Adem DOĞANGÜN-Uludağ Üniversitesi
Afşin Ahmet KAYA-Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Ahmet TUTUŞ-Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni.
Alaaddin VURAL-Ankara Üniversitesi
Ali Osman YILMAZ-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Ayberk KAYA- Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Ayhan TOZLUOĞLU-Düzce Üniversitesi
Bahri BAYRAM-Atatürk Üniversitesi
Bilge BAHAR-Gümüşhane Üniversitesi
Birgül KURAL-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Birol ŞAHİN- Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Cahit HELVACI-Dokuz Eylül Üniversitesi
Candan GÖKÇEOĞLU-Hacettepe Üniversitesi
Cem YÜCEL-Gümüşhane Üniversitesi
Cemal KÖSE-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Cemalettin BALTACI-Gümüşhane Üniversitesi
Charyar Ashyralyev- Bahçeşehir Üniversitesi
Chokka RAVICHANDRAN-Bharathiar University
Coşkun GÜLSER-Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Çetin CÖMERT- Karadeniz Teknik Üniversitesi
Çiğdem SAYDAM EKER-Gümüşhane Üniversitesi
Eda Feyza AKYÜREK-Atatürk Üni.
Elif Çelenk KAYA-Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Emel ABDİOĞLU YAZAR-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Emine TANIR KAYIÇI-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Emre AYDINÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi
Emre ÖZKOP-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Ertan GÖKALP-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Ferkhan SİPAHİ-Gümüşhane Üniversitesi
Fetullah ARIK-Konya Teknik Üniversitesi
Fikri BULUT-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Gökhan APAYDIN- Karadeniz Teknik Üniversitesi
Günay ÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi
Hacı Alim BARAN-Batman Üniversitesi
Hakan KARSLI-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Halim MUTLU-Ankara Üniversitesi
Hasan BALTAŞ-Recep Tayyip Erdoğan Üni.
Hasan Tahsin BOSTANCI-Gümüşhane Üniversitesi
Hazan ALKAN AKINCI-Artvin Çoruh Üniversitesi
Hilal YILDIZ-Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üni.
Hüseyin DEMİR-Samsun Üniversitesi
Ilyas KHAN- Majmaah University
İbrahim ÇAVUŞOĞLU-Gümüşhane Üni.
İbrahim DÜZGÜN-Gümüşhane Üniversitesi
İlhan ÇELİK-Samsun Üniversitesi
İsmail Hakkı ALTAŞ-Karadeniz Teknik Üni.
İsmet SEZER-Gümüşhane Üniversitesi
Jose Francisco Gomez Aguilar-Cenidet

Kamil COŞKUNÇELEBİ-Karadeniz Teknik Üni
Keewook YI-Korea Basic Science Institute
Kemal ÇELİK-Gümüşhane Üniversitesi
Kemal KUVVET- Recep Tayyip Erdoğan Üni
Kolade M. OWOLABI-Federal Üni. of Technology
Levent GÜMÜŞEL-Karadeniz Teknik Üniversitesi
M. Burhan SADIKLAR-Karadeniz Teknik Üni.
Mehmet ARSLAN-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Mehmet BAŞOĞLU-Gümüşhane Üniversitesi
Mehmet Tevfik SEFEROĞLU-Gümüşhane Üniversitesi
Melih OKÇU-Atatürk Üniversitesi
Mualla YALÇINKAYA-Karadeniz Teknik Üni.
Muazzez ÇELİK KARAKAYA-Konya Teknik Üniversitesi
Muhammet M. KAHRAMAN-İstanbul Teknik Üni.
Murat EKİNCİ-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Murat KÜÇÜK-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Mustafa KUMRAL-İstanbul Teknik Üniversitesi
Mustafa Nuri URAL-Gümüşhane Üniversitesi
Müdahir ÖZGÜL-Atatürk Üniversitesi
Nafiz MADEN-Gümüşhane Üniversitesi
Necati KARAKAYA-Selçuk Üni.
Nurçin KÜÇÜK KENT-Gümüşhane Üni.
Oğuz GÜNGÖR-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Okay ÇİMEN-Munzur Üniversitesi
Osman ÜÇÜNCÜ-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Özcan YİĞİT-Çanakkale 18Mart Üniversitesi
Özlem ÇAVDAR-Gümüşhane Üniversitesi
Ramazan LİVAOĞLU-Uludağ Üniversitesi
Rizwan Ul HAQ-Bahria University
S. Beyza Ö. SARIKAYA-Gümüşhane Üniversitesi
Saffet ERDOĞAN-Harran Üniversitesi
Salim Serkan NAS-Gümüşhane Üniversitesi
Sefa YALVAÇ-Gümüşhane Üniversitesi
Selami KESLER-Pamukkale Üniversitesi
Selim KAYA-Gümüşhane Üniversitesi
Selim ŞEN-Gümüşhane Üniversitesi
Sultan ÖZTÜRK-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Sunil PROHİT- Rajasthan Technical University
Şükrü YETGİN-Gümüşhane Üniversitesi
Tayfur KÜÇÜKÖMEROĞLU-Karadeniz Teknik Üni.
