



TÜRKİYE
YÜZYILI



DENİZLİ
İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ



DENİZLİ
İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ
Bilim ve Eğitim
Dergisi

Denizli
Provincial Directorate of National Education
Journal of Science and Education

Denizli
İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi

ISSN
3061-9645

Yayıncı
Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Web Sayfası
<https://denizli.meb.gov.tr/www/bilim-ve-egitim/kategori/103>

Basılı ve E-Yayın
Cilt : 1 Sayı : 1

Basım Tarihi
31 Ocak 2025

Yayın Sıklığı:
Altı ayda bir yayımlanır. Akademik hakemli bir dergidir.

Basım Yeri
Özel Ege Eğitim Hizmetleri

Telefon
+90(258) 384 34 00

e-posta
editor20@meb.gov.tr

Denizli
Provincial Directorate of National Education
Journal of Science and Education

ISSN
3061-9645

Publisher
Denizli Provincial Directorate of National Education

Website
<https://denizli.meb.gov.tr/www/bilim-ve-egitim/kategori/103>

Printed & Electronic Publication
Volume: 1 Issue: 1

Publication Date
January 31, 2025

Frequency
Published biannually. A peer-reviewed academic journal.

Place of Publication
Özel Ege Eğitim Hizmetleri

Phone
+90(258) 384 34 00

e-mail
editor20@meb.gov.tr

Yayın İdare Adresi
Mehmet Akif Ersoy Mahallesi, 29 Ekim Bulvarı. No:174/1,
20030 Merkezefendi/Denizli, Türkiye
Dergide yayımlanan yazıların tüm sorumluluğu yazarlara aittir.

Publication Administrative Address
Mehmet Akif Ersoy Neighborhood, 29 Ekim Boulevard,
No: 174/1, 20030 Merkezefendi, Denizli, Turkey
All responsibilities of the articles published in the journal belong
to the authors.

Denizli
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Bilim ve Eğitim Dergisi



Denizli
Provincial Directorate of National Education

Journal of Science and Education





Dergi Hakkında

Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi, Eğitim Bilimleri, Sosyal Bilimler, Fen Bilimleri, Matematik ve Güzel Sanatlar gibi farklı disiplinlerde bilimsel bilgi üretimine katkı sunmayı amaçlayan ulusal ve uluslararası düzeyde yayımlanan hakemli ve açık erişimli bir akademik dergidir. Yayımlanan tüm makaleler, ücretsiz erişime açık olup Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansı ile lisanslanmaktadır. Dergimiz, yılda iki kez, ocak ve temmuz aylarında düzenli olarak yayımlanmaktadır.

Dergi, Türkçe veya İngilizce olarak hazırlanmış özgün araştırma makalelerini, alanyazın derlemelerini ve uygulamalı çalışmaları kabul etmektedir. Derginin makale sürecine gönderilen çalışmalar, derginin belirlediği yazım kuralları, etik ilkeler ve yayın politikaları çerçevesinde titizlikle incelenmekte; hakemler ve editörler tarafından değerlendirilmektedir. Hakem değerlendirme sürecinde gizlilik ilkesi temel bir öncelik olup sürecin tarafsızlık ve etik standartlara uygun şekilde yürütülmesi titizlikle sağlanmaktadır.

About Journal

Denizli Provincial Directorate of National Education Journal of Science and Education is a peer-reviewed and open-access academic journal published at both national and international levels, aiming to contribute to the production of scientific knowledge in diverse disciplines such as Educational Sciences, Social Sciences, Natural Sciences, Mathematics, and Fine Arts. All articles are openly accessible and licensed under the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. The journal is published biannually, in January and July, on a regular basis.

The journal accepts original research articles, literature reviews, and applied studies prepared in Turkish or English. Submitted manuscripts undergo a rigorous review process in accordance with the journal's established guidelines for formatting, ethical principles, and publication policies. Each submitted manuscript is meticulously evaluated by referees and editors. Confidentiality is a fundamental principle in the review process, and every effort is made to ensure that the process adheres to impartiality and ethical standards with the utmost diligence.



Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Eğitim ve Bilim Dergisi Ocak-
Temmuz aylarında yılda iki kez yayımlanan hakemli bir dergidir.

Yayın Dili

Türkçe ve İngilizce

Dergi Sahibi

Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü adına Dr. Emre ÇALIŞKAN,
Denizli İl Millî Eğitim Müdürü, Türkiye

Yazı İşleri Müdürü/ Baş Editör

Dr. Hatice TOZAK
Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Editör Yardımcıları

Dr. Yasin TEMEL
Dr. Selenay KOŞUMCU
Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Editör Kurulu

Prof. Dr. Ayşegül DAŞÇIOĞLU
Pamukkale Üniversitesi Matematik Alan Editörü
Prof. Dr. Dursun KÖSE
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Alan Editörü
Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR
Atatürk Üniversitesi Kimya Alan Editörü
Prof. Dr. Feyza TOKAT
Pamukkale Üniversitesi Türkçe Dil Alan Editörü
Prof. Dr. Sibel DİNÇYÜREK
Doğu Akdeniz Üniversitesi Psikolojik ve Rehberlik Danışmanlık
Prof. Dr. Sultan BAYSAN
Adnan Menderes Üniversitesi Coğrafya Alan Editörü
Doç. Dr. Canan SOLA ÖZGÜÇ
Sakarya Üniversitesi Özel Eğitim Alan Editörü
Doç. Dr. Demet AYDINLI GÜRLER
Çankırı Karatekin Üniversitesi Güzel Sanatlar Alan Editörü
Doç. Dr. Gül AKTAŞ
Pamukkale Üniversitesi Sosyoloji Alan Editörü
Doç. Dr. Hande KONŞUK ÜNLÜ
Hacettepe Üniversitesi İstatistik Editörü
Doç. Dr. Kudret AYKIRI
Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Alan Editörü
Doç. Dr. Mert ŞEKERCİ
Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Alan Editörü
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet SARAÇ
Balıkesir Üniversitesi, Yabancı Dil Editörü

Kapak, Logo ve Grafik Tasarım

Osman ASILTÜRK

Teknik Editörler

Okan ATEŞKAN
Yasemin DÖNMEZ

Denizli Provincial Directorate of National Education Education
and Science Journal is a refereed journal published twice a year
in January-July.

Publication Language

Turkish and English

Owner of the Journal

On Behalf of Denizli Provincial Directorate of National
Education Dr. Emre ÇALIŞKAN, Denizli Provincial Director of
National Education, Turkey

Managing Editor/Editor-in-Chief

Dr. Hatice TOZAK
Denizli Provincial Directorate of National Education

Editorial Assistants

Dr. Yasin TEMEL
Dr. Selenay KOŞUMCU
Denizli Provincial Directorate of National Education

Editorial Board

Prof. Dr. Ayşegül DAŞÇIOĞLU
Pamukkale University Mathematics Field Editor
Prof. Dr. Dursun KÖSE
Mehmet Akif Ersoy University Social Sciences Field Editor
Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR
Ataturk University Chemistry Field Editor
Prof. Dr. Feyza TOKAT
Pamukkale University Turkish Language Field Editor
Prof. Dr. Sibel DİNÇYÜREK
Eastern Mediterranean University Guidance & Counseling
Prof. Dr. Sultan BAYSAN
Adnan Menderes University Geography Field Editor
Assoc. Prof. Dr. Canan SOLA ÖZGÜÇ
Sakarya University Special Education Field Editor
Assoc. Prof. Dr. Demet AYDINLI GÜRLER
Çankırı Karatekin University Fine Arts Field Editor
Assoc. Prof. Dr. Gül AKTAŞ
Pamukkale University Sociology Field Editor
Assoc. Prof. Dr. Hande KONŞUK ÜNLÜ
Hacettepe University Statistics Editor
Assoc. Prof. Dr. Kudret AYKIRI
Pamukkale University Educational Sciences Field Editor
Assoc. Prof. Dr. Mert ŞEKERCİ
Süleyman Demirel University Science Field Editor
Asst. Prof. Dr. Mehmet SARAÇ
Balıkesir University, English Language Editor

Cover, Logo and Graphic Design

Osman ASILTÜRK

Technical Editors

Okan ATEŞKAN
Yasemin DÖNMEZ



Yayın Kurulu

Prof. Dr. Aynur Çöl
Sinop Üniversitesi
Prof. Dr. Ersin KARADEMİR
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. Gürkan SEMİZ
Pamukkale Üniversitesi
Prof. Dr. Kamil ORHAN
Pamukkale Üniversitesi
Doç. Dr. Ayten DÜZKANTAR
Anadolu Üniversitesi
Doç. Dr. Çiğdem AKYÜZ ÖZTOKMAK
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Doç. Dr. Dilek ÖCALAN
Çankırı Karatekin Üniversitesi
Doç. Dr. Meltem GÖKDAĞ
Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr. Gülşah ŞEKERCİ
Süleyman Demirel Üniversitesi
Doç. Dr. Özlem NEMUTLU
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Doç. Dr. Fahri ALIÇAVUŞ
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Ulaş İLİC
Pamukkale Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Erhan YİĞİTER
Gazi Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Ebru Özlem YILMAZ
Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Ali KALKAN
Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Huriye ÇELİKCAN
Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Sevil SÖYLEYİCİ
Pamukkale Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hatice DAĞLI
Kahramanmaraş Üniversitesi

Publication Board

Prof. Dr. Aynur Çöl
Sinop University, Turkey
Prof. Dr. Ersin KARADEMİR
Eskişehir Osmangazi University, Turkey
Prof. Dr. Gürkan SEMİZ
Pamukkale University, Turkey
Prof. Dr. Kamil ORHAN
Pamukkale University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ayten DÜZKANTAR
Anadolu University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Çiğdem AKYÜZ ÖZTOKMAK
Ankara Hacı Bayram Veli University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Dilek ÖCALAN
Çankırı Karatekin University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Meltem GÖKDAĞ
Dokuz Eylül University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Gülşah ŞEKERCİ
Süleyman Demirel University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Özlem NEMUTLU
Manisa Celal Bayar University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Fahri ALIÇAVUŞ
Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ulaş İLİC
Pamukkale University, Turkey
Asst. Prof. Mehmet Erhan YİĞİTER
Gazi University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Ebru Özlem YILMAZ
Adnan Menderes University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Ali KALKAN
Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Huriye ÇELİKCAN
Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Sevil SÖYLEYİCİ
Pamukkale University, Turkey
Asst. Prof. Dr. Hatice DAĞLI
Kahramanmaraş University



Bilim Kurulu

Pamukkale Üniversitesi	Prof. Dr. Celal ŞİMŞEK	Pamukkale University, Turkey
Pamukkale Üniversitesi	Prof. Dr. Asiye İVRENDİ	Pamukkale University, Turkey
Pamukkale Üniversitesi	Prof. Dr. Necla KÖKSAL	Pamukkale University, Turkey
Yakın Doğu Üniversitesi	Prof. Dr. Zehra ALTINAY	Yakın Doğu University, Turkey
Yakın Doğu Üniversitesi	Prof. Dr. Fahriye ALTINAY	Yakın Doğu University, Turkey
Gazi Üniversitesi	Prof. Dr. Türker EROĞLU	Gazi University, Turkey
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	Prof. Dr. Cumali EKİCİ	Eskişehir Osmangazi University, Turkey
Akdeniz Üniversitesi	Prof. Dr. Cemal SARI	Akdeniz University, Turkey
Dokuz Eylül Üniversitesi	Prof. Dr. Süha YILMAZ	Dokuz Eylül University, Turkey
Alanya Üniversitesi	Prof. Dr. Mustafa DEDE	Alanya University, Turkey
Kırklareli Üniversitesi	Prof. Dr. Yasin ÜNLÜTÜRK	Kırklareli University, Turkey
Ege Üniversitesi	Prof. Dr. Güven Özdemir	Ege University, Turkey
Gazi Üniversitesi	Prof. Dr. Tolga GÜYER	Gazi University, Turkey
Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi	Prof. Dr. Esra AKGÜL	Fatih Sultan Mehmet University, Turkey
Doğu Akdeniz Üniversitesi	Prof. Dr. Sibel DİNÇYÜREK	Doğu Akdeniz University, Turkey
Kazakistan Abay Pedagoji Üniversitesi	Prof. Dr. Yergali ESBASINOV	Abay Pedagoji University, Kazakhstan
Pamukkale Üniversitesi	Prof. Dr. Feryal BEYKAL ORHUN	Pamukkale University, Turkey
Pamukkale Üniversitesi	Prof. Dr. Yasin DOĞAN	Pamukkale University, Turkey
Adnan Menderes Üniversitesi	Prof. Dr. Yaşar KUZUCU	Adnan Menderes University, Turkey
Trabzon Üniversitesi	Prof. Dr. Taner ALTUN	Trabzon University, Turkey
Trabzon Üniversitesi	Prof. Dr. Salih AKYILDIZ	Trabzon University, Turkey
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	Prof. Dr. Zafer GÖLEN	Mehmet Akif Ersoy University, Turkey
MEB	Doç. Dr. Ömür Fatih KARAKULLUKÇU	MEB
Pamukkale Üniversitesi	Doç. Dr. Atiye ADAK ÖZDEMİR	Pamukkale University, Turkey
Berlin Teknik Üniversitesi	Doç. Dr. Cihan Taylan AKDAĞ	Berlin Teknik University, Turkey
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	Doç. Dr. İbrahim UYSAL	Bolu Abant İzzet Baysal University, Turkey
Kafkas Üniversitesi	Doç. Dr. Hasan ASLAN	Kafkas University, Turkey
Al-Farabi Kazak Milli Üniversitesi	Doç. Dr. Mirzahan EGAMBERDIYEV	Al-Farabi Kazakh National Uni., Kazakhstan
Marmara Üniversitesi	Doç. Dr. Hatice MERTOĞLU	Marmara University, Turkey
Başkent Üniversitesi	Doç. Dr. Nurcan ALKIŞ BAYHAN	Başkent University, Turkey
Akdeniz Üniversitesi	Doç. Dr. Mustafa CANER	Akdeniz University, Turkey
Atatürk Üniversitesi	Doç. Dr. Ülkü Sevim ŞEN	Atatürk University, Turkey
Atatürk Üniversitesi	Doç. Dr. Yavuz ŞEN	Atatürk University, Turkey
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	Doç. Dr. Burcu AVCI AKBEL	Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey
Cumhuriyet Üniversitesi	Doç. Dr. Gamze YAYLA ESKİCİ	Cumhuriyet University, Turkey
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	Doç. Dr. Çiğdem Eda ANGI	Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey
Ege Üniversitesi	Doç. Dr. Onur DÖNMEZ	Ege University, Turkey
Kastamonu Üniversitesi	Doç. Dr. Melike KAPLAN YALÇIN	Kastamonu University, Turkey
Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	Doç. Dr. Filiz KAHRAMAN ALIÇAVUŞ	Çanakkale 18 Mart University, Turkey
Adnan Menderes Üniversitesi	Dr. Öğr. Üyesi Sibel KOÇER	Adnan Menderes University, Turkey
Trabzon Üniversitesi	Dr. Öğrt. Üyesi Ahmet GÜLAY	Trabzon University, Turkey
Kafkas Üniversitesi	Dr. Öğrt. Üyesi Mükremin DURMUŞ	Kafkas University, Turkey
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa BİLGİN	Mehmet Akif Ersoy University, Turkey
University of Wrocław Astronomical Institute	Dr. Ewa NIEMZURA	University of Wrocław Astronomical Institute
Dokuz Eylül Üniversitesi	Dr. Öğr. Üyesi Celal Cem SARIOĞLU	Dokuz Eylül University, Turkey
Adnan Menderes Üniversitesi	Arş. Gör. Dr. Tuğçe Zeynep ABALI AKGÜL	Adnan Menderes University, Turkey



İçindekiler

Table of Contents

Graf Teoride Geometrik Uygulamalar [Araştırma Makalesi] Cansel AYGAN Hatice Nur KOÇ*	1-12	Geometric Applications in Graph Theory [Research Article] Cansel AYGAN Hatice Nur KOÇ*
Taxicab Geometride Graf Uygulamaları [Araştırma Makalesi] Cansel AYGAN Hatice Nur KOÇ* Makbule KIZILHAN	13-21	Graph Applications in Taxicab Geometry [Research Article] Cansel AYGAN Hatice Nur KOÇ* Makbule KIZILHAN
Steganografi ve RSA Şifreleme Yönteminin Birlikte Kullanılması [Araştırma Makalesi] Mert Ata MAKİNACI* Gözde ZABZUN	22-28	Integration of Steganography and RSA Encryption Techniques [Research Article] Mert Ata MAKİNACI* Gözde ZABZUN
Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde Fen Bilimleri Öğretim Programında Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile İlişkisi [Araştırma Makalesi] Merve EKER ÇELEBİ* Fatma TAŞKIN EKİCİ	29-39	Sustainability in Science Curriculum in Turkey Century Education Model and Its Relationship with Sustainable Development Goals [Research Article] Merve EKER ÇELEBİ* Fatma TAŞKIN EKİCİ
Doğal SAP'lardan Biyokompozit Paket Üretimi ve Domateste Kullanılabilirliğinin Araştırılması [Araştırma Makalesi] Bilge Nur YÜCE* Ferhat TOPAL	40-50	Production of Biocomposite Packages from Natural SAPs and Investigation of Their Usability in Tomatoes [Research Article] Bilge Nur YÜCE* Ferhat TOPAL



Önsöz

Foreword

Değerli Okuyucular,

Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü olarak, bilim ve eğitimin geleceğine yön verecek nitelikli çalışmalarını destekleme hedefiyle yola çıktık. Bu doğrultuda hazırladığımız Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi'nin ilk sayısını sizlerle paylaşmanın gururunu yaşıyoruz.

Dergimiz, eğitimden bilime, sanattan sosyal alanlara kadar farklı disiplinleri kapsayan genç araştırmacıların yarınları inşa edecek fikirlerini öne çıkarmaları için bir platform sunmaktadır. Bilimsel çabaların yerel değerlerden evrensel katkılara dönüşmesini destekleyen bu yayın, disiplinler arası etkileşimlerin ve yenilikçi yaklaşımların bir araya geldiği bir köprü niteliği taşımaktadır. Yenilikçi bilimsel düşüncelerin desteklenmesi ve akademik üretimde yeni bakış açılarına yer verilmesi, dergimizin öncelikli hedefleri arasındadır.

Bilim ve Eğitim Dergisi, ortaöğretim, yükseköğretim ve lisansüstü düzeyindeki öğrenciler ile danışmanlarının bilimsel, etik ve akademik standartlara uygun çalışmalar sunmasını hedeflemektedir. Dergimize kabul edilen çalışmaların, öğrencilerin danışmanlarıyla birlikte yürüttükleri ortak araştırmalara dayanması öncelikli bir kriterdir. Bu yaklaşım, öğrencilerin akademik araştırma süreçlerinde danışman rehberliğinde nitelikli ve özgün katkılar sağlamalarını teşvik etmektedir. Dergimiz, bu yönüyle bireylerin yaşam boyu öğrenme süreçlerine ve mesleki gelişimlerine değerli katkılar sunmayı amaçlamaktadır.