Tufan ÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi
Uğur ŞİMŞEK-Iğdır Üniversitesi
Vecihi AKSAKAL-Bayburt Üniversitesi
Yener EYÜBOĞLU-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Yener TOP-Gümüşhane Üniversitesi
Yong WANG- University of Manchester
Yusuf AŞIK-Gümüşhane Üniversitesi
Zafer ASLAN-Balıkesir Üniversitesi
Zafer ÇAKIR-Alaaddin Keykubat Üniversitesi
Zakia HAMMOUCH-Moulay Ismail University
Zehra ŞAHİN- Karadeniz Teknik Üni.
Zuhal OKCU-Atatürk Üniversitesi
Zülfü GÜROCAK-Fırat Üniversitesi

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

İlhan UYSAL	Açıklanabilir kuantum destekli hibrit öğrenme ile meme kanseri sınıflandırması <i>Breast cancer classification with explainable quantum-assisted hybrid learning</i>	910
Fatih GURCAN Handan CAM Sana AHMED	In-depth review of industry 4.0: research implications and future perspectives <i>Endüstri 4.0'ın derinlemesine incelemesi: araştırma sonuçları ve gelecek perspektifleri</i>	928
Yüksel COŞKUN Gökhan YÜRÜMEZ Can Yümnü GÜNDEM	Arkeolojik kazılarda çıkarılan etçil memeli (Carnivora: Canidae, Hyaenidae) kalıntılarının kafatası ve diş morfolojisine dayanarak tanımlanması <i>Identification of carnivorous mammal (Carnivora: Canidae, Hyaenidae) remains found in archaeological excavations based on cranial and dental morphology</i>	950
Evin NAS Hakan ERSOY	Geniş oturumlu inşaat sahalarındaki kazı şevlerinin kütle hareketlerine yönelik güvenli şev tasarımı: Ordu İli Şehir Hastanesi örneği <i>Safe slope design for mass movements of excavation slopes in large-settled construction sites: case study of Ordu City Hospital</i>	963
Fidan T. HELVACIKARA Aslı ÇAKIR ARIANPOUR İmre Deniz IŞIKTAŞ Mehmet Ali GÜCER Ferkat SİPAHİ Serap BEDEL ÖZEK	Granodiyorit atıklarının demir oksitli sırlarda kullanımının araştırılması: estetik ve sürdürülebilirlik perspektifi <i>Investigation of the use of granodiorite wastes in iron oxide glazes: an aesthetic and sustainability perspective</i>	978
Özge BAĞLAYAN Cemal PARLAK Özgür ALVER	Investigation of possible release mechanisms for flurbiprofen and ifosfamide drugs using multi-silicon decorated fullerene-C₆₀: Computational insights <i>Çoklu silikon katkılı fullerene-C₆₀ kullanılarak flurbiprofen ve ifosfamid ilaçları için olası salınım mekanizmalarının incelenmesi: Hesaplamalı edininimler</i>	1005
Süle BEKİRYAZICI Cemal HANİLÇİ Neyir OZCAN	Tekrar oynatma saldırılarının tespitinde genlik ve faz spektrumu tabanlı özneliklerin derin öğrenme ile karşılaştırmalı analizi <i>A comparative analysis of magnitude and phase spectrum-based features for replay attack detection by using deep learning</i>	1014
Oğuz Deniz TOKLU Necati VARDAR	HPLC ile teknik olmayan elektrik kayıplarının azaltılmasında etki skoru geliştirme ve istatistiksel karşılaştırma: Türkiye'den bir saha analizi <i>Developing an impact scoring method and statistical comparison for reducing non-technical electricity losses with HPLC: a field analysis from Turkey</i>	1036
Harun MINDIVAN Tunahan Fatih SEKILI Elif OZTURK	Evaluation of gas nitrocarburizing effects on impact-sliding wear behaviour of AISI H13 die steel <i>Gaz nitrokarbürizasyonunun AISI H13 kalıp çeliğinin darbeli-kayma aşınma davranışı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi</i>	1055
Çiğdem ÖTER Özgül GÖK	ZnO nanopartikül katkılı biyokompozitlerin hazırlanması ve ağır metal giderme potansiyellerinin araştırılması <i>Preparation of ZnO nanoparticle additive biocomposites and investigation of their heavy metal removal potential</i>	1065
Sait BİNGÖL Halil ANAÇ	The analysis of Caputo-Fabrizio fractional plastic waste model with a new numerical method <i>Caputo-Fabrizio kesirli mertebeden plastik atık modelinin yeni bir sayısal yöntemle analizi</i>	1081
Heba AIMASANI Hayati TURE	A deep learning approach powered by GhostNet for skin cancer classification <i>GhostNet tabanlı derin öğrenme yaklaşımı ile cilt kanseri sınıflandırması</i>	1099