Bu değerli yolculuğun başlangıcında emeği geçen tüm yazarlara, hakemlere ve editörlere teşekkür eder; dergimizin bilim ve eğitim alanında yenilikçi fikirlere ev sahipliği yapmasını ve öğrencilerin akademik gelişimlerini desteklemesini temenni ederim.

Saygılarımla.

Dr. Emre ÇALIŞKAN
Denizli İl Millî Eğitim Müdürü

Dear Readers,

As the Denizli Provincial Directorate of National Education, we embarked on this journey with the aim of fostering distinguished high-quality studies that will shape the future of science and education. It is with great pride and immense satisfaction that we present to you the inaugural issue of the Denizli Provincial Directorate of National Education Journal of Science and Education, crafted in alignment with this vision.

Our journal aspires to serve as a dynamic platform where young researchers, spanning disciplines from education to science, arts, and social sciences, can bring forth ideas that will construct the foundation of tomorrow. This publication endeavors to bridge the transformation of localized academic efforts into universal contributions, fostering a nexus of interdisciplinary interactions and innovative methodologies. Encouraging innovative scientific thought and introducing fresh perspectives into academic discourse constitute the fundamental principles of the journal's mission.

The Journal of Science and Education is committed to enabling secondary, higher education, and postgraduate students, along with their advisors, to produce studies that adhere to the standards of scientific, ethical, and academic excellence. A pivotal criterion for acceptance is that the submitted works emerge from collaborative research carried out by students under the mentorship of their advisors. This collaborative framework not only enriches academic research processes but also ensures that students make meaningful and original contributions under expert guidance. In this regard, our journal endeavors to make profound contributions to lifelong learning and the professional growth of individuals.

At the outset of this significant journey towards publishing the journal, I would like to express my deepest gratitude to all editors, reviewers, and authors whose invaluable efforts have been instrumental in the realization of this publication. It is our profound hope that this journal becomes a beacon for pioneering ideas in science and education and serves as a catalyst for the academic development of students and researchers alike.

Sincerely,

Dr. Emre ÇALIŞKAN
Denizli Provincial Director of National Education



Baş Editör Yazısı

Preface

Değerli Bilim İnsanları ve Araştırmacılar,

Bilimsel bilgi üretimi ve paylaşımı, günümüzde toplumların sürdürülebilir gelişimi açısından temel bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi, Eğitim Bilimleri, Fen Bilimleri, Matematik, Sosyal Bilimler ve Güzel Sanatlar gibi geniş bir yelpazede özgün ve nitelikli bilimsel çalışmaları desteklemek amacıyla akademik yayın hayatına başlamıştır.

Dijital çağın imkanlarından yararlanarak, açık erişim politikası benimseyen dergimiz, bilimin herkesin erişimine açılmasını gerektirdiği inancıyla tüm makaleleri ücretsiz sunmaktadır. Aynı zamanda, dergimiz, yayın süreçlerinde etik ilkelere bağlılığı temel bir prensip olarak benimseyen bir yayın politikası izlemektedir. Yayımlanan her çalışma, alanında uzman hakemler tarafından titizlikle değerlendirilmekte; akademik nitelik ve metodolojik sağlamlık esas alınarak bilimsel tartışma ortamlarına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Dergimizin temel hedeflerinden biri, bilimsel yöntemlere dayalı araştırmaları teşvik ederek ulusal ve uluslararası düzeyde bilim dünyasına katkı sağlamak ve öğrencilerin danışman rehberliğinde gerçekleştirdiği araştırmalarla bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine olanak tanımaktır. İlk sayımızda yer alan makaleleri, bilimsel yenilikleri ve uygulamalı çalışmaları içermekte olup, genç araştırmacılara özgün fikirlerini ifade edebilecekleri bir platform sunmaktadır.

Bu anlamlı çalışmanın gerçekleşmesinde emeği geçen herkese en derin şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim. Özellikle, bu sürecin her aşamasında liderlik ederek bizlere rehberlik eden Denizli İl Millî Eğitim Müdürümüz Sayın Dr. Emre ÇALIŞKAN'a içten teşekkürlerimi arz ederim. Ayrıca, idari desteğiyle sürecin başarıyla tamamlanmasını sağlayan Sorumlu Müdürümüz Sayın Dr. Yasin TEMEL'e, dergimizin tanıtımı ve gelişimi için özveriyle çalışan dergi kurulu üyelerimize, gönderilen çalışmaları titizlikle değerlendiren kıymetli hakemlerimize ve makaleleriyle bu sayıya anlam katan değerli yazarlarımıza teşekkürü bir görev addediyorum. Dergimizin bilimsel alanda yeni çalışmalara ilham kaynağı olmasını temenni ediyorum.

Dr. Hatice TOZAK

Baş Editör

Dear Scientists and Researchers,

The production and dissemination of scientific knowledge hold a fundamental importance in the sustainable development of societies today. Within this scope, Denizli Provincial Directorate of National Education Journal of Science and Education has embarked on its academic publishing journey, aiming to support original and high-quality scientific studies across a broad spectrum of disciplines, including Educational Sciences, Natural Sciences, Mathematics, Social Sciences, and Fine Arts.

Taking advantage of opportunities of the digital age, our journal follows an open-access policy, offers all articles are made available free of charge with the belief that science, as a universal value, should be accessible to everyone. Simultaneously, our journal upholds a publication policy that prioritizes adherence to ethical principles as a foundation of its processes. Every article undergoes meticulous evaluation by field experts, with an emphasis on academic rigor and methodological soundness, contributing to scholarly discourse and aiming to serve as a reliable academic resource.

One of the primary goals of our journal is to promote research grounded in scientific methodologies, thereby contributing to the global scientific community. Additionally, we aim to support students in developing their scientific process skills through research conducted under the guidance of their advisors. The articles featured in our first issue encompass scientific innovations and applied studies, providing a platform for young researchers to express their original ideas.

I would like to extend my deepest gratitude to everyone who contributed to the realization of this meaningful endeavor. In particular, I would like to sincerely thank Dr. Emre ÇALIŞKAN, the Provincial Director of National Education of Denizli, for his visionary leadership and steadfast guidance throughout every stage of this process. I also wish to express my sincere appreciation to Dr. Yasin TEMEL, our Responsible Manager, whose administrative support ensured the successful completion of this endeavor. Furthermore, I am profoundly grateful to our dedicated editorial board members, who have worked diligently on the promotion and development of the journal, to esteemed reviewers, who meticulously evaluated the submitted manuscripts, and to our valuable authors, whose articles have enriched this first issue. I hope that our journal will inspire new studies in the scientific fields.

Dr. Hatice TOZAK

Editor-in-Chief



Graf Teoride Geometrik Uygulamalar

Cansel AYCAN¹, Hatice Nur KOÇ^{*2}

¹Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, 20160, Denizli, TÜRKİYE

²Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, 20160, Denizli, TÜRKİYE

¹(ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9893-5642>)

²(ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6023-7853>)

(Alınış / Received: 21.01.2025, Kabul / Accepted: 28.01.2025, Online Yayınlanma / Published Online: 31.01.2025)

*İlgili yazar ve danışman : hkoc182@gmail.com . c_aycan@pau.edu.tr

Öz: Matematiğin hızla gelişen ve geniş uygulama alanlarına sahip bir dalı olan graf teorisi, düğümler ve bu düğümleri birbirine bağlayan kenarların incelenmesi üzerine odaklanmaktadır. Bu çalışmada ilk olarak, Euler'in temelini attığı Königsberg köprü problemi üzerine doğan Graf Teori'nin temel özellikleri tanımlanmıştır. Graf yapılarının temel özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Aynı zamanda Graf teorisinin kullanım alanları görsellerle zenginleştirilerek açıklanmıştır. Bunun üzerine çalışmanın özgün tarafı olarak Graf Teori'nin geometrik yapılar ile nasıl birleştirilebileceği üzerine geliştirdiğimiz örnekler ve ispatlarıyla birlikte çeşitli özellikleri sunulmuştur. Böylelikle Graf yapılarının teorik çalışmaları açıklayıcı örneklerle zenginleştiren bu çalışma, sadece temel kavramları aydınlatmakla kalmamakta aynı zamanda Graf teorisinin geometrik yapısını anlaşılır kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Graf teorisi, Yönlü graf, Basit graf, Örtü

Geometric Applications in Graph Theory

Abstract: Graph theory, a rapidly evolving branch of mathematics with broad application areas, focuses on the study of nodes and the edges connecting these nodes. In this study, the fundamental characteristics of Graph Theory, which originated from Euler's Königsberg Bridge Problem, are introduced. Basic properties of graph structures are explained. Additionally, the applications of Graph Theory are illustrated and enriched with visual aids. As an original aspect of this work, various examples and proofs are presented to demonstrate how Graph Theory can be combined with geometric structures. Thus, this study not only illuminates fundamental concepts but also makes the geometric structure of Graph Theory comprehensible by enriching theoretical studies of graph structures with illustrative examples.

Keywords: Graph theory, Directed graph, Simple graph, Cover

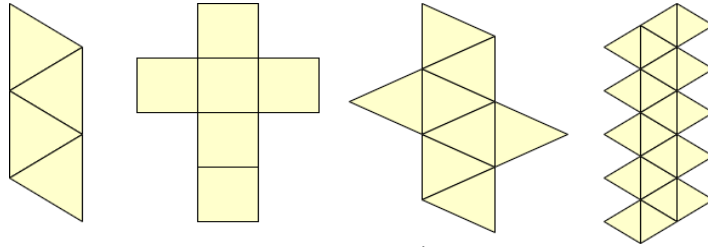
1.Giriş

Graf teorisinin ilk örneği olarak Königsberg köprüleri bilinmektedir. Fakat daha detaylı yapılan araştırmalarda Pisagor'un, bu teori üzerine örnek çalışmalar yaptığı görülmektedir. Antik Yunan'da Pisagorcular, tüm üç boyutlu cisimlerin yalnızca beş farklı türden oluştuğunu belirledi. Sonrasında Plato (Eflatun) öğrencileriyle yaptığı detaylı çalışmalar sonucunda bu cisimleri Platonik Cisimler olarak adlandırdı. Bu çalışmalar düğümler ve kenarlar arasındaki ilişkilerin ilk görselleştirilmiş örnekleri olarak kabul edildi.



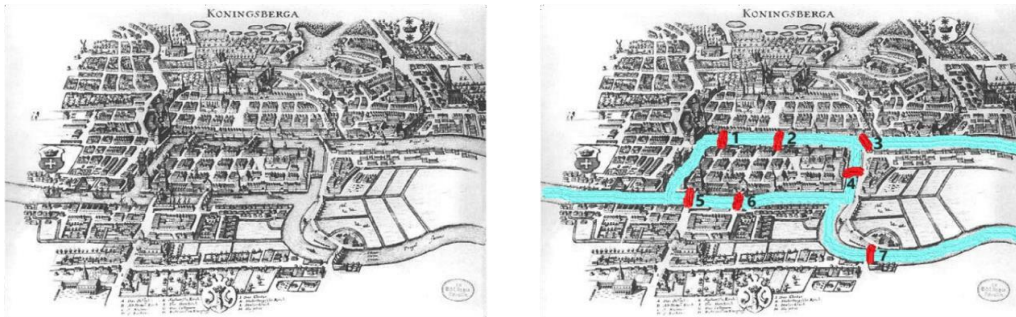
Şekil 1.1. Platonik Cisimlerin Üç Boyutlu Görünümü

Platonik cisimlerin üç boyutlu halinden kenarlarını kesiştirmeden iki boyutlu hale getirmek mümkün olur.



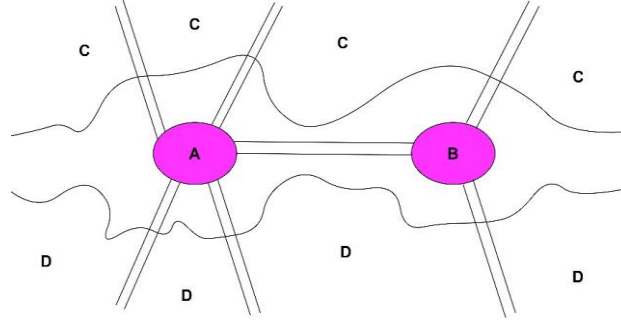
Şekil 1.2. Platonik Cisimlerin İki Boyutlu Görünümü

Platonik cisimlerin kenarlarını kesiştirmeden üç boyuttan iki boyuta indirgeme fikri üzerine çalışarak, bu yaklaşımı bir köprü problemiyle geliştiren ve Graf teorisinin bilinen ilk örneği olan "Königsberg Yedi Köprüsü" çalışmasını 1736 yılında yayımlayan İsviçreli matematikçi Leonhard Euler (1707-1783) olmuştur. Königsberg kentindeki Pregel nehri şehri dört ayrı bölgeye ayırmakta ve bu bölgeler nehrin üzerinde bulunan yedi köprü ile birleşmektedir. Şehirdeki insanların bu köprülerle oynadıkları oyun sonucunda oluşan ve merak edilen problem şöyledir: " Bütün köprüleri yalnızca bir defa kullanmak şartı ile başlanılan noktaya tekrar gelinebilir mi? "



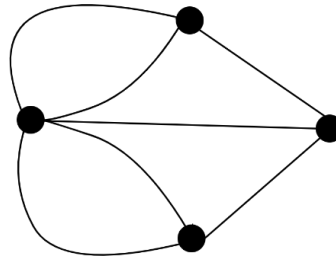
Şekil 1.3. Pregel Nehri Üzerindeki Königsberg Köprüleri

Probleme çözüm arayan Euler, bu problem için çalışmaları sonucunda Graf teorisinin de temellerini atan bilim insanı olmuştur. Köprü'nün bir farklı görünümü Şekil 1.4. 'teki gibi ifade edilebilir.



Şekil 1.4. Pregel Nehri Üzerindeki Königsberg Köprüleri

Çalışmaları sonucunda böyle bir turun mümkün olmadığını kanıtlayan Euler, problemi daha rahat çalışılabilir bir şekil ile ifade etmiştir. İfadesindeki şekilde noktalar bölgeleri, kenarlar ise köprüleri temsil ederek oluşturulmuştur.



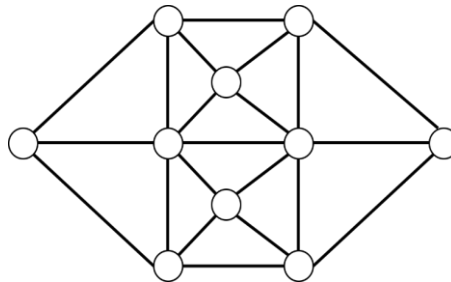
Şekil 1.5. Euler Grafi

1.1 Grafların Kullanım Alanları

Graf Teori Bilgisayar Bilimi ve Algoritmalar, Mühendislik ve İletişim Ağları, Biyoloji ve Sağlık, Kriptografi ve Güvenlik , Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Günlük hayatımızda graflar haritaların, yolların, güzergâhların çiziminde kullanılır.

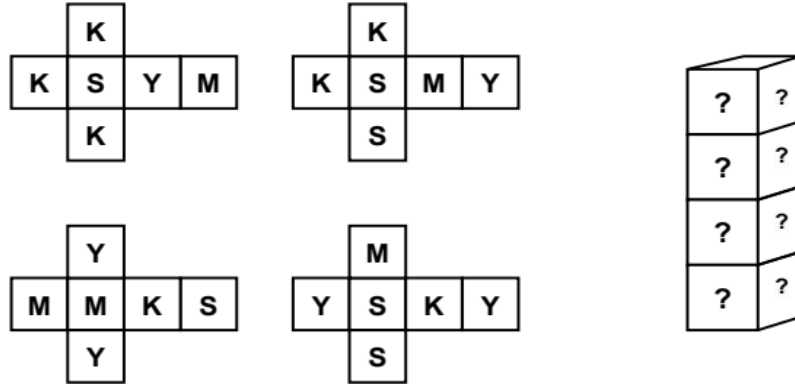
Birçok bulmacanın çözümü de Graf Teorideki kavramlar yardımıyla bulunabilir. Bunlar; Sekiz Çember problemi, Dört Küp problemi, Hampton Court Labirenti'dir.

Sekiz çember probleminde şekil 1.6'daki gösterilen sekiz tane çemberin içine 1,2,3,4,5,6,7 ve 8 rakamlarını, hiçbir şekilde bir fazlası ve bir eksiği ile bağlantılı olmayacak şekilde konumlandırıp konumlandırılmayacağını sorgulamaktadır. Her ihtimale bakmak gerekirse $8! = 40320$ deneme yapılması gerekir fakat bunun kolay olmayacağı aşikârdır. Graf teori yardımıyla daha kolay bir şekilde çözülebilmektedir.



Şekil 1.6. Sekiz Çember Problemi

Dört küp problemindeki amaç; şekil 1.7'deki gibi açılımı gösterilen kırmızı, yeşil, mavi, sarı olarak dört farklı renk ile boyalı olan küpleri yine şekil 1.7'deki gibi üst üste yerleştirildiğinde her bir taraftan bakıldığında bu dört rengi de görülüp görülemeyeceğini belirlemektir. Dört küp probleminin çözümü ise her bir rengi bir köşe olarak kabul eden birer graf ile simgelenilerek yapılabilir.



Şekil 1.7. Dört Küp Problemi

2. Graf Yapılarda Temel Kavramlar

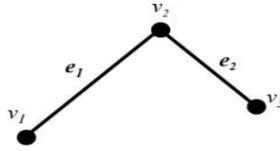
Bu bölümde Graf çeşitleri, Graf yapıların temel tanım ve özellikleri verilmiştir.

2.1.1. Tanım G grafi, nokta ve kenarlardan oluşan bir yapıdır. Şöyle ki, elemanları düğüm (nokta) olarak adlandırılan sonlu ve boş olmayan $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ kümesi ile sonlu ve boş olmayan elemanları ise kenar olarak adlandırılan $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$ kümesinden oluşur.

$G = (V(G), E(G))$ şeklinde tanımlanır. Daha kısa bir gösterim ile $G = (V, E)$ ya da sadece G ile gösterilir. Bir grafi çizmek için düğüm(nokta) ile bu düğümler arasında geçişi sağlayan kenarlar gereklidir. Fakat bu düğüm ve kenarlar ile oluşturulabilecek graflar tek değildir (Demir,2021).

2.1.2. Tanım Bir $G = (V, E)$ grafında, aşağıdaki özelliği sağlayan iki noktaya komşu denir.

- G grafına ait olan iki noktayı birleştiren en az bir kenar vardır. G grafından alınan bir v_i noktasına komşu olan tüm noktalara, v_i noktasının bir komşuluğu denir.

Şekil 2.1.1. G grafi

Şekil 2.1.1 deki graftaki komşulukları;

$$\begin{aligned} e_1 &= v_1 v_2 \\ e_2 &= v_2 v_3 \end{aligned}$$

olduğundan v_1 ve v_2 noktaları ile v_2 ve v_3 noktaları komşudur. v_1 ile v_3 noktaları arasında bu noktaları birleştiren bir kenar bulunmadığından v_1 ile v_3 noktaları komşu değildir (Şentürk, 2024).

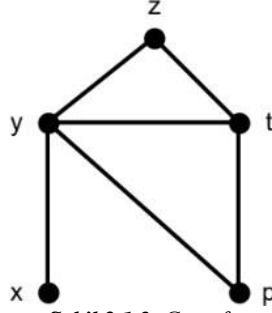
2.1.3. Tanım Bir grafta ortak noktaya sahip olan kenarlara bitişik kenarlar denir. Ayrıca herhangi bir $G = (V, E)$ grafında herhangi bir kenardan çizilebilen kenar sayısı, o noktanın derecesi olarak adlandırılır. Bu kenara v dersek $d(v)$ ile gösterilir. Bir grafın derecesi en küçük olan noktasına minimum dereceli nokta denir ve bir G grafının minimum dereceli noktasının derecesi $\delta(G)$ ile gösterilir. Bir grafın derecesi en büyük olan noktasına maksimum dereceli nokta denir ve bir G grafının maksimum dereceli noktasının derecesi $\Delta(G)$ ile gösterilir. $G = (V, E)$ bir graf olsun. Grafta bir noktanın derecesi 0 ise bu noktaya izole nokta denir. $u \in V$ için $d(u) = 1$ ise u ya sarkık nokta denir (West, 2001; Sunar, 2021).

2.1.4. Tanım Bir G grafına ait iki nokta arasına birden çok kenar çizilebiliyor ise, buna katlı kenarlar denir. G grafında bir kenarın uç noktaları aynı olursa bu kenar ilmek adını alır (Sunar, 2021; Vasudev,2006).

2.1.5. Tanım Bir grafın nokta sayısı; $|V|$ ve kenar sayısı; $|E|$ şeklinde gösterilir ve bir G grafının nokta sayısı ve kenar sayısı sonlu ($|V| < \infty$ ve $|E| < \infty$) ise sonlu graf denir (Sunar, 2021; Vasudev,2006).

2.1.6. Tanım Bir G grafında $v_1v_2, v_2v_3, \dots, v_{n-1}v_n$ sonlu kenar dizisine yürüme(tur) denir. Bir yürüme(tur) $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow \dots \rightarrow v_n$ şeklinde de gösterilir. Burada önemli olan art arda gelen düğümler (noktalar) komşu olmalıdır. Bir yürümede(tur) çizilebilen kenarların hepsi birbirini tekrar etmiyor ise buna iz denir. Tüm noktaları farklı olan ize yol denir. Devir ise aşağıdaki komşuluğu sağlayan ize denir;

- En az bir kenar içerir.
- Başlangıç ve bitiş noktası aynı olan izdir (Demir,2021; Wilson, 1996).



Şekil 2.1.2. G grafi

Örnek vermek gerekirse şekil 2.1.2'deki

$x \rightarrow y \rightarrow p \rightarrow t$ yürüme,
 $t \rightarrow p \rightarrow y \rightarrow z \rightarrow t \rightarrow y$ iz,
 $z \rightarrow t \rightarrow p \rightarrow y \rightarrow x$ yol,
 $y \rightarrow p \rightarrow t \rightarrow y$ ise bir devirdir .

2.1.7. Tanım $G=(V,E)$ bir bağlı graf olsun. G grafına ait $P(v_1, v_2)$ yollarının uzunluklarının minimumuna v_1 ve v_2 düğümleri arasındaki uzaklık denir ve $d(v_1, v_2)$ notasyonu ile gösterilir) (West, 2001; Sunar, 2021).

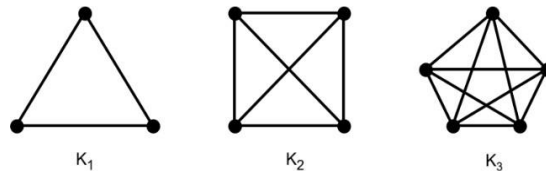
2.2. Graf Çeşitleri

2.2.1 Tanım Katlı kenar ve ilmek bulundurmayan grafa basit graf denir.Eğer bir graf ilmek içeriyor ise buna yalancı graf (pseudo graf),denir. Eğer bir graf katlı kenar içeriyor ise buna da çoklu graf (multi graf) adı verilir (Sunar, 2021; Vasudev,2006).



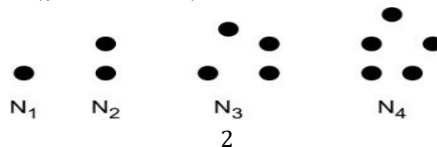
Şekil 2.2.1 Kenarlarına Göre Graf Çeşitleri (Basit Graf, Multi Graf, Yalancı Graf)

2.2.2 Tanım Bir grafın tam graf olması için,bu grafda alınan iki nokta arasında mutlaka bir kenar çizilebilmelidir. n noktalı bir tam graf K_n ile gösterilip, bu grafda ait bir noktanın derecesi ise $(n - 1)$ dir (Eroğlu, 2021). Tam grafların kenar sayısı $\frac{n(n-1)}{2}$ ile bulunabilir (Şentürk, 2024).



Şekil 2.2.2. Tam Graf Örnekleri

2.2.3. Tanım Sadece izole nokta veya düğümlerden oluşan dolayısıyla düğüm dereceleri sıfır olan grafa sıfır (null) graf denir. Sıfır graflar N_n ile gösterilir (Şentürk, 2024).



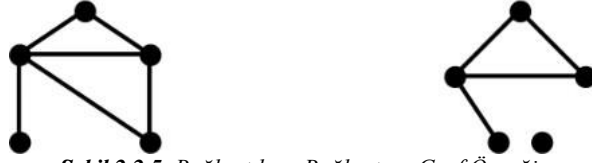
Şekil 2.2.3. Null Graf Örnekleri

2.2.4. Tanım Bir G grafının kenarları belli bir yönde çizilebiliyor ise buna yönlü graf denir. Aksi halde, yani yön belirtmiyorsa yönsüz graf adı verilir (Demir,2021; Wilson, 1996).



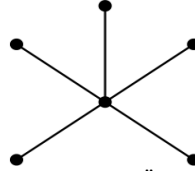
Şekil 2.2.4. Yönsüz ve Yönlü Graf Örneği

2.2.5.Tanım Bir G grafında her iki düğüm arasında bir yol oluşuyorsa buna bağlantılı graf denir. Aksi halde ise bağlantısız graf adı verilir (Demir,2021; Wilson, 1996).



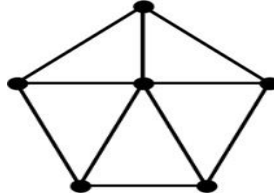
Şekil 2.2.5. Bağlantılı ve Bağlantısız Graf Örneği

2.2.6.Tanım n noktalı birleştirilmiş bir $G = (V, E)$ grafında $n - 1$ nokta bir dereceli ve bir nokta $n - 1$ dereceli ise bu graf yıldız (star) graf adını alır ve $K_{1,n-1}$ ile gösterilir (West, 2001; Armut, 2016).



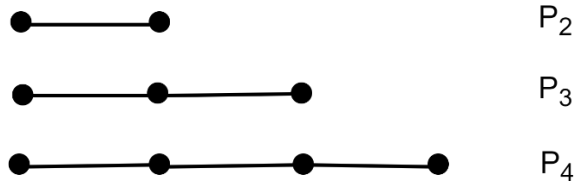
Şekil 2.2.6. Yıldız Graf Örneği $K_{1,5}$

2.2.7.Tanım n noktalı birleştirilmiş bir $G = (V, E)$ grafında, bir noktanın derecesi $n-1$, $n - 1$ adet noktanın dereceleri 3 ise buna tekerlek graf denir, $W_{1,n-1}$ ile gösterilir (West, 2001; Armut, 2016).



Şekil 2.2.7. Tekerlek Graf Örneği

2.2.8.Tanım Uç noktalarının derecesi 1, diğer tüm noktalarının derecesi 2 olan grafa yol graf denir ve P_n ile gösterilir (Şentürk, 2024).



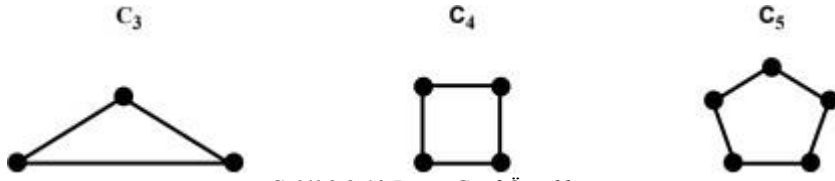
Şekil 2.2.8. Yol Graf Örnekleri

2.2.9. Tanım Ağaç graf devir içermeyen bir graftır. Dolayısıyla en basit ve sade graf çeşididir. Ağaç grafa örnek olarak yol, yıldız ve iki parçalı graflar verilebilir (Eroğlu, 2015).



Şekil 2.2.9. Ağaç Graf Örnekleri

2.2.10. Tanım Bir grafa ait noktaların derecesi 2 ise buna devir graf adı verilir ve C_n ile gösterilir. Bir çevre graf n noktalı ise aynı zamanda n kenarlıdır (Şentürk, 2024).

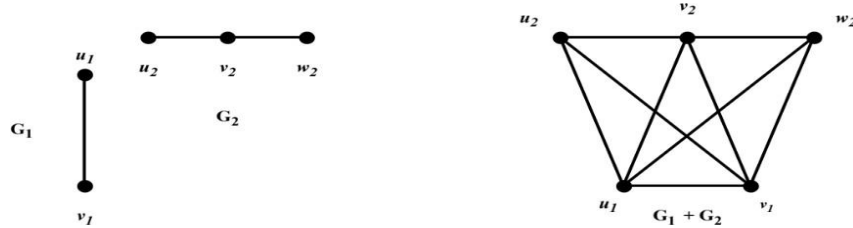


Şekil 2.2.10 Devir Graf Örnekleri

2.3. Graflarda İşlemler

2.3.1. Graflarda Toplama İşlemi G_1 ve G_2 , m ve n noktalı iki graf olsun. G_1 grafi ile G_2 grafinin her bir noktasının, aynı şekilde kenarlarının birleştirilmesiyle elde edilen grafa toplam graf denir ve $G_1 + G_2$ ile gösterilir (Eroğlu, 2015).

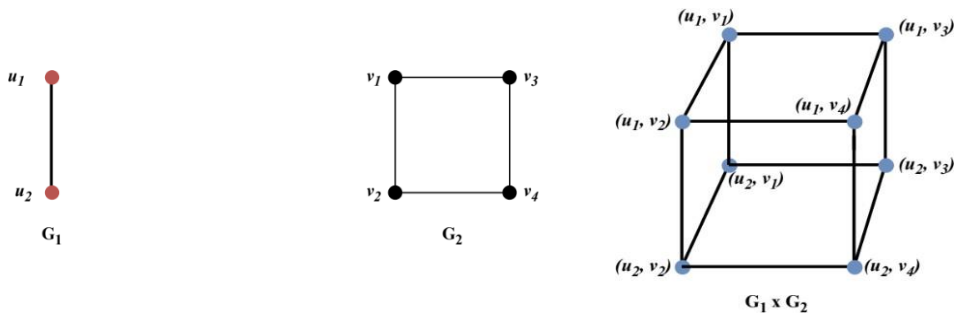
Örneğin şekil 2.3.1'de iki noktalı G_1 grafi ve üç noktalı G_2 graflarına ait $G_1 + G_2$ işlemi gösterilmiştir.



Şekil 2.3.1. $G_1 + G_2$ 'ye Ait Graf

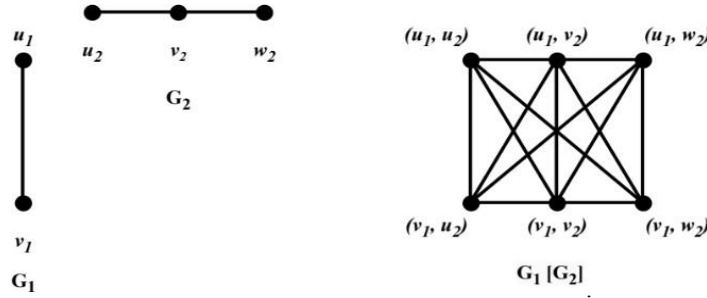
2.3.2. Kartezyen Çarpım G_1 ve G_2 iki basit graf olsun. G_1 grafinin köşe kümesi $V(G_1)$, G_2 grafinin köşe kümesi $V(G_2)$ olmak üzere $V(G_1) \times V(G_2)$ kartezyen kümesinden (u_1, u_2) ve (v_1, v_2) elemanlarını alalım.

Eğer, $u_1 = v_1$ ve u_2, v_2 komşu ise ya da $u_2 = v_2$ ve u_1, v_1 ile komşu ise bu iki nokta bir kenarla birleştirilir ve bu şartlar sağlanıyor ise (u_1, u_2) ile (v_1, v_2) köşeleri komşudur denir. Bu koşullar altında oluşan yeni grafa G_1 ve G_2 grafinin kartezyen çarpımı denir (Tecirli, 2021).



Şekil 2.3.2. $G_1 \times G_2$ Grafi

2.3.3. Graflarda Bileşke İşlemi G_1 'in bir noktası $u = (u_1, u_2)$, G_2 'nin bir noktası $v = (v_1, v_2)$ olmak üzere, eğer u_1 ve v_1 ya da u_2, v_2 noktaları komşu oluyorsa u ile v noktalarının bir kenar ile birleştirilebildiği söylenebilir. Bu şekilde oluşan birleşim grafinin G_1 ve G_2 'nin bileşke grafi denir. $G_1[G_2]$ şeklinde gösterilir (Eroğlu, 2015).



Şekil 2.3.3. G_1 ve G_2 Grafları için $G_1[G_2]$ Bileşke İşlemi

2.4. Graflarda Bazı Geometri Yapılar ve Uygulamaları

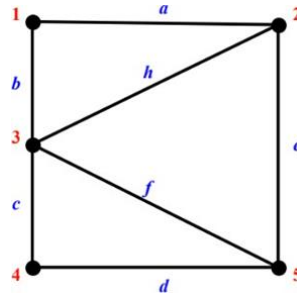
Bu bölümde alt graf, kapalı graf, graflarda örtü gibi kavramları ele aldık. Bu bölümde yapılan çalışmalar ve örnekler graflar üzerine geliştirdiğimiz yeni yorumları içermektedir.

2.4.1. Tanım Herhangi bir G grafinin bir alt grafi; tüm düğümleri G grafinin düğümlerinden, tüm kenarları G grafinin kenarlarından oluşan ve G grafinde bulunan aynı düğüm çiftleriyle bağlantıları olan graftır. G grafinin alt grafini G_{alt} olarak gösterelim. O halde ise $G_{alt} \subset G$ G 'nin alt grafi olarak tanımlanır. G grafinin alt grafları, G grafinin bir parçası olarak da düşünülebilir. Bir başka ifade ile $G_1 = (E_1, V_1)$ ve $G_2 = (E_2, V_2)$ graflarını alalım. Eğer $V_1 \subset V_2$ ve $E_1 \subset E_2$ ise G_1 grafi, G_2 grafinin bir alt grafi olarak kabul edilir. $G_1 \subset G_2$ olarak gösterildiği gibi $G_2 \supset G_1$ olarak da gösterilebilir (Şentürk, 2024).

Alt graflar için şu maddeler geçerlidir;

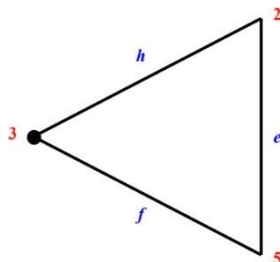
- 1) Her graf kendisinin bir alt grafidir.
- 2) G grafindeki herhangi bir düğüm tek olarak G 'nin alt grafidir.
- 3) G grafindeki bir kenar kendine ait düğüm çifti ile beraber G 'nin alt grafidir (Şentürk, 2024).

Alt graf yapısını daha iyi açıklamak için aşağıdaki örneği inceleyelim. Bu örnekte bir grafa düğüm ve ayrıt silinmesi ile alt grafların nasıl oluşacağını şekiller üzerinde gösterdik.



Şekil 2.4.1. G grafi

$V = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ düğümler kümesi ve $E = \{a, b, c, d, e, f, h\}$ kenarlar kümesiyle verilen $G = (V, E)$ grafinin,



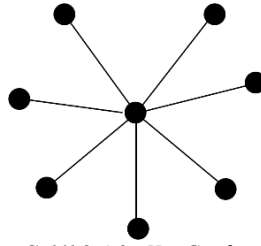
Şekil 2.4.2. Şekil 2.4.1'in Alt Graf Örneği

grafı bir alt grafıdır. Aynı zamanda kendisi ve her bir düğümü tek başına da bir alt grafını oluşturur (Şentürk, 2024).

2.4.2. Tanım G bir graf olsun. V , G 'nin düğümler kümesi ve E , G 'nin kenarlarının kümesi olarak verilsin. $H \subseteq V$, G grafının boş olmayan düğümler kümesinin alt kümesi olsun. G grafında bulunan tüm kenarların en az bir tane uç düğümü bu H kümesinde bulunuyorsa H kümesine örtü kümesi denilir. Yani, G grafında bulunan kenarların tümü H kümesindeki düğümler ile ilişkili olursa buna örtü denilir. Bir graf için birden fazla örtü tanımlanabilir. Bir G grafının örtü kümelerinin içinden en az düğüm sayısına G grafının örtü sayısı denilir. Örtü sayısı $\alpha(G)$ şeklinde gösterilir. V sonlu bir küme olduğundan H örtü kümesi de sonlu bir kümedir (Şentürk, 2024).

Aşağıdaki örnekte basit bir graf yapısı için örtüyü ve örtü sayısını inceleyelim.

Örnek 1 $K_{1,7}$ grafının örtü sayısını bulunuz.

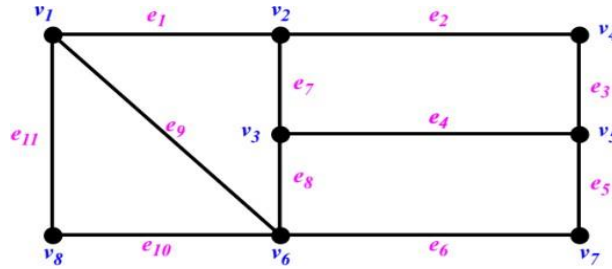


Şekil 2.4.3. $K_{1,7}$ Grafı

$H_1 = \{v_1\}$ benzer şekilde $H_2 = \{v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7\}$ farklı örtü kümeleri bulunabilir. En az düğüm sayısı olan kümeyi bulduğumuz için $\alpha(K_{1,7}) = 1$ diyebiliriz (Şentürk, 2024).

Örnek 2 de daha açıklayıcı bir graf modeli geliştirerek bunun üzerinde örtü kavramı ile bu kavramın önemini sunmaya çalıştık.

Örnek 2 Bir grup insan tarafından, şekilde graf modeli verilen yerleşim alanına geri dönüşüm bilincini artırmak amacıyla geri dönüşüm için çöp kutuları konulmak isteniyor. Bununla birlikte yerleşim alanının her ana caddesine en az bir tane geri dönüşüm çöp kutusu koymayı hedefliyorlar. Bu hedefe ulaşabilmek için en az kaç tane geri dönüşüm kutusu gerekir? (Şentürk, 2024).



Şekil 2.4.4. Yerleşim Alanının Graf Modeli

Örnekte istenilen şartlar doğrultusunda verilen grafın örtü sayısını bulmalıyız. Bunun için ise en az düğüm kümesini bulmamız yeterli olacaktır.

Graftaki her ana caddeye en az bir geri dönüşüm çöp kutusu yerleştirmeli ve bununla birlikte bunu en az geri dönüşüm çöp kutusu sayısı ile yapmamız gerekiyor. Seçimlerimizi de bu yönde yapmalıyız.

v_1 düğümünü ele alarak başlayalım. v_1 düğümü; e_1 , e_9 ve e_{11} caddelerinin ortak düğümüdür. v_1 düğümünü seçebiliriz. Böylelikle v_1 düğümünü seçerek üç cadde için en az bir çöp kutusu koymuş oluruz.

v_2 düğümünü ele alalım. v_2 düğümü; e_1 , e_2 ve e_7 caddelerinin ortak düğümüdür. v_2 düğümünü seçmemizin sebebi ise sadece üç caddenin ortak düğümü olması değildir. Bu düğümü seçmediğimiz durumda oluşabilecek düğüm kümesi sayısı fazlalaşacaktır.

v_2 'yi de bu yüzden seçiyoruz. Böylelikle e_2 ve e_7 caddeleri için de geri dönüşüm çöp kutusu en az bir tane olmuş oldu.

v_3 düğümünü seçmememizin sebebi v_2 'yi seçmiş olmamızdır. Çünkü v_3 düğümüne e_7 caddesi bağlı ve e_7 için zaten v_2 'yi seçmiştik. v_3 düğümünü şimdilik ona bağlı olan diğer caddeler için bekletelim.

v_4 'e gelelim. v_4 düğümünü de seçemeyiz. Çünkü v_4 'e bağlı iki caddeden biri için v_2 'yi seçtik. v_4 'ün diğer caddesine v_5 'te bağlıdır.

v_5 düğümünü ele alalım. v_5 düğümü, e_3 , e_4 ve e_5 caddeleriyle bağlı. v_5 'i örtü kümesine alırız. Çünkü v_5 'i alırsak v_3 ve v_4 'ü almamız gerekmez. Dolayısıyla örtü kümemizin eleman sayısını aza indirmiş oluruz.

v_6 düğümüne bakalım olursak, v_6 düğümü, e_6 , e_8 , e_9 ve e_{10} ve caddelerin ortak düğümüdür. v_6 düğümünü alırsak v_7 ve v_8 düğümlerini almamıza gerek kalmaz. Bu düğümler aynı caddeleri olan düğümlerdir ve bir tanesini almamız yeterli olacaktır. Bu nedenle v_6 düğümünü de örtü kümemize dâhil edersek v_7 ve v_8 düğümlerine bakmamıza gerek kalmaz.

Düğümlerin hangilerinin olduğu değil en az sayıda olması önemlidir. Yani v_1 , v_2 , v_5 , v_6 olmalı gibi bir şart yok. En az sayıdaki başka bir düğüm kümesi de oluşturulur ise yine dört elemanlı olacağından örtü sayısı 4'tür. Çözüm yoluyla sonuca ulaştığımızı göre şimdi kısaca ifade etmemiz gerekirse;

$$e_1 \text{ sokağı için } v_1 + v_2 \geq 1$$

$$e_2 \text{ sokağı için } v_2 + v_4 \geq 1$$

$$e_3 \text{ sokağı için } v_4 + v_5 \geq 1$$

$$e_4 \text{ sokağı için } v_3 + v_5 \geq 1$$

$$e_5 \text{ sokağı için } v_5 + v_7 \geq 1$$

$$e_6 \text{ sokağı için } v_6 + v_7 \geq 1$$

$$e_7 \text{ sokağı için } v_2 + v_3 \geq 1$$

$$e_8 \text{ sokağı için } v_3 + v_6 \geq 1$$

$$e_9 \text{ sokağı için } v_1 + v_6 \geq 1$$

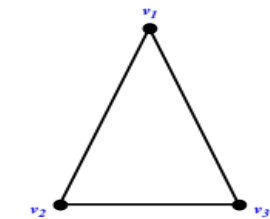
$$e_{10} \text{ sokağı için } v_6 + v_8 \geq 1$$

$$e_{11} \text{ sokağı için } v_1 + v_8 \geq 1$$

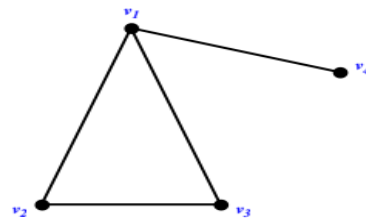
$$H = \{v_1, v_2, v_5, v_6\} \Rightarrow \alpha(G) = 4$$

olarak bulunur (Şentürk, 2024).

2.4.3. Tanım $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ kenar kümesi, $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ düğüm kümesi ile oluşan bir G grafında başlangıç düğümü v_0 bitiş düğümü v_n olarak verilsin. Eğer G grafında başlangıç düğümü ile bitiş düğümü aynı olabiliyor iken sallanan kenar (derecesi 1 olan kenar) bulunmuyor ve devir olabiliyor ise bu grafa kapalı graf denir (Şentürk, 2024).



Devir içerir kapalı graftır.

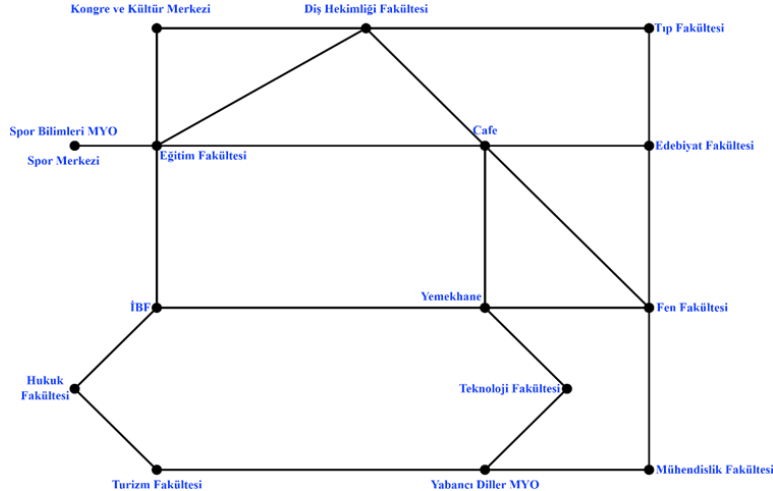


Sallanan kenarı olduğundan kapalı graf değildir.

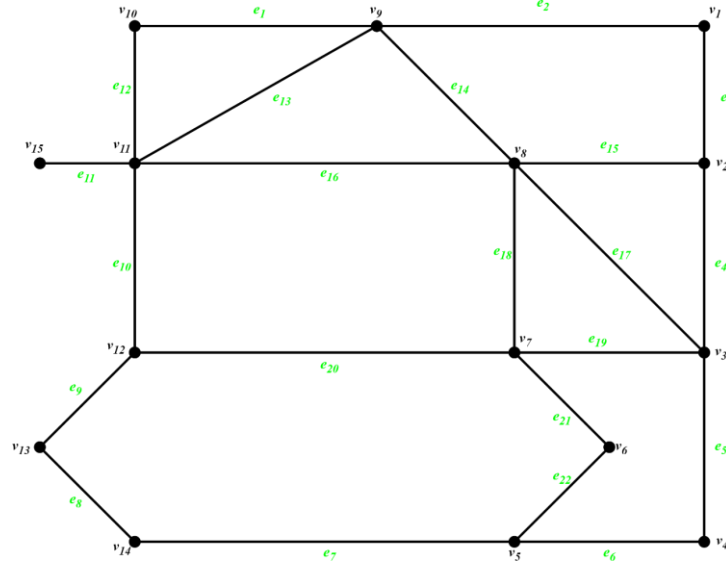
Şekil 2.4.5. Kapalı ve Kapalı Olmayan Graf Örneği

Aşağıdaki örnekte bir kampüs modeline ait graf yapısı geliştirilerek bir alt graf ile kampüsün lokal yerleşimi incelenmiştir.

Örnek 3 Bu örnekte öncelikle bir kampüsü belirli fakülteleri ile görsel olarak tasarladık. Daha sonra bunun graf modelini gösterdik (Şentürk, 2024).



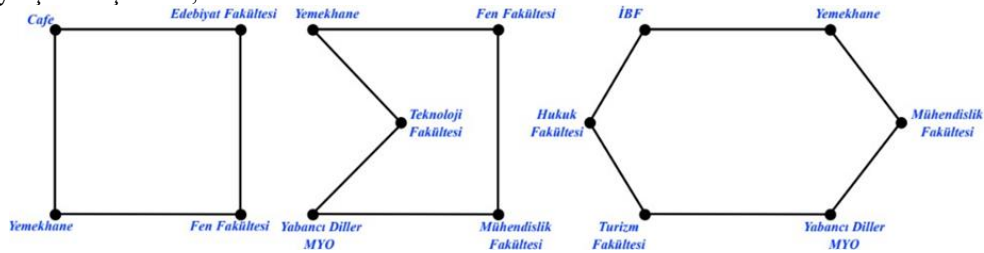
Şekil 2.4.6. Bir Üniversitenin Kampüsünün Graf Gösterimi



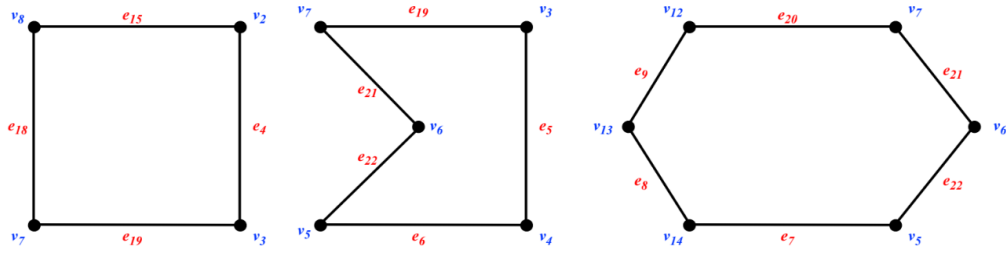
Şekil 2.4.7. Bir Üniversitenin Kampüsünün Graf Gösterimi

Yukarıdaki graf modeli bir üniversitenin kampüsünün bazı fakülteleriyle ve merkez noktalarıyla oluşturulmuştur. Düğümler kampüs içerisindeki konumları, kenarlar ise yolları modellemektedir.

Toplamda 15 adet kenar ve köşe sayısı eşit olan graf içermektedir. Özel olarak örnek vermek istersek bunlardan yemekhaneyi içeren üç tanesi;



Şekil 2.4.8. Kenar ve Köşe Sayısı Eşit Olan Graf Örnekleri



Şekil 2.4.9. Kenar ve Köşe Sayısı Eşit Olan Graf Örnekleri

3. Tartışma ve Sonuç

Graf yapıları ilk önce cebir alanında çalışılmaya başlanmıştır. Günümüzde ulaştırmadan, bilgisayar sistemlerine kadar farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu bağlamda, Graf teorisinin geometrik uygulamalarını daha elementer ve anlaşılır biçimde sunmak adına geliştirdiğimiz örnekler ve özellikleri kullanarak hazırladığımız bu çalışmanın, bu alanda çalışmak isteyen araştırmacılara yeni fikirler vereceği kanaatindeyiz. Çalışma graf yapıların temel özelliklerini içermenin yanı sıra ilk kısımda sunulan tanımlar ve özellikleri detaylı bir şekilde incelenmektedir. Daha sonrasında oluşturduğumuz örnekler geometrik şekiller ile desteklenerek, tüm tanımlamalara günlük hayattan farklı örnekler sunmaktadır.

Teşekkür

Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü ve editör Dr. Hatice TOZAK'a, Denizli ilinde öğrencilerin bilimsel araştırmalara katılımlarına yönelik dergi çıkarmasına vesile oldukları için teşekkür ederiz.

Etik Beyanı

Bu çalışmada, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

- [1] Armut, S. (2016). *Maksimum ikili başkanlık sayısının graf işlemleri altında incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi].
- [2] Demir, A. N. (2021). *Randic etki ve Laplacian etki enerjilerinin genelleştirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi].
- [3] Eroğlu, H. H. (2015). *Graf teorisinin cebirsel yapıları* [Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi].
- [4] Şentürk, A. (2024). *Graf teoride bazı uygulamalar* [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi].
- [5] Sunar, R. (2021). *Lineer graflar üzerine* [Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi].
- [6] Tecirli, S. (2021). *Graf işlemlerinin bazı cebirsel yapılar üzerine uygulamaları* [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi].
- [7] Vasudev, C. (2006). *Graph theory with applications*. New Age International.
- [8] West, D. B. (2001). *Introduction to graph theory* (2nd ed.). Prentice Hall.
- [9] Wilson, R. J. (1996). *Introduction to graph theory* (4th ed.).



Taxicab Geometride Graf Uygulamaları

Cansel AYCAN¹, Hatice Nur KOÇ^{*2}, Makbule KIZILHAN³

¹Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, 20160, Denizli, TÜRKİYE

²Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, 20160, Denizli, TÜRKİYE

³Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, 20160, Denizli, TÜRKİYE

¹(ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9893-5642>)

²(ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6023-7853>)

³(ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0282-6072>)

(Alınış / Received: 21.01.2025, Kabul / Accepted: 28.01.2025, Online Yayınlanma / Published Online: 31.01.2025)

*İlgili yazar ve danışmanı : hkoc182@gmail.com , c_aycan@pau.edu.tr

Öz: Bu çalışmada öncelikle, şehir ve bölge planlamasında önemli bir yere sahip olan Taxicab geometri tanıtılmıştır. Taxicab geometrinin kullanım alanlarından bahsedilmiştir. Daha sonra düğüm noktaları ve kenar yapılarıyla farklı alanlarda kullanılan Graf teorisi ele alınmıştır. Taxicab geometri ve Graf teorisinin birleşimi üzerine bugüne kadar bir çalışma yapılmamış olması, bu araştırmanın özgün yanını oluşturmaktadır. Çalışmanın temel amacı, Taxicab geometride yer alan temel geometrik yapıların Graf teorisi ile birleştirilerek yeniden tanımlanması ve şekillendirilmesidir. Makalemizde çember ve parabol için önce Taxicab yapısını daha sonra ise Graf yapısını inceledik. Bu yaklaşım, her iki disiplinin bir araya getirilmesiyle, geometrik ve mekânsal analizlerde yeni tasarımlar ve uygulamalara olanak sağlamayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Taxicab geometri, Taxicab metriği, Graf teori

Graph Applications in Taxicab Geometry

Abstract: This study first introduces Taxicab geometry, which holds a significant place in urban and regional planning. The applications of Taxicab geometry are discussed. Subsequently, Graph Theory, known for its use in various fields with its node and edge structures, is examined. The originality of this research lies in the fact that no prior study has explored the combination of Taxicab geometry and Graph Theory. The main objective of the study is to redefine and reshape the fundamental geometric structures in Taxicab geometry by integrating them with Graph Theory. In our article, we analyzed the Taxicab structure and then the Graph structure for circles and parabolas. This approach aims to enable new designs and applications in geometric and spatial analysis by combining these two disciplines.

Keywords: Taxicab Geometry, Taxicab Metric, Graph Theory

1. Giriş

1.1. Taxicab Geometri'nin Tarihçesi

Taxicab geometri, bazı kaynaklarda L_1 metriği olarak da adlandırılır. L_1 metriği, 1757'de Roger Joseph Boscovich tarafından regresyon analizinde kullanılmıştır. Taxicab geometrinin geometrik yorumu, Hermann Minkowski'nin Minkowski eşitsizliği ile Öklid dışı geometrilerin gelişmesine kadar uzanır (Krause, 1986).

İlk olarak Taxicab geometrisini incelemek için gerçek dünyadan kaynaklanan sorular ortaya çıktı . Apartmanlar, fabrikalar, telefon kulüpleri gibi yerlerin optimum konumlarıyla ilgili sorular bir dizi geometrik soruna neden oldu.

Taxicab geometri alanın tamamen Öklid uzaklık fonksiyonu d_E yerine Taxicab uzaklık fonksiyonu d_T ile değiştirilmesiyle ortaya çıkar. Bu tür bir değişiklik, uzaklık fonksiyonunun nasıl hesaplanacağı, açılı özelliklerinin ne olacağı gibi yeni soruların keşfedilmesine yol açar.



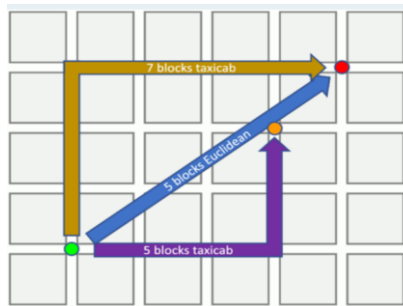
Şekil 1.1.1.

1.2. Taxicab Geometri Nedir?

Taxicab geometri (L_1), Öklidyen geometri ile benzer bir geometridir. Nokta, doğru ve açı özellikleri aynı yolla hesaplanır. Yalnız uzaklık fonksiyonu farklı bir yolla hesaplanır.

Tanım 1.2.1. $A = (a_1, a_2)$, $B = (b_1, b_2)$ olsun. E^2 de $d_E = \sqrt{(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$ metriği yerine, H.Minkowski tarafından tanımlanan $d_T = |a_1 - b_1| + |a_2 - b_2|$ metriği kullanılarak Taxicab geometriyi tanımlarız (Krause, 1986).

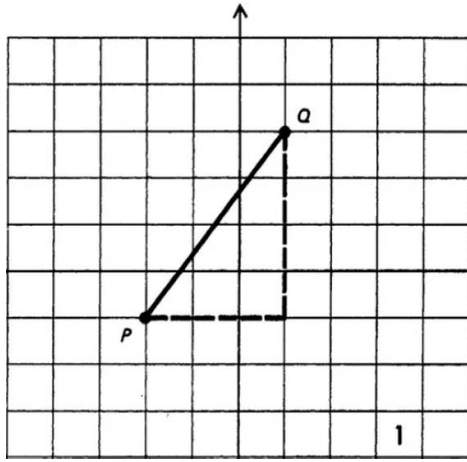
Manhattan geometrisi veya L_1 geometrisi olarak da bilinen Taksi geometrisi, özellikle şehirlerdeki mesafeleri ve seyahat sürelerini ölçmek söz konusu olduğunda, yararlı bir modeldir. Bu model, Öklid geometrisi uygulayamayacağımız ortamlarda Öklid geometrisini tamamlayan farklı bir bakış açısı sağlar.



Şekil 1.2.1. Taxicab Hareketi

Örnek 1

$P = (2, -1)$, $Q = (1, 3)$ noktaları verilsin. P ve Q arasındaki en kısa uzaklık PQ Öklid metriğine göre hesaplanmış olsaydı, bu uzaklığın hipotenüsü yardımıyla 5 olarak hesaplardık. Taxicab metriğine göre ise bu uzaklık 7 birim çıkmaktadır (Krause, 1986).

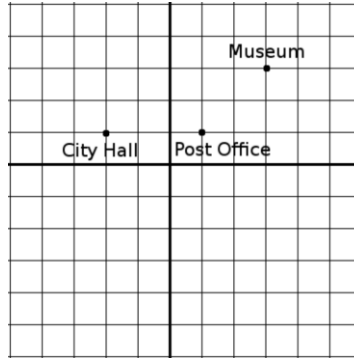


Öklid metriği $\rightarrow 3^2 + 4^2 = 25$ yani PQ arası 5 birim

Taxicab metriği $\rightarrow 3$ birim + 4 birim = 7 birim

Örnek 2

Taxicab geometri, Öklid geometrisinden daha kullanışlı bir modeldir. Postaneden müzeye olan Öklid mesafesinin $\sqrt{8}$ blok, postaneden belediye binasına olan Öklid mesafesinin $\sqrt{9} = 3$ blok olduğu bilgisinden sadece bir kuş faydalanabilir. Bu bilgi, caddelerde veya kaldırımlarda seyahat etmek zorunda kalan bir kişi için yararlı değildir. İnsanlar için taksi mesafesi gerçek mesafedir. Müzenin Postaneye, Belediye Binasından daha yakın olduğu insanlar için doğru değildir (Krause, 1986).

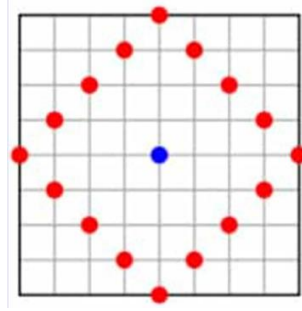


2. Bazı Geometrik Figürlerin Taxicab Uzaklığı

2.1. Taxicab Çember

Tanım 2.1.1. Taxicab düzleminde alınan sabit bir noktaya sabit bir uzaklıkta bulunan noktaların oluşturduğu geometrik yere Taxicab çemberi adı verilir. Bu tanımı özel olarak özel olarak $M = (0, 0)$ noktasını sabit nokta olarak seçip, bu noktaya sabit, 1 birim uzaklıktaki noktaların geometrik yeri olarak ele alırsak buna Taxicab birim çemberi denir (Yavuz, 2006).

$$\mathcal{C} = \{(x, y) \mid |x| + |y| = 1, x, y \in \mathbb{R}\}$$



Şekil 2.1.1. Taxisab Çember

2.2. Taxisab Elips

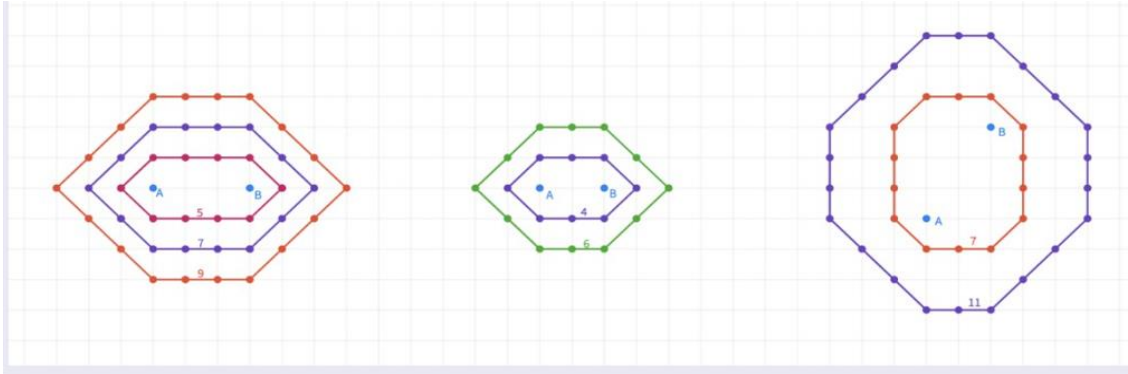
Tanım 2.2.1. Analitik düzlemde, sabit iki noktaya uzaklıkları toplamı sabit $2a$ birim olan noktaların geometrik yerine elips denir. $F_1(x_1, y_1)$ ve $F_2(x_2, y_2)$ sabit noktalarına odak noktaları denir. Böylece elipsin tanımı

$$E = \{P(x, y) | d(P, F_1) + d(P, F_2) = 2a\}$$

olarak verilir. Burada d Öklidyen anlamda uzaklık fonksiyonudur.

Tanım 2.2.2. Düzlemde iki sabit odak noktası $F_1(x_1, y_1)$ ve $F_2(x_2, y_2)$ olsun. Bir $P(x, y)$ noktası, şu şartı sağlıyorsa, bu nokta Taxisab elipsinin bir parçasıdır (Gray vd., 1997; Janssen, 2007):

$$d_T(P, F_1) + d_T(P, F_2) = 2a \rightarrow |x - x_1| + |y - y_1| + |x - x_2| + |y - y_2| = 2a$$



Şekil 2.2.1. Taxisab Elips

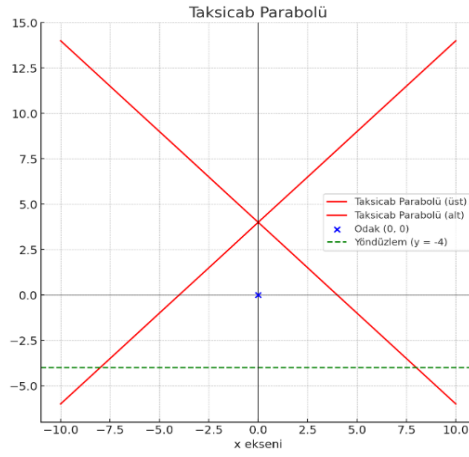
2.3. Taxisab Parabol

Tanım 2.3.1. Bir düzlemde bulunan sabit bir L doğrusu ve sabit bir F noktasına eşit uzaklıkta bulunan noktaların kümesinin oluşturduğu şekle parabol denir (Hacısalıhoğlu, 1990).

Tanım 2.3.2. Taxisab geometrisinde bir parabol, bir odak noktası ve bir doğruya (yöndüzlem) olan taksi mesafelerinin eşit olduğu noktalar kümesi olarak tanımlanır. Matematiksel olarak şu şekilde ifade edilir:

Odak noktası $F(h, k)$ ve doğrutmanı $y = c$ olmak üzere, bir noktadan odak noktasına olan taksi mesafesi ile bu noktadan doğruya olan taksi mesafesi eşittir:

$$|x - h| + |y - k| = |y - c|$$



Şekil 2.3.1 Taksicab Parabolü

2.4. Taksicab Hiperbol

Tanım 2.4.1. Analitik düzlemde odak noktası olarak adlandırılan sabit iki noktaya uzaklıkları farkı mutlak değerce, sabit olan noktaların geometrik yerine hiperbol adı verilir (Kaya, 2002).

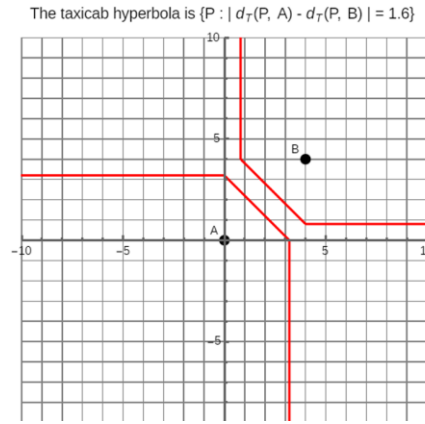
$$H = \{P(x, y) | d(P, F_1) - d(P, F_2) = 2a\}$$

Burada d Öklidyen anlamda uzaklık fonksiyonudur.

Tanım 2.4.2. Taksicab geometrisinde, iki nokta arasındaki mesafe şu şekilde tanımlanır:

$$d((x_1, y_1), (x_2, y_2)) = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$$

Taksicab hiperbol, bu mesafe fonksiyonuna göre sabit bir fark veren iki nokta kümesini tanımlar.



Şekil 2.4.1 Taksicab Hiperbol

3. Bazı Taksicab Figürlerinin Graf Yardımıyla Tanınlanması

3.1. Graf Teori Tanımları

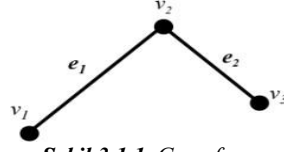
Bu bölümde bazı Taksicab figürlerinin Graf Teori yardımıyla nasıl tanımlanacağına değineceğiz. Öncelikli olarak graf için önemli birkaç tanımdan bahsedelim.

3.1.1 Tanım G grafi, nokta ve kenarlardan oluşan bir yapıdır. Şöyle ki, elemanları düğüm (nokta) olarak adlandırılan sonlu ve boş olmayan $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ kümesi ile sonlu ve boş olmayan elemanları ise kenar olarak adlandırılan $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$ kümesinden oluşur.

$G = (V(G), E(G))$ şeklinde tanımlanır. Daha kısa bir gösterim ile $G = (V, E)$ ya da sadece G ile gösterilir. Bir grafi çizmek için düğüm(nokta) ile bu düğümler arasında geçişi sağlayan kenarlar gereklidir. Fakat bu düğüm ve kenarlar ile oluşturulabilecek graflar tek değildir (Demir, 2021).

3.1.2. Tanım Bir $G = (V, E)$ grafında, aşağıdaki özelliği sağlayan iki noktaya komşu denir.

- G grafına ait olan iki noktayı birleştiren en az bir kenar vardır. G grafından alınan bir v_i noktasına komşu olan tüm noktalara, v_i noktasının bir komşuluğu denir.



Şekil 3.1.1. G grafi

Şekil 3.1.1. deki graftaki komşulukları;

$$e_1 = v_1v_2$$

$$e_2 = v_2v_3$$

olduğundan v_1 ve v_2 noktaları ile v_2 ve v_3 noktaları komşudur. v_1 ile v_3 noktaları arasında bu noktaları birleştiren bir kenar bulunmadığından v_1 ile v_3 noktaları komşu değildir (Şentürk, 2024).

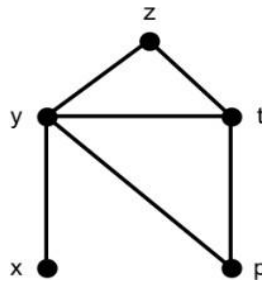
3.1.3. Tanım Bir grafta ortak noktaya sahip olan kenarlara bitişik kenarlar denir. Ayrıca herhangi bir $G = (V, E)$ grafında herhangi bir kenardan çizilebilen kenar sayısı, o noktanın derecesi olarak adlandırılır. Bu kenara v dersek $d(v)$ ile gösterilir. Bir grafın derecesi en küçük olan noktasına minimum dereceli nokta denir ve bir G grafının minimum dereceli noktasının derecesi $\delta(G)$ ile gösterilir. Bir grafın derecesi en büyük olan noktasına maksimum dereceli nokta denir ve bir G grafının maksimum dereceli noktasının derecesi $\Delta(G)$ ile gösterilir. $G = (V, E)$ bir graf olsun. Grafta bir noktanın derecesi 0 ise bu noktaya izole nokta denir. $u \in V$ için $d(u) = 1$ ise u ya sarkık nokta denir (West, 2001; Sunar, 2021).

3.1.4. Tanım Bir G grafına ait iki nokta arasına birden çok kenar çizilebiliyor ise, buna katlı kenarlar denir. G grafında bir kenarın uç noktaları aynı olursa bu kenar ilmek adını alır (Sunar, 2021; Vasudev, 2006).

3.1.5. Tanım Bir grafın nokta sayısı; $|V|$ ve kenar sayısı; $|E|$ şeklinde gösterilir ve bir G grafının nokta sayısı ve kenar sayısı sonlu ($|V| < \infty$ ve $|E| < \infty$) ise sonlu graf denir (Sunar, 2021; Vasudev, 2006).

3.1.6. Tanım Bir G grafında $v_1v_2, v_2v_3, \dots, v_{n-1}v_n$ sonlu kenar dizisine yürüme(tur) denir. Bir yürüme(tur) $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow \dots \rightarrow v_n$ şeklinde de gösterilir. Burada önemli olan art arda gelen düğümler (noktalar) komşu olmalıdır. Bir yürümede(tur) çizilebilen kenarların hepsi birbirini tekrar etmiyor ise buna iz denir. Tüm noktaları farklı olan ize yol denir. Devir ise aşağıdaki komşuluğu sağlayan ize denir;

- En az bir kenar içerir.
- Başlangıç ve bitiş noktası aynı olan izdir (Demir, 2021; Wilson, 1996).



Şekil 3.1.2. G Grafi

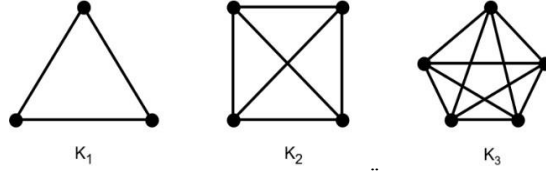
3.1.7. Tanım Graftaki her düğüm arası eşit uzaklıkta ise bu grafa eşit uzaklıklı veya sabit uzaklıklı graf denilmektedir (Şentürk, 2024).

3.1.8. Tanım Katlı kenar ve ilmek bulundurmayan grafa basit graf denir. Eğer bir graf ilmek içeriyor ise buna yalancı graf (pseudo graf), denir. Eğer bir graf katlı kenar içeriyor ise buna da çoklu graf (multi graf) adı verilir (Sunar, 2021; Vasudev, 2006).



Şekil 3.1.3. Kenarlarına Göre Graf Çeşitleri (Basit Graf, Multi Graf, Yalancı Graf)

3.1.9. Tanım Bir grafın tam graf olması için, bu grfa alınan iki nokta arasında mutlaka bir kenar çizilebilmelidir. n noktalı bir tam graf K_n ile gösterilip, bu grfa ait bir noktanın derecesi ise $(n - 1)$ dir (Demir, 2021). Tam grafların kenar sayısı $\frac{n(n-1)}{2}$ ile bulunabilir (Şentürk, 2024).



Şekil 3.1.4. Tam Graf Örnekleri

3.1.10. Tanım Bir G grafında her iki düğüm arasında bir yol oluşuyorsa buna bağlantılı graf denir. Aksi halde ise bağlantısız graf adı verilir (Demir, 2021; Wilson, 1996).



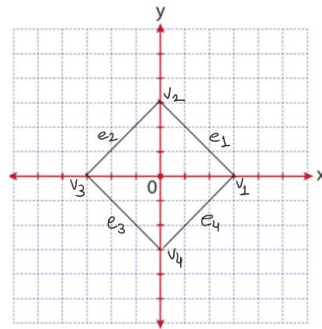
Şekil 3.1.5. Bağlantılı ve Bağlantısız Graf Örneği

3.1.11. Tanım G grafında bütün düğümlerin dereceleri eşit ise bu grfa düzenli (regüler) graf denir. Eğer $\forall v \in V$ için $d(v) = r$ ise grfa r -düzenli (r -regüler) graf denir (West, 2001; Sunar, 2021).



Şekil 3.1.6 Regüler Graf Örnekleri

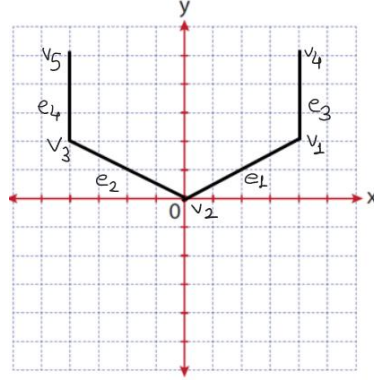
3.2. Taxicab Çemberinin Graf Modellemesi



- Köşeleri; $v_1(3,0)$, $v_2(0,3)$, $v_3(-3,0)$, $v_4(0,-3)$
- Kenarları; e_1, e_2, e_3, e_4
- Komşu köşeler; $v_1v_2, v_2v_3, v_3v_4, v_4v_1$
- Köşelerin dereceleri; $d(v_1) = 2, d(v_2) = 2, d(v_3) = 2, d(v_4) = 2$
- G grafının boyutu (kenar sayısı); 4
- G grafının mertebesi ; 4

- Çember basit graftır.
- Her nokta arası eşit uzaklıkta olduğu için sabit uzaklıklı graftır.
- Herhangi iki nokta arasında yol mevcut olduğu için bağlantılı graftır.
Örneğin; $v_2 \rightarrow v_1 \rightarrow v_4 \rightarrow v_3 \rightarrow v_2$
 $v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_1 \rightarrow v_2$
- Yukarıda verdiğimiz yol örneği ile değerlendirdiğimizde bu bir devirli graftır.
- Tam graf değildir çünkü v_1v_3 ve v_2v_4 kenarını içermez.

3.3. Taxicab Parabolün Graf Modellemesi



- Köşeleri; $v_1(4,2)$, $v_2(0,0)$, $v_3(-4,2)$, $v_4(4,5)$, $v_5(-4,5)$
- Kenarları; e_1, e_2, e_3, e_4
- Komşu köşeler; $v_1v_2, v_2v_3, v_3v_5, v_4v_1$
- Köşelerin dereceleri; $d(v_1) = 2, d(v_2) = 2, d(v_3) = 2, d(v_4) = 1, d(v_5) = 1$
- Bütün noktaların dereceleri eşit olmadığı için regüler graf değildir.
- Matematikte çalıştığımız parabol eğrileri kapalı eğri grubunda değildir. Parabol sonsuzda noktaları olan bir eğridir. Bu nedenden dolayı parabolü devirli ve kapalı bir graf olarak tanımlayamayız
- Yukarıdaki gösterilen parabol modeli üzerinde bir kapalı alt graf yapısı oluşturabiliriz. v_4, v_5 noktalarını seçerek bu noktalardan sonra gelen açık kısmı hariç tutarak sadece v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 köşeleri ve e_1, e_2, e_3, e_4 kenarları ile bir kapalı alt graf modeli oluşturarak sonlu bir parabol kesiti üzerinde çalışabiliriz.
- Bu graf modeli ancak kapalı bir alt graf olarak tanımlanırsa basit graf olarak adlandırılabilir.
- v_4 ve v_5 noktalarını eğri üzerinde istediğimiz konumda seçebildiğimiz için sabit uzunluklu graf diyemeyiz. Ancak özel bir kabul ile sabit uzunluklu grafa dönüştürebiliriz.,
- Kapalı bir alt graf modeli ile yol oluşturabiliriz. Çember örneğinde olduğu gibi istediğimiz noktadan başlayamayız.
Örneğin; $v_4 \rightarrow v_3 \rightarrow v_2 \rightarrow v_1 \rightarrow v_5$
- $v_3 \rightarrow v_1$ veya $v_1 \rightarrow v_3$ yolunu eşleştiremediğimiz için tam graf olmaz.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada ilk olarak Graf teorisinin temel özellikleri sunulmuştur. Ayrıca Taxicab geometrinin tarihçesi, temel özellikleri ve kullanım alanları tanıtılmıştır. Özellikle Taxicab uzaklığı, Taxicab çemberi, elipsi, hiperbolü ve parabolü tanım ve grafikleri ile incelenmiştir. Daha sonra Taxicab geometride sunulan çember ve parabolü, Graf teorisinin temel özelliklerini kullanarak graf yapıların özellikleri ile yeniden biçimlendirdik. Bu çalışma araştırmacılar için daha anlaşılır olan temel iki geometrik yapı üzerinde yoğunlaşmıştır. Amacımız bu iki temel yapı ile bu iki konunun birleştirilebileceğini göstermek ve yaptığımız diğer çalışmaların temelini oluşturmaktır.

Teşekkür

Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü ve editör Dr. Hatice TOZAK'a, Denizli ilinde öğrencilerin bilimsel araştırmalara katılmalarına yönelik dergi çıkarmasına vesile oldukları için teşekkür ederiz.

Etik Beyanı

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

- [1] Demir, A. N. (2021). *Randic etki ve Laplacian etki enerjilerinin genelleştirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi], Yök Tez Merkezi.
- [2] Eroğlu, H. H. (2015). *Graf teorinin cebirsel yapıları* [Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi], Yök Tez Merkezi..
- [3] Gray, A., Abbena, E., & Salamon, S. (1997). *Modern differential geometry of curves and surfaces with Mathematica*. Boca Raton, FL.
- [4] Hacısalihoglu, H. H. (1990). *2 ve 3 boyutlu uzaylarda analitik geometri*. Gazi Üniversitesi Yayınları.
- [5] Janssen, C. (2007). *Taxicab geometry: Not the shortest ride across town (Exploring conics with a non-Euclidean metric)* [Yüksek Lisans Tezi, Iowa State University].
- [6] Kaya, R. (2002). *Analitik geometri*. Bilim Teknik Yayınevi.
- [7] Krause, E. (1986). *Taxicab geometry: An adventure in non-Euclidean geometry*. New York.
- [8] Sunar, R. (2021). *Lineer graflar üzerine* [Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi], Yök Tez Merkezi.
- [9] Şentürk, A. (2024). *Graf teoride bazı uygulamalar* [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi], Yök Tez Merkezi.
- [10] Vasudev, C. (2006). *Graph theory with applications*. New Age International.
- [11] West, D. B. (2001). *Introduction to graph theory* (2nd ed.). Prentice Hall.
- [12] Wilson, R. J. (1996). *Introduction to graph theory* (4th ed.).
- [13] Yavuz, D. (2006). *Analitik geometri ve taxicab geometri üzerine* [Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi], Yök Tez Merkezi.



Steganografi ve RSA Şifreleme Yönteminin Birlikte Kullanılması

Mert Ata MAKİNACI^{*1}, Gözde ZABZUN²

^{*1}İzmir Çiğli Aydoğan Yağcı Bilim ve Sanat Merkezi, 35630, İzmir, Türkiye

^{*1}(ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1877-0216>)

²İzmir Çiğli Aydoğan Yağcı Bilim ve Sanat Merkezi, 35630, İzmir, Türkiye

²(ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9502-8756>)

(Alınış / Received: 22.01.2025, Kabul / Accepted: 29.01.2025, Online Yayınlanma / Published Online: 31.01.2025)

* mertatamakinaci@gmail.com ve ggiziroglu@hotmail.com

Öz: Dijital iletişim modern yaşamın neredeyse her alanının ayrılmaz bir parçası haline geldikçe, internet veya fiziksel medya aracılığıyla iletilen hassas verilere yetkisiz erişim riski kritik bir endişe kaynağı olarak ortaya çıkmıştır. Bu riskleri azaltmak için, şifreleme teknikleri önemli ölçüde gelişmiştir ve RSA, açık anahtar şifreleme ve dijital imza oluşturma için en yaygın olarak benimsenen yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır. RSA'nın güvenliği, büyük asal sayıları çarpanlarına ayırmanın hesaplama zorluğunda yatmaktadır ve bu da onu çağdaş kriptografik sistemlerin önemli hale getirmektedir.

Şifreleme yöntemlerine paralel olarak, steganografi de bilgiyi algılanabilir görünümünü değiştirmeden, örneğin bir görüntü gibi bir ortam içinde gizleme sanatı ve bilimi olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Geleneksel şifreleme yöntemlerini tamamlayarak veri güvenliğini artırma potansiyeline sahip olması, steganografinin son yıllarda önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmasını sağlamıştır.

Bu çalışma ile dijital görüntülerde RSA şifrelemesi ile En Düşük Değerli Basamak (LSP) steganografisini birleştiren bir şifreleme/gizleme algoritması geliştirilmiştir. Geleneksel şifreleme yöntemlerinden farklı olarak, bu yaklaşım bilgileri görüntülerin en az anlamlı piksel değerlerine kodlayarak RSA'nın sağlamlığını steganografinin gizlilik özellikleriyle bir araya getirmektedir. Python programlama dili kullanılarak geliştirilen algoritmanın çıktıları, şifrelenmiş mesajlar ve şifreler dahil olmak üzere, sistematik olarak doğrulanmış ve orijinal görüntülerle karşılaştırılmıştır. Bu yöntem, veriyi hem şifreleyip hem de gizleyerek daha güvenli bir şekilde iletilmesini sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler RSA, Steganografi, Şifreleme, Güvenlik, Bilgisayar Bilimi.

Integration of Steganography and RSA Encryption Techniques

Abstract: As digital communication becomes an integral part of nearly every aspect of modern life, the risk of unauthorized access to sensitive data transmitted via the internet or physical media has emerged as a critical concern. To mitigate these risks, encryption techniques have advanced significantly, with RSA standing out as one of the most widely adopted methods for public-key cryptography and digital signature generation. The security of RSA lies in the computational complexity of factorizing large prime numbers, making it a cornerstone of contemporary cryptographic systems.

Parallel to encryption techniques, steganography has emerged as a crucial field, defined as the art and science of concealing information within a medium, such as an image, without altering its perceptible appearance. Its potential to complement traditional encryption methods and enhance data security has positioned steganography as a significant focus of research in recent years.

This study presents the development of an encryption/concealment algorithm that integrates RSA encryption with Least Significant Pixel (LSP) steganography in digital images. Unlike traditional encryption methods, this approach

encodes information into the least significant pixel values of images, combining the robustness of RSA encryption with the subtlety of steganographic techniques. The algorithm, implemented using the Python programming language, has been systematically validated by comparing its outputs, including encrypted messages and ciphers, with the original images. This method ensures more secure data transmission by both encrypting and concealing the information within the medium.

Keywords RSA, Steganography, Encryption, Security, Computer Science.

1. Giriş

Şifreleme kelimesi kriptoloji, kryptos (gizli) ve logos (bilim) kelimelerinden oluşmuştur ve gizleme bilimi anlamına gelmektedir (Beşkirli vd., 2019). Şifreleme, simetrik ve asimetrik şifreleme olmak üzere ikiye ayrılır.

20. yy. içinde yaygın olarak kullanılan simetrik şifrelemede, şifreleme ve deşifreleme işlemleri için gizli anahtar adı verilen tek anahtar kullanılmaktadır.

Açık anahtarlı şifreleme sistemi olarak adlandırılan asimetrik şifrelemede genel (açık) ve özel (kapalı) anahtar olarak adlandırılan iki farklı anahtar kullanılır. Şifreleme işlemi yapılırken genel anahtar, deşifre etme işleminde ise özel anahtar kullanılır (Aslanyürek, 2018).



Şekil 1.1 Simetrik ve Asimetrik Şifreleme Akış Şeması

RSA, 1977 yılında R.Rivest, A.Shamir ve L.Adleman tarafından bulunan bir asimetrik şifreleme algoritmasıdır. RSA veri şifreleme ve imzalamada yaygın olarak kullanılır (Yerlikaya vd., 2007). RSA şifreleme yönteminde özel anahtar oluşturmak için iki adet çok büyük asal sayı çarpılır. RSA büyük sayıların çarpanlarına ayrılmasının zor olmasına dayanır. Steganografi (veri gizleme), eski Yunancada “gizlenmiş yazı” anlamına gelir. Modern steganografide amaç, bir veriyi başka bir veri içinde gizlemektir (Yalman vd. 2009). Steganografinin amacı, bir ortamda fark edilebilir bir bozulma oluşturmadan bir veriyi gizlemektir (Mujber, 2015).

Steganografi ve şifreleme yakından ilişkilidir. Şifreleme, bir mesajın içeriğinin anlaşılmasının zor olması için mesajı karıştırır, steganografi ise ortada bir mesajın var olduğunun anlaşılmasını sağlar. Şifrelenmiş bir mesaj, ortada saklanmaya çalışılan bir mesajın var olduğu bilgisini gizlemez, fakat steganografi ile gizlenmiş bir mesajda bunun anlaşılması zorlaşır (Krenn, 2004).

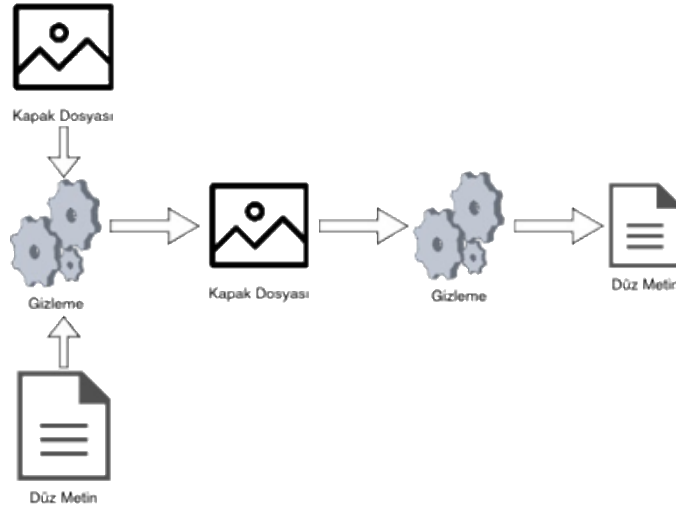
Steganografi yüzyıllardır farklı amaç ve yöntemlerle kullanılmıştır. Bilinen ilk steganografi uygulaması, mesajcıların tıraş edilmiş kafalarına gizlenmek istenen mesajın kazınması ve saçları uzayınca mesajın fark edilememesidir. 20. yüzyılda ise görünmez mürekkepler sıkça kullanılmıştır. İkinci Dünya Savaşı'nda kağıtlara sirke, süt, meyve suyu gibi sıvılarla gizlenmek istenen mesajlar yazılıp sıvılar kuruyunca mesaj görünmez olmuş, sonrasında kağıt ısıtılınca mesajlar okunabilir hale gelmiştir (Krenn, 2004).

Günümüz dijital çağında steganografi bilgisayar ortamında bulunan ses, görüntü video vs. ortamlarda yapılabilmektedir.

En çok kullanılan steganografi yöntemlerinden biri resim dosyalarında mesaj gizlemedir. İçerisinde gizli veri bulunan bir resim dosyası hiçbir şüphe uyandırmadan internette bulunabilir. Bir resim dosyasının içerisinde veri gizlemenin en yaygın yöntemi LSB (Least Significant Bit, En Düşük Değerlikli Bit) yöntemidir. Bu yöntemde resmin her pikselinin kırmızı, yeşil ve mavi değerlerini oluşturan baytların en önemsiz biti değiştirilerek veri gizlenir. Bu sayede gözle görünürde herhangi fark edilebilir bir değişiklik yaşanmaz.

İnternette en yaygın kullanılan resim dosya formatlarında piksel başına 24 bit bulunur. Bu 24 bit, 3 ana rengin her pikselde ne kadar bulunduğunu gösterir. İlk 8 bit kırmızı rengi, sonraki 8 bit yeşil rengi, son 8 bit ise mavi rengi belirtir. Örnek bir pikselin değerleri (00111000 10011011 11011001) olabilir.

Steganografide ayrıca Ayrık Kosinüs Dönüşümü (DCT, Discrete Cosine Transform) ve Bit Düzlem Karmaşıklık Segmentasyonu (BPCS, Bit-Plane Complexity Segmentation) dahil birçok yöntem kullanılmaktadır (Mujber, 2015).



Şekil 1.2. Steganografi Akış Şeması

Bu çalışmada, bir veriyi RSA yöntemiyle şifrelemek, daha sonra bu şifreli veriyi LSP (En düşük değerlikli basamak) Steganografi yöntemi ile bir kapak görselinde saklayarak verinin var olduğunu dışarıdan görünmez hale getirerek mevcut yöntemlerden farklı bir şifreleme yöntemi geliştirilmiştir. Bu sayede bir veriyi hem şifreleyip hem de gizleyerek verinin güvenli bir hale getirilmesi sağlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, RSA şifreleme ile (LSP) steganografisi entegre edilerek bir şifreleme/gizleme algoritmasının şifreleme, veri gömme ve şifre çözüme için iş akışı aşağıda detaylandırılmıştır:

2.1. Şifreleme süreci

1) Anahtar oluşturma:

- Birbirinden farklı p ve q asal sayıları seçilir.
- $n = pq$ hesaplanır.
- n'nin Totient'i olan $\phi(n) = (p-1)(q-1)$ hesaplanır.
- $1 < e < \phi(n)$ 'yi sağlayan $\phi(n)$ ile aralarında asal bir e sayısı seçilir.
- $d * e \equiv 1 \pmod{\phi(n)}$ sağlanacak şekilde bir d sayısı seçilir.

2) Mesaj Şifrelemesi:

- m bir mesaj metni olarak kabul edilsin.
- n ve e açık anahtarlar olmak üzere c şifreli mesaj
$$m^e \equiv c \pmod{n}$$

bulunur.

- c şifreli mesajı onluk sistemden ikilik sisteme dönüştürülür. $c_{10} = s_2$

3) Şifrelenmiş metni gizlenmesi:

- Kapak resminin (0, 0). pikselinden (en sol üst piksel) başlangıç noktası kabul edilsin. Kırmızı(R), yeşil(G) ve mavi(B) değerlerinin sırasıyla ikilik sistemdeki karşılıklarının en küçük basamağına s sayısının en küçük basamağından başlayarak her sayı (bit) sırasıyla yazılır.
- Her piksele üç bit gizlenmektedir.
- Çıktı, şifrelenmiş mesajı içeren steganografik olarak kodlanmış bir görüntüdür.

- 1) Alınan resmin (0, 0). pikselinden (en sol üst piksel) başlayarak sırasıyla kırmızı(R), yeşil(G) ve mavi(B) değerlerinin ikilik sistemdeki karşılıklarının en küçük basamağındaki değer s sayısına en küçük basamağından başlayarak her sayı (bit) sırasıyla yazılır.
- 2) s sayısı ikilik sistemden onluk sisteme dönüştürülür. $s_2 = c_{10}$
- 3) Kapalı anahtar d ve açık anahtar n kullanılarak $cd \equiv m \pmod{n}$ ile orijinal metin m bulunur.

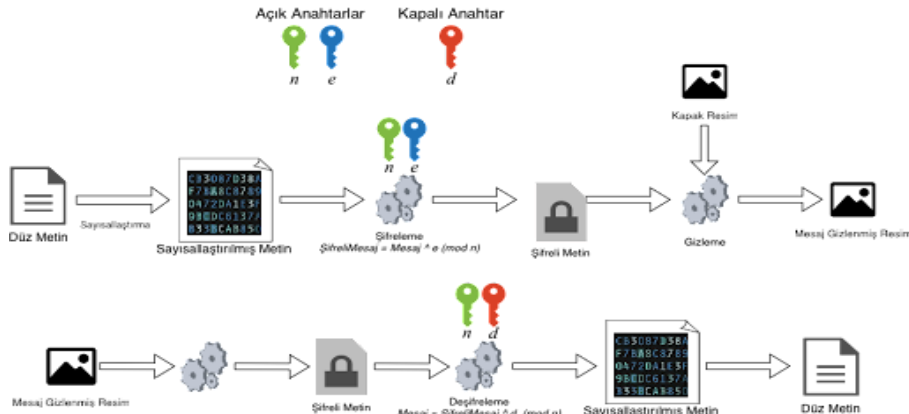
2.1. Şifrelenmiş ve gizlenmiş metni deşifreleme süreci

Şifrelenmiş ve gizlenmiş mesajı geri almak için aşağıdaki adımlar sistematik olarak gerçekleştirilir:

- a) Şifrelenmiş veriyi içeren görüntü, (0, 0) başlangıç koordinatlarından en sol üst pikselden başlayarak piksel piksel işlenir.
- b) Kırmızı(R), yeşil(G) ve mavi(B) değerlerinin sırasıyla ikilik sistemdeki karşılıklarının en küçük basamağındaki değer s sayısına en küçük basamağından başlayarak her sayı (bit) sırasıyla yazılır.
- c) Elde edilen s sayısı ikilik sistemden onluk sisteme dönüştürülür. Bu işlem $s_2 = c_{10}$ biçiminde ifade edilir. Burada s_2 , ikilik sistemdeki sayıyı, c_{10} ise şifreli mesajın onluk sistemdeki karşılığını temsil eder.
- d) Şifrelenmiş mesaj c daha önce üretilmiş olan özel anahtar (d) ve açık anahtar (n) kullanılarak çözülür. RSA şifre çözme formülü şu şekilde uygulanır:

$$m \equiv c^d \pmod{n}$$

Burada m orijinal mesajı ifade eder. Bu adım, şifrelenmiş mesajın çözülerek orijinal metin doğru şekilde elde edilmesini sağlar. Algoritmanın akış şeması Şekil 2.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Algoritmanın Akış Şeması

3. Bulgular

Bu çalışmada, “T” karakterinin şifrelenmesi ve dijital bir görüntüye gömülmesi süreci başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bulgular, RSA şifreleme algoritması ve En Düşük Değerli Basamak (LSP) steganografisinin entegrasyonu yoluyla verilerin güvenli bir şekilde şifrelenip gizlenebileceğini ortaya koymaktadır.

“T” harfinin şifrelemesi:

- 1) Anahtar oluşturma:
 - a) $p = 239$ ve $q = 149$ asal sayıları seçilir.
 - b) $n = p \cdot q = 35611$ bulunur.
 - c) n 'nin Totient'i olan $\phi(n) = (p-1)(q-1) = 35224$ hesaplanır.
 - d) $1 < e$ 'yi sağlayan $\phi(n)$ ile aralarında asal bir $e = 65537$ sayısı seçilir.
 - e) $d \cdot e \equiv 1 \pmod{\phi(n)}$ sağlanacak şekilde bir $d = 22041$ sayısı seçilir.
- 2) “T” karakteri sayısal olarak 84'e denk gelmektedir. $m = 84$ mesaj, n ve e açık anahtarlar olmak üzere $m^e \equiv c \pmod{n}$ ile $c = 18612$ şifreli mesaj bulunur.
- 3) c şifreli mesajı onluk sistemden ikilik sisteme. $c_{10} = s_2 = 100\ 100\ 010\ 110\ 100_2$ şeklinde dönüştürülür. Şifrelenmiş metni gizlemek için:
- 4) Kapak resmin (0, 0) başlangıç koordinatındaki pikselinden (en sol üst piksel) başlayarak sırasıyla kırmızı(R), yeşil(G) ve mavi(B) değerlerinin ikilik sistemdeki karşılıklarının en küçük basamağına s sayısının en küçük basamağından başlayarak her sayı (bit) sırasıyla yazılır. Örnek olarak ilk 5 pikselinin değerleri

$$(12, 129, 200), (255, 64, 154), (253, 132, 154), (12, 143, 7), (23, 210, 76)$$

olsun. Şifreli mesajın ilk hanesi 1'dir. Bu sayı gizlenirken karşılık gelen renk değeri ilk pikselin kırmızı değeri olan 12'dir.

12 ikilik sistemde 1100'dir. Bu sayının en küçük basamağına gizlenmek istenen 1 değeri atanır, yani sayı tek yapılır ve sonuç $110_{12} = 13_{10}$ olur. Bu işlemi ilk pikselin yeşil değeri için tekrarlırsak $129_{10} = 1000\ 0001_2$ 'e eşittir. Sayının en küçük basamağı 0 yapılır, yani sayı çifte çevrilir ve sayı $1000\ 0000_2 = 128_{10}$ olur. İlk pikselin mavi değeri çifttir yani ikilik sistemdeki karşılığının en küçük basamağı 0'dır. Gizlenmek istenen sayı da 0 olduğu için sayı değişikliğe uğratılmaz ve 200 olarak kalır. Bunların sonucunda ilk piksel

(13, 128, 200)

olarak bulunur. Bu işlemler geri kalan değerler için de tekrarlırsa sonuçlar

(13, 128, 200), (255, 64, 154), (250, 133, 154), (13, 143, 6), (23, 210, 76)

olarak bulunur. Başlangıç ve algoritmanın uygulandığı resimler sırasıyla Şekil 3.1. ve Şekil 3.2. gösterilmiştir.



Değiştirilen piksellerin en düşük anlamlı bitleri (LSP) üzerinde yapılan değişiklikler, görsel kalitede gözle görülür bir farklılığa neden olmamıştır. Bu durum, Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de orijinal ve işlenmiş görsellerin karşılaştırılmasıyla da doğrulanmıştır.

Veriler, görsele gömülmeden önce RSA algoritması kullanılarak şifrelediği için yöntem, RSA algoritmasının sağladığı güvenlik seviyesine sahiptir. Şifreleme, güçlü anahtarlarla desteklendiğinde, yöntemin kırılma olasılığı oldukça düşüktür.

Yöntemin şifreleyebileceği veri miktarı, kullanılan anahtar boyutuyla ve resmin çözünürlüğü ile sınırlıdır. Şifrelenmiş verinin boyutu, kullanılan anahtarın boyutundan küçük olmalıdır. Ayrıca, her resimde bulunan toplam piksel sayısının üç katı kadar veri gizlenebilir. Örneğin, 1280 x 720 çözünürlüğündeki bir görüntüde toplamda 345.6 KB veri gizlenebilir.

Yöntem, Kerckhoffs İlkesi'ne uygundur. Bu ilkeye göre, sistemin işleyişi düşman tarafından bilinse bile, kapalı anahtar (private key) bilinmediği sürece sistemin güvenliği tehlikeye düşmez. Geliştirilen yöntem, Python programlama dili kullanılarak sırasıyla şifre oluşturma, şifrelemeyi ve deşifreleme kodlanmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç/ Discussion and Conclusion

RSA algoritmasının güvenliği, büyük asal sayıların çarpanlarına ayrılmasının matematiksel olarak zor olmasına dayanmakta ve bu özelliğiyle günümüzde yaygın olarak tercih edilen bir şifreleme yöntemidir. Ancak, RSA'nın sınırlı veri boyutları üzerinde çalışabilmesi, özellikle büyük dosyaların şifrelenmesi ve aktarılması durumlarında bir kısıt oluşturabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan RSA şifreleme süreci, küçük veri boyutları için yeterli bir güvenlik seviyesi sağlasa da büyük dosyaların işlenmesi için ek tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu sınırlamanın aşılmasına yönelik olarak literatürde RSA ve AES (Advanced Encryption Standard) algoritmalarının birlikte kullanımı önerilmektedir. RSA, anahtar değişimi gibi küçük boyutlu veri işlemleri için kullanılırken, AES büyük dosyaların şifrelenmesi için optimize edilmiş bir yöntemdir. Bu hibrit yaklaşım, hem güvenlik hem de işlem hızını artırarak internet üzerinden büyük dosyaların güvenli aktarımını sağlamaktadır. Bu çalışmada geliştirilen yöntem, şifrelenmiş verilerin görsel ortamlarda gizlenmesi ve güvenli bir şekilde aktarılması için etkili bir çözüm sunmaktadır. Özellikle LSP steganografisinin düşük fark edilebilirlik avantajı, görsel kalitenin bozulmadan veri gizlenmesine olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, yöntem Kerckhoffs İlkesi'ne uygun bir şekilde geliştirilmiştir; bu da sistemin işleyişinin bilindiği durumlarda dahi kapalı anahtarın gizli tutulduğu sürece güvenliğin sağlanabileceğini göstermektedir.

Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu yöntemin büyük dosyalar üzerinde uygulanabilirliğini artırmak amacıyla RSA-AES gibi hibrit algoritmaların entegrasyonuna odaklanabilir. Ayrıca, veri sıkıştırma ve gizleme tekniklerinin bir arada

kullanılmasıyla yöntemin daha geniş veri setleri için optimize edilmesi mümkündür. Bu tür geliştirmeler, özellikle büyük ölçekli veri transferlerinin güvenliğinin sağlanmasında önemli katkılar sağlayacaktır.

Teşekkür

Desteklerinden dolayı Çiğli Aydoğan Yağcı BİLSEM yönetimi ve öğretmenlerine teşekkür ederiz.

Etik Beyanı/Declaration of Ethical Code

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

- [1] Aslanyürek, C. (2019). Şifreleme algoritmalarının hızını etkileyen faktörler [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- [2] Beşkirli, A., Özdemir, D., ve Beşkirli, M. (2019). Şifreleme yöntemleri ve RSA algoritması üzerine bir inceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16, 284–291.
- [3] Krenn, R. (2004). Steganography and steganalysis. Technical Report. <https://www.krenn.nl/univ/cry/steg/article.pdf>
- [4] Milanov, E. (2009). The RSA algorithm. RSA Laboratories, 1–11. <https://www.rsalabs.com>
- [5] Mujber, B. (2015). Comparison of different information hiding techniques into visual objects (steganography). *Research Study*, 1–90.
- [6] Subramanian, N., Elharrouss, O., Al-Maadeed, S., ve Bouridane, A. (2021). Image steganography: A review of the recent advances. *IEEE Access*, 9, 23409–23423.
- [7] Yerlikaya, T., Buluş, E., ve Buluş, H. N. (2007). RSA şifreleme algoritmasının Pollard RHO yöntemi ile kriptanalizi. *Akademik Bilişim’07 - IX. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, 31 Ocak–2 Şubat, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye

Ekler

Ek A. Şifre oluşturmanın Python dilindeki kodu

```
import rsa #rsa şifreleme kütüphanesi
import pickle #resim manipülasyon kütüphanesi

(pubkey, privkey) = rsa.newkeys(256) #256 bitlik anahtarlar oluşturulur
print(pubkey)
print(privkey)

with open('pubkey_file.pickle', 'wb') as pubkey_file:
    pickle.dump(pubkey, pubkey_file) #açık anahtarı kaydeder
with open('privkey_file.pickle', 'wb') as privkey_file:
    pickle.dump(privkey, privkey_file) #gizli anahtarı kaydeder
```

Ek B. Şifrelemenin Python dilindeki kodu

```
from PIL import Image
import numpy
import rsa
import pickle
from bitstring import BitArray

img = Image.open('Sample.png') #kapak dosyasına erişir
```

```

message = input('Mesaj giriniz: ') #şifrelenecek UTF-8 formatındaki mesajı kullanıcıdan alır

try: #açık anahtar dosyasına erişmeye çalışır
    with open('pubkey_file.pickle', 'rb') as pubkey_file:
        pubkey = pickle.load(pubkey_file)
except FileNotFoundError: #dosya bulunamamışsa kullanıcıdan anahtarları ister
    pubkey = rsa.key.PublicKey(*[int(i) for i in input('Acik anahtar giriniz: ').replace(' ', '').split(',')])

encoded_message = message.encode('utf8')
crypto = rsa.encrypt(encoded_message, pubkey) #istenen mesajı rsa ile şifreler

bits_array = BitArray(hex=crypto.hex()).bin #şifrelenmiş veriyi ikili sayı sisteme dönüştürür
print(bits_array)

np_img = numpy.array(img)
length = np_img.shape[1]
if length < 90:
    raise Exception('Resim genişliği çok küçük')
for i in range(256):
    np_img[90][i // 3][i % 3] = (np_img[90][i // 3][i % 3] & 0b11111110) + int(bits_array[i])
#şifrelenmiş sayı dizisinin değerlerini resmin sırasıyla kırmızı yeşil ve mavi renk değerlerinin son bitine atar

edit_img = Image.fromarray(np_img, 'RGB')
edit_img.save('out.png') #son resmi kaydeder
print('Resim kaydedildi')

```

Ek C. Deşifrelemenin Python dilindeki kodu

```

from PIL import Image
import numpy
import rsa
import pickle

img = Image.open('out.png')

try: #gizli anahtar dosyasına erişmeye çalışır
    with open('privkey_file.pickle', 'rb') as key_file:
        privkey = pickle.load(key_file)
except FileNotFoundError: #dosya bulunamamışsa kullanıcıdan anahtarları ister
    pubkey = rsa.key.PrivateKey(*[int(i) for i in input('Kapalı anahtar giriniz: ').replace(' ', '').split(',')])

np_img = numpy.array(img)
img.close()

bits_array = ""
for i in range(256):
    bits_array += str((np_img[90][i // 3][i % 3] % 2))
crypto = bytes([int(bits_array[i:i+8], 2) for i in range(0, 256, 8)])
print('encrypted message:', crypto)
print('decrypted:', rsa.decrypt(crypto, privkey).decode('utf8'))

```



Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Öğretim Programının Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile İlişkisi

Merve EKER ÇELEBİ^{1*}, Fatma TAŞKIN EKİCİ²

^{1,2}Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü, 20160, Denizli, Türkiye

¹(ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8805-6214>)

³(ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7798-6021>)

(Alınış / Received: 17.01.2025, Kabul / Accepted: 30.01.2025, Online Yayınlanma / Published Online: 31.01.2025)

*merve@pau.edu.tr, fekici@pau.edu.tr

Öz: 2024-2025 Eğitim-Öğretim döneminde uygulamaya başlanan Fen Bilimleri Öğretim Programı içerisinde sürdürülebilirlik konuları, sürdürülebilirlikle ilişkili düşünmeye sevk eden, sosyal duygusal öğrenmeler ve sosyal sorumluluk projeleri yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı da programda yer alan sürdürülebilirlik içeren konuların analizini yapmak ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle ilişkilendirmektir. Nitel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Bu bağlamda üçüncü sınıfta Toprağı Tanıyorum, Tarımı Keşfediyorum, dördüncü sınıfta Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, beşinci sınıfta Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm, altıncı sınıfta Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim, yedinci sınıfta Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji ve sekizinci sınıfta Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri ünitelerine yer verilmiştir. Her sınıf düzeyinde son ünitelerde sürdürülebilirlikle ilgili farklı boyutlarda farklı konular yer almaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı öğretim programının içinde temel yapı taşı olarak planlanmıştır. Sadece bilişsel düzeyde yer almayan bu kavram aynı zamanda programda okuryazarlık beceri olarak da ele alınmış ve ilişkilendirilmiştir. Zenginleştirme bölümünde öğrenme pekiştiricileri ile sınıf rutinleri oluşturmayı, eyleme geçmeyi ve günlük yaşamla bağlantı kurmayı hedeflemiştir ve farklı örneklerle ve projelere yer verilmiştir. Programın temel hedefi, sürdürülebilirlik bilinci ile kaynakları etkin bir şekilde kullanan, doğa ile uyumlu, küresel çevre meselelerine dair bilinç geliştiren, muhtemel çevre sorunları için çözümler üretebilen ve bilişsel farkındalığa sahip bireyler yetiştirmektir. Bunun yanı sıra, fen bilimleri öğretimi sürecinde sürdürülebilirlik üzerine yoğunlaşarak bireylerin toplumsal sorumluluk bilinci ile hareket etmesini ve ülkenin gelişimine katkıda bulunmasını sağlamak hedeflenmektedir. Ayrıca, sürdürülebilirlik temelli kazanımlar ve deneyimlerle bireylerin girişimci ve üretken olmaları da amaçlanmaktadır. Bununla birlikte sürdürülebilirlik temelinde kazandırılması hedeflenen anlayış ve deneyimlerle bireylerin girişimci ve üretken olması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada programda yer alan sürdürülebilirlik konularının içeriğine ve kapsamına yer verilmiş ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle ilişkilendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maarif Modeli, Fen Bilimleri, Öğretim Programı, Sürdürülebilirlik.

Sustainability In Science Curriculum In Turkey Century Education Model And Its Relationship With Sustainable Development Goals

Abstract: The science curriculum, which will be implemented in the 2024-2025 academic year, includes sustainability issues, social emotional learning that encourages thinking about sustainability, and also social responsibility projects. The aim of this study is to analyze the sustainability issues in the program and relate them to sustainable development goals. The screening model, one of the qualitative research methods, was used. In this context, the units "I Know the Soil, I Discover Agriculture" were included in the third grade, "Sustainable Cities and Communities" in the fourth grade, "Sustainable Life and Recycling" in the fifth grade, "Sustainable Life and Interaction" in the sixth grade, "Sustainable Life and Energy" in the seventh grade, and "Sustainable Life and Matter Cycles" in the eighth grade. The last units at each grade level include different topics related to sustainability in different dimensions. The concept of sustainability was planned as a basic building block in the curriculum. This concept, which is not only at the cognitive level, is also considered and associated as a literacy skill in the program. Indeed,

the enrichment section aims to create classroom routines with learning reinforcements, take action and establish a connection with daily life, and different examples and projects are included. The main goal of the program is to raise individuals who use resources effectively with sustainability awareness, are in harmony with nature, develop awareness of global environmental issues, can produce solutions for possible environmental problems and have cognitive awareness. In addition, it is aimed to ensure that individuals act with social responsibility awareness and contribute to the development of the country by focusing on sustainability in the science education process. In addition, it is aimed for individuals to be entrepreneurial and productive with sustainability-based gains and experiences. In addition, it is aimed for individuals to be entrepreneurial and productive with the understanding and experiences aimed to be gained on the basis of sustainability. In this study, the content and scope of the sustainability issues in the program are included and associated with sustainable development goals.

Keywords: Curriculum Development, Maarif Model, Science Education, Sustainability.

* It was presented as a conference paper at the 1st International Sustainability Congress

1. Giriş

Sürdürülebilirlik; varlıkların, sonuçların veya süreçlerin uzun süre varolabilme kapasitesini belirtirken, ekonomik, ekolojik ve sosyal sistemlerin sağlıklı bir biçimde ilerletilmesi ve korunması anlamına da gelir. Sürdürülebilirlik, doğal kaynakların korunarak ve çevresel denge gözetilerek, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme kapasitesini tehlikeye atmadan bugünkü ihtiyaçların karşılanması olarak tanımlanmaktadır. Yani çevresel, ekonomik, toplumsal açıdan dengeli bir yaşam tarzını ifade eder. Alanyazın incelendiğinde çok farklı tanımlara da yer verilmiştir. Sürdürülebilirlik; yaşamda sürdürülebilirlik, tarımda sürdürülebilirlik, eğitimde sürdürülebilirlik, mimaride sürdürülebilirlik vb. şeklinde eğitim, endüstri, mimari ve politika gibi birçok araştırma alanında farklı yönlerden ele alınan bir kavramdır (Tjarve ve Zemite, 2016).-Bir varlık, bir sonucunun veya sürecin uzun bir süre boyunca devam edebilme kapasitesi (Basiago, 1999); gelişme üzerine odaklanan çalışmalarda; ekonomik, ekolojik ve sosyal sistemlerin sağlıklı bir şekilde geliştirilmesi ve bu sistemlerin sürdürülmesi (Milne ve Gray, 2013; Parlaktuna ve Öztürk, 2021; MEB, 2024c; Stoddart vd., 2011)], sosyo-ekonomik etkinliklerin ekosistem sınırları içerisinde yürütülmesi ve kaynakların eşit ve adil dağıtılması ve kaynak kullanımında verimliliğin artırılması nesiller arası aktarımının sağlanması (Milne ve Gray, 2013)]; nüfusun çevresel taşıma kapasitesi ile dinamik bir denge içinde olduğu bir etkileşim süreci olarak (Ben-Eli, 2015), var olan doğal kaynakları tükenmeden toplumun gereksinimlerini ve isteklerini karşılayabilme yeteneği (Thomas, 2015)olarak tanımlanmıştır. Sürdürülebilirliğin ana amacının ise ekosistemlerin yenilenme kapasitesini göz önüne alarak ekonomi, toplum ve çevre arasında bir denge ve uyum sağlamak olduğunu ileri sürülmüştür (DESA-UN, 2018).

Sürdürülebilir kalkınma ise; ekonomik büyüme ve kalkınmanın, çevresel sürdürülebilirlik ve toplumsal eşitlik ilkeleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Bu, ekonomik faaliyetlerin çevreye zarar vermeden, doğal kaynakları tüketmeden ve toplumsal adaleti gözeterek yapılması anlamına gelir. Sürdürülebilir kalkınma, uzun vadeli refahı hedefler ve bu nedenle çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları bir arada ele alır (Çoşkun, 2024). Bu nedenle de tüm dünyayı ilgilendiren hedefler yayınlanmıştır. Bu hedeflerden aşağıda kısaca açıklanmıştır.

1.1. Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

25 Eylül 2015 tarihinde Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini (SKH) açıklamıştır. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri “2030 Gündemi” kapsamında geliştirilmiş ve uluslararası boyuttaki yaklaşımın ortaya konulmasını sağlamıştır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, 17 tane küresel amacı ve 169 alt hedefleri kapsamaktadır. 17 küresel hedefinin başlıkları ve kısa açıklamasına aşağıda yer verilmiştir (SKH, 2030):

SKH 1. Yoksulluğa Son: Yoksul yaşamı dünyanın her yerinde bitirmek.

SKH 2. Açlığa Son: İyi, sağlıklı ve temiz gıdaya ulaşmak.

SKH 3. Sağlık ve Kaliteli Yaşam: Daha sağlıklı ve kaliteli bir yaşamı herkes için sağlamak.

SKH 4. Nitelikli Eğitim: Kapsayıcı, herkes için adil, yaşam boyu öğrenim fırsatlarının içerilmesi.

SKH 5. Toplumsal Cinsiyet Eşitliği: Kadının toplumdaki yerinin güçlendirmek ve toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlamak.

SKH 6. Temiz Su ve Sanitasyon: Kanalizasyon ve su yönetiminde sürdürülebilir yöntemler kullanmak.

SKH 7. Erişilebilir ve Temiz Enerji: Herkes için satın alınabilir ve temiz enerji imkanına erişim olanağı sağlamak.

SKH 8. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme: İnsan yaşamına yakışır ekonomik büyüme ve istihdam sağlamak.

SKH 9. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı: Yenilikçi ve sürdürülebilir sanayi alanları geliştirmek.

SKH 10. Eşitsizliklerin Azaltılması: Dünya vatandaşları arasında eşitsizlikleri azaltmak.

SKH 11. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar: Güvenli şehirler ve toplulukları oluşturmak.

SKH 12. Sorumlu Üretim ve Tüketim: Üretim ve tüketim de sorumlu sürdürülebilir davranışlar sergilemek.

SKH 13. İklim Eylemi: İklim değişikliği ve onun etkileriyle baş edebilmek.

SKH 14. Sudaki Yaşam: Sucul kaynakları korumak ve sürdürülebilir yöntemlerle kullanmak.

- SKH 15. Karasal Yaşam: Biyoçeşitliliği korumak, karasal alanlardaki ekosistemleri iyileştirmek ve desteklemek ve çölleşmeyle mücadele etmek.*
- SKH 16. Barış Adalet ve Güçlü Kurumlar: Barış ve adalet sağlayacak kurumlar oluşturmak.*
- SKH 17. Amaçlar İçin Ortaklıklar: Global dünyada küresel hedefler ışığında aynı amaçlar için ortak hareket edebilmek.*



Şekil 1. 17 Küresel kalkınma hedeflerinin görselleri

Şekil 1’de küresel kalkınma hedeflerinin sembollerine yer verilmiştir. Bu görsel tüm dünya için hazırlanmış ve her bir amaç, küresel farkındalık yaratmak için belirgin ve renkli bir sembolle temsil edilir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ışığında ülkemiz dahil olmak üzere birçok dünya ülkesi eğitim sistemlerini yeniden düzenlemeler yapmıştır. Örneğin; Türkiye’de 25 Şubat 2022’de T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı İklim Şurası komisyonunun "Eğitim ve Farkındalık" başlığındaki 213. tavsiye kararlarında; öğretim programlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından gözden geçirilerek programın güncellenmesi belirtilmiştir (Kalkan, 2023).

1.2. Millî Eğitim-Bakanlığında Sürdürülebilirlik Çalışmaları

Millî Eğitim Bakanlığı 29 Eylül 2022 yılında İklim Değişikliği Eylem Planı çerçevesinde öğretim müfredatlarının çevresel ve iklimle ilgili konulara uyumlu şekilde revize edileceğini, okullarda iklim atölyeleri düzenleneceğini ve yakın çevrede Millî Eğitim Tabiat Parklarının oluşturulacağını, "sınıflarda hava kalitesi ölçüm cihazlarının" ve "gri su depolama" gibi yenilikçi uygulamaların devreye sokulacağını duyurdu (MEB, 2022a).

Eğitim Bilişim Ağı (EBA) platformu da "Sürdürülebilir Dünya" online platform kurdu. Çevre, iklim değişikliği ve sıfır atık gibi konularda eğitim içerikleri hazırlandı. Bu sayede öğrenmenin her yerde gerçekleşmesi ve geleneksel sınıf algısının ötesinde bir çevre eğitimi tasarlanmıştır (EBA, 2024). "Çevre Dostu 1000 Okul" projesi kapsamında 2022-2023 eğitim öğretim yılında "Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği Dersi" Öğretim Programı ortaokul öğrencileri için hazırlandı (MEB, 2022b).

Türkiye Yüzyılı vizyonu, Türkiye'nin 21. yüzyılda eğitimde, teknolojiye, ekonomide ve toplumsal alanda büyük bir dönüşüm geçirmesini hedefleyen bir stratejidir. Bu vizyonun eğitimde değerler eğitimi, bilim, teknoloji ve inovasyonun önceliklendirilmesi ve yerel ve evrensel yaklaşımların entegrasyonu hedeflemektedir. Ulusal ve uluslararası kalite standartlarına uyum sağlamak, eğitimin kalitesini arttırmak, çağın gereksinimlerine uygun nitelikli bireyler yetiştirmek 2024 vizyonunun hedefleri arasındadır (MEB, 2024b).

1.3. Fen Bilimleri Eğitiminde Sürdürülebilirliğin Önemi

Fen bilimleri dersi yapısı gereği içerisinde farklı disiplinleri barındıran bütünlük bir yapıdadır. Bu bütünlük yapı içerisinde doğa bilimleri ve bu sistemin dengeli ve uyumlu yürütülmesi için sürdürülebilirlik konularını kapsamaktadır. Bu sebeple fen bilimleri içerisinde sürdürülebilirliğin geliştirilmesi ve yapısının benimsetilmesi önemlidir. Ayrıca bireylerin bilimsel okuryazarlık kazanmasını sağlayarak çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin desteklenmesinde kritik bir rol oynar eğitiminin niteliği büyük önem arz etmektedir (Demirbaş, 2015; Koçulu, 2024). Ayrıca bilim eğitimi toplumsal dönüşümde kritik bir rol oynar. Bireylerin günlük yaşamlarında ve iş hayatlarında karşılaştıkları sorunları bilimsel yöntemleri kullanarak çözmelerine yardımcı olması, teknolojiyi daha iyi anlamalarını ve yenilikçi çözümler üretmelerini sağlaması (Hançer vd, 2003), çevresel sorunların

anlaşılmasını ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesini, dönüşümde çevresel bilincin artmasına katkıda bulunması gibi rollere sahiptir.

2005 Fen Bilgisi Öğretim Programında program vizyonu bilimsel okuryazarlığını artırmayı hedeflemiştir (MEB, 2005). Bu programda sürdürülebilirlik teması, doğrudan bir başlık altında ele alınmamakla birlikte, programın genel hedefleri arasında çevresel farkındalık ve sorumluluk bilincinin geliştirilmesi yer alması, çeşitli öğrenme alanları ve kazanımlar aracılığıyla dolaylı olarak ele alınmıştır. Bu programda sürdürülebilirlik teması çeşitli öğrenme alanları ve kazanımlar aracılığıyla dolaylı olarak işlenmiştir. 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında programın vizyonu; “Tüm öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek” olarak tanımlanmış, sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen bireyler yetiştirmeyi hedeflemiştir (MEB, 2013). Bu programda “Sürdürülebilir Kalkınma” teması tek bir üniteye doğrudan yer almaktadır. 2018 programında ise amaç birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplum, ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek olarak iki farklı sınıf düzeyinde ele alınmıştır. Altıncı sınıfta yakıtlar ünitesinde, sekizinci sınıfta sürdürülebilir kalkınma ünitesinde yer verilmiştir (MEB, 2018).

2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli çerçevesinde geliştirilen Fen Bilimleri Öğretim Programı, sürdürülebilirlik okuryazarlığını eğitim sürecinin merkezine yerleştirerek, öğrencilerin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik konularında bilinçlenmelerini hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda öğretim programında yer alan öğrenme çıktıları, uygulama içerikleri, performans görevleri ve projeler bir bütün olarak sürdürülebilirliği bir beceri setine dönüştürme gücüne sahiptir. Program, öğrencilerin doğal kaynakları verimli kullanma, çevre sorunlarına duyarlılık geliştirme ve bu sorunlara çözüm önerileri sunma yeteneklerini artırmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda bu çalışma ile 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde Fen Bilimleri Öğretim Programında yer alan sürdürülebilirlik okuryazarlığı kavramını incelenmiştir.

2. Yöntem

Bu çalışmada eğitim araştırmalarında yaygın olarak kullanılan genel tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli bir durumu ya da olayı mevcut haliyle incelenmesini amaçlar. Karasar (2012)’a göre Tarama Modeli “Geçmişte ya da halen var olan bir durumu, var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır. Araştırmaya konu olan birey ya da nesne, kendi koşulları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Değişkenleri herhangi bir şekilde değiştirme veya etkileme çabası gösterilmez. Araştırmanın temel amacı, mevcut literatürü analiz ederek elde edilen bulguları derlemek ve bu bulgulardan yola çıkarak bir değerlendirme yapmaktır.

Veri analizinde mevcut durum açıklamak ve özetlemek istendiği için betimsel analiz türlerinden doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan doküman analizi, yazılı belgeleri sistematik olarak analiz etmek için kullanılan bir araştırma yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Konu ile doğrudan ilgili olan içerikler veri sınıflandırma ve tematik analizler yapılmıştır. Bu bağlamda 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan sürdürülebilirlik temalı ünite başlıkları, ünitelerin öğrenme çıktı ve sayıları, ünitelerin ders saatleri tablolar ile sunulmuştur.

3. Bulgular

Sürdürülebilirlik kavramı 2024 Türkiye Yüzyılı Marif Modeli öğretim programlarında sürdürülebilirlik genel amaçlar arasında ve temel yapı taşı olarak ele alınmıştır. Sadece fen bilimleri öğretim programında değil programlar arası bileşenler kısmında okuryazarlık becerileri altında bütün derslerle ilişkilendirilmiş. OB8. Sürdürülebilirlik Okuryazarlığı olarak ele alınan kavram şöyle açıklanmıştır:

“Sınırlı kaynakları koruma, tüm canlıların yaşam haklarına saygı duyma, var oluşa ve insan uygarlığına yararlı olma, nesiller arası eşitliği dikkate alma gibi bilgi, beceri, tutum ve yetkinlikleri içermektedir. Sürdürülebilirlik okuryazarı bir birey diğer canlılara saygılıdır; kültürel, ekonomik, doğal kaynakların kullanılması, korunması ve sonraki nesillere bırakılması için bilgi beceri ve yetkinliklerini kullanır.”

Sürdürülebilirlik okuryazarlığı öğretim programında okuryazarlık becerisi olarak açıklanırken alt amaçlar farkındalık, işlevsellik ve eylemsellik olarak üç düzeyde öğrenme çıktılarına göre sınıflandırılmıştır. Her bir okuryazarlık becerisi farkındalıkla başlayıp eylemsellik ile tamamlanması beklenmektedir. Sistem düşüncesi, birçok unsuru veya bileşeni ve bunların doğrudan ve dolaylı etkilerini anlamayı ve düşünmeyi gerektiren yerel ve küresel zorlukları ve sorunları çözmek için önemlidir (Mambrey vd., 2022). Bu nedenle, günümüz öğrencilerinin yerel ve küresel sorunları çözmek için doğrudan ve dolaylı eylemlerde bulunabilmeleri için sistematik olarak düşünmeleri ve hareket etmeleri gerekir. Yani sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin de ele aldığı gibi çözümü karmaşık çevre sorunlarını fark etmek, çözümlenmek ve bir sonuca ulaştırmak için öğretim programında da aşamalandırılmıştır. Tablo 1’de bu sınıflama gösterilmektedir.

Tablo 1. Sistem düşüncesi entegrasyonunda sürdürülebilirlik okuryazarlığı (MEB, 2024c)

Farkındalık	İşlevsellik	Eylemsellik
Sistemin Parçalarını Belirleme	Sistemi ve Bileşenleri Çözümleme / Sistemi Yapılandırma	Sistem Davranışlarını Tahmin Eden Araçları Oluşturma / Sistemdeki Problemleri Çözme / Sistemi geliştirme
* Sürdürülebilirliği ve Sürdürülebilir Kalkınmayı Anlama * Sürdürülebilir ve Sürdürülebilir Olmayan Sistemleri Anlama	* Sürdürülebilirliğin ve Sürdürülebilir Kalkınmanın Bileşenlerini Çözümleme * Sürdürülebilir ve Sürdürülebilir Olmayan Sistemleri Yapılandırma * Sürdürülebilir Olmayan Sistemlere Yönelik Problemleri ve Sorunları Tartışma	* Sürdürülebilir Sistem Davranışlarını Tahmin Eden Araçları Oluşturma/Seçme/Kullanma * Sistemlerin Sürdürülebilirliğini Etkileyen Problemleri Çözme * Sistemlerin Sürdürülebilirliği İçin Geliştirdiği Çözüm Önerilerini Eyleme Dönüştürme

Programın genel amacı sürdürülebilirlik bilinci ve farkındalığıyla doğal kaynakları verimli ve etkili kullanan, doğaya duyarlı, küresel çevre sorunlarına yönelik farkındalığa sahip, potansiyel çevre problemlerine yönelik çözüm geliştirebilen ve bilişsel farkındalığı yüksek, doğaya saygılı bireyler yetiştirmek olarak ele alınmış ve bir yaşam becerisi haline getirmek hedeflenmiştir. Bu nedenle de her sınıf düzeyinde bir ünite olarak ele alınmıştır. Tablo 2’de hangi sınıf düzeyinde hangi ünitenin sürdürülebilirlik okuryazarlığına yer verildiği gösterilmiştir.

Tablo 2: Sınıf düzeylerine göre sürdürülebilirlik temalı üniteler

Sınıf Düzeyi	Ders Saati	Ünite Numarası	Ünite Adı
3. Sınıf	12 saat	7. Ünite	Toprağı Tanıyorum, Tarımı Keşfediyorum
4. Sınıf	12 Saat	8. Ünite	Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar
5. Sınıf	10 Saat	7. Ünite	Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm
6. Sınıf	18 Saat	7. Ünite	Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim
7. Sınıf	12 Saat	7. Ünite	Sürdürülebilir Yaşam Ve Enerji
8. Sınıf	18 Saat	7. Ünite	Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri

Tablo 2’de belirtildiği gibi 3-8. sınıf düzeyinde her seviyede sürdürülebilirlik temasına yer verilmiş ve geniş bir zaman ayrılmıştır. Sadece üçüncü sınıfta ünitenin adı Toprağı Tanıyorum, Tarımı Keşfediyorum olarak ele alınmış ama program içinde doğrudan bir ilişkilendirme yapılmamıştır. Zenginleştirme ve derinleştirme bölümlerinde ise tarım alanlarının korunmasını araştırma, ata tohumu, kompost yapma, mevsime uygun meyve ve sebzeleri listeleme, farklı iklim koşullarında sebze meyvelerin yetiştirilip yetiştirilmeyeceğini araştırma sürdürülebilirlik okuryazarlığı ile ilişkili olduğu için bu çalışmada yer almaktadır. Tablo 3’te farklı sınıf düzeylerinde ve farklı ünitelerde sürdürülebilirlik okuryazarlığına değinilen ünitelerin adları ve içeriği listelenmiştir.

Tablo 3: Sınıf düzeylerine göre farklı ünitelerde yer alan sürdürülebilirlik kavramı

Sınıf Düzeyi	Ünite Numarası	Ünite Adı	Ünite İçeriği
3. Sınıf	4. Ünite:	Maddeyi Tanıyalım, Karıştırıp Ayırılım	Atıkların Ayrıştırılması
	6. Ünite:	Yaşamımızı Kolaylaştıran Elektrik	Kaynakların Tasarrufu Kullanımı
4. Sınıf	6. Ünite:	Enerji Dedektifleri	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
	7. Ünite	Işığın Peşinde	Işık Kirliliği
6. Sınıf	1. Ünite:	Güneş Sistemi Ve Tutulmalar	Modellerde atık malzemeler kullanma ve güneş enerjisi sistemleri
8. Sınıf	4. Ünite:	Sesin Dünyası	Ses kirliliği

Üçüncü sınıf düzeyinde sürdürülebilirlik temasında ele alınan ve SKH ile ilişkilendirilebilen öğrenme çıktılarına aşağıda yer verilmiştir.

FB.3.7.1. Toprak oluşumuna ve yapısına ilişkin bilimsel gözlem yapabilme

- Toprağın oluşumuna ve yapısına ilişkin nitelikleri tanımlar.*
- Toprağın yapısına ilişkin veri toplayarak kaydeder.*
- Toprağın yapısına ilişkin topladığı verileri açıklar.*

FB.3.7.2. Bir bitkinin yetişmesi için gerekenlere ilişkin genelleme yapabilme

- Çevresinde bulunan tarım ürünlerinin nasıl yetiştirildiği konusunda araştırma yaparak bilgi toplar.*
- Bitki yetiştirmek için gerekli ortak özellikleri belirler.*
- Farklı bitkilerin yetiştirilmesinde ortak olmayan özellikleri belirler.*
- Bir bitki yetiştirmek için yapılması gerekenler konusunda önermede bulunur.*

Yukarıda belirtilen öğrenme çıktıları doğrudan sürdürülebilirlikle ilişkilendirilmese de açığa son (SKH 2) ve sorumlu üretim tüketim (SKH 12) hedefleriyle ilişkilendirilmiştir. Zenginleştirme kısmında yer alan tarım alanlarının korunması ile ilgili araştırmalar yapmaları, ata tohumunun yaygınlaştırılmasıyla ilgili afiş tasarımı ve toprağı verimli hâle getirmek amacıyla organik atıklardan kompost yapılması önerilmiştir. Bu önerilerin iyi beslenmek, sürdürülebilir tarımı desteklemek ve gıda kaybını azaltmakla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Üçüncü sınıf düzeyinde “Maddeyi Tanıyalım, Karıştırıp Ayırılım” ünitesinde ele alınan “*FB.3.4.3. Atıkların ayrıştırılmasına ilişkin problem çözebilme*” ve “*FB.3.6.3. Elektrik tasarruflu kullanma konusunda bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme*” öğrenme çıktıları da SKH ile doğrudan ilişkilidir. *FB.3.4.3. numaralı* öğrenme çıktısının öğrenme öğretme yaklaşımları altında da açıklandığı gibi öğrenciler çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında atık yönetimini önemseyen bir anlayış, tüketilen ürünlerin kullanım ömrünü tamamlamış olmasına dikkat edilmesini ve atıkların ayrıştırılma sürecinde gözleme ve veriye dayalı tahminlerde bulunmaları önerilmiştir. Ünite yer alan içerikler sorumlu üretim ve tüketim (SKH 12) hedefiyle ilişkilendirilmiştir. *FB.3.6.3 öğrenme çıktısının yanı sıra* kaynakları verimli ve sürdürülebilir bir biçimde kullanma (bilinçli tüketici olma) konularında sorumluluk almaları için yönlendirmede yine öğrenme öğretme uygulamaları içinde değinilmiştir. Bu da erişilebilir ve temiz enerji (SKH 7) ile ilişkilendirilmiştir.

Dördüncü sınıf düzeyinde sürdürülebilirlik temasında ele alınan ve SKH ile ilişkilendirilebilen öğrenme çıktılarına aşağıda yer verilmiştir.

- FB.4.8.1. Sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmaya ilişkin bilimsel sorgulama yapabilmek*
- a) Sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmaya ilişkin soru veya problem tanımlar.*
 - b) Sorusunu/problemini cevaplama da kullanabileceği bir sürdürülebilir yaşam alanı modeli geliştirir.*
 - c) Sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmaya ilişkin araştırma planlayarak modelini gerçekleştirir.*
 - ç) Yaşam alanının sürdürülebilirliğine ilişkin verileri analiz ederek yorumlar.*
 - d) Yaşam alanının sürdürülebilir olup olmadığına ilişkin kanıta dayalı açıklama yaparak çözüm üretir.*
 - e) Sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmaya ilişkin bilgiyi değerlendirerek paylaşır.*

Yukarıda belirtilen öğrenme çıktılarında ve öğrenme öğretme yaşantılarında yer alan sürdürülebilir bir yaşam alanı modelini birlikte tartışarak geliştirme ve yaşam alanının sürdürülebilir olup olmadığına ilişkin kanıta dayalı açıklama yaparak (çevresel, toplumsal, ekonomik olarak değerlendirerek) çözüm üretmeleri beklenmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir şehirler ve topluluklar SKH ile ilişkilendirilmiştir.

Dördüncü sınıf düzeyinde ayrıca Enerji Dedektifleri ve Işığın Peşinde ünitelerinde “FB.4.6.2. Elektrik üretiminde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını kullanmaya