Numan YÜKSEL	Density functional theory study of β-lactam anti-biotics (penicillin, floxacillin and ampicillin) detection and adsorption onto calix[4]arene <i>β-laktam anti-biyotiklerin (penisilin, floksasilin ve ampisilin) kaliks[4]aren üzerine adsorpsiyonunun ve tespitinin yoğunluk fonksiyonel teorisi çalışması</i>	1112

Mehtap USTA	<i>In silico</i> simulation of pathogen interaction with bee probiotics <i>Arı probiyotikleriyle patojen etkileşiminin in silico simülasyonu</i>	1125
Özlem BATTAL ŞAL	Performance and efficiency measurement in urban transportation: an empirical assessment with Entropy and data envelopment analysis <i>Kent içi ulaşımda performans ve verimlilik ölçümü: Entropi ve veri zarflama analizi ile ampirik bir değerlendirme</i>	1133
Emre MANDEV Murat CEYLAN Mehmet Akif CEVİZ	Elektronik bileşenlere uygulanan ısı borulu soğutma sistemlerinin performans ve gürültü etkileşimlerinin deneysel analizi <i>Experimental analysis of the performance and noise interactions of heat pipe cooling systems applied to electronic components</i>	1150
Belgin KOÇAK Yasemin ÖZTEKİN ÇİFTÇİ	Sc₃AlN ve Sc₃InN bileşiklerinin yapısal ve mekanik özelliklerinin Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi ile incelenmesi <i>An investigation of structural and mechanical properties of Sc₃AlN and Sc₃InN compounds with Density Functional Theory</i>	1165
Soner KIZIL Buse Ilgım YOSMAOĞLU Sevil ATASOY	Forensic and analytical profiling of ignitable liquid residues on diverse fabric types <i>Çeşitli kumaş türleri üzerindeki tutuşabilir sıvı kalıntılarının adli ve analitik profilinin araştırılması</i>	1179
Michael Sunday OLAYEMI Atabek MOVLYANOV Oluwamayowa O. OLAJIDE	The relationship between energy and development in developing countries: A statistical perspective on volatility dynamics <i>Gelişmekte olan ülkelerde enerji ve kalkınma arasındaki ilişki: volatilité dinamikleri üzerine istatistiksel bir bakış açısı</i>	1194
Tuğba BAYAZIT	Correlation between structural modifications and levitation performance in PAni-addition MgB₂ bulk superconductors <i>PAni katkılı MgB₂ külçe süperiletkenlerde yapısal modifikasyonlar ve levitasyon performansı arasındaki korelasyon</i>	1209
Pınar BORA Alperen TÜRKAY	İki boyutlu ve 35 katlı betonarme bir perde-çerçeve sistemde diyagonal çelik çaprazların etkisinin araştırılması <i>Investigation of the effect of diagonal steel braces on a two dimensional 35-storey reinforced concrete shear wall-frame system</i>	1222
Hüseyin DEMİR Hatice MUTİ Hünkar ACAR	Applying Laplace transforms to cryptography using Bessel and exponential functions and performing detailed time and memory analysis <i>Bessel ve üstel fonksiyonları kullanarak kriptografiye Laplace dönüşümleri uygulamak ve ayrıntılı zaman ve bellek analizi yapmak</i>	1244
Behçet Kağan BÖLÜK Sibel Demirel ZOR	Investigation of the corrosion behavior of carbon steel coated with zinc electrochemically at different current densities in chloride solutions <i>Elektrokimyasal olarak farklı akım yoğunluklarında çinko kaplanan karbon çeliğin klorürlü çözeltilerdeki korozyon davranışının incelenmesi</i>	1257
Ulaş EMİNOĞLU Serhan KAYA Saffet AYASUN	PV hücre/modül eşdeğer devre parametrelerinin kestiriminde kullanım için yeni bir analitik nokta tayini <i>A new analytical point determination for use in estimating equivalent circuit parameters in PV module/cell</i>	1270
İbrahim DÜZGÜN	Limitations of conversion factor approaches in the synthesis of complex oxide superconductors: a case study on Y123 and Y358 <i>Kompleks oksit süperiletkenlerin sentezinde dönüşüm faktörü yaklaşımlarının kısıtları: Y123 ve Y358 örneği</i>	1282
Derleme Makalesi / Review Article		
Mustafa ÜSTÜNDAĞ Mehmet KIR	Polymer additive manufacturing in stereolithography (SLA) and masked stereolithography (mSLA) methods: a review of advantages, limitations, and current applications <i>Polimer eklemeli imalatla stereolitografi (SLA) ve maskeli stereolitografi (mSLA) yöntemleri: avantajlar, sınırlamalar ve güncel uygulamalar üzerine bir inceleme</i>	1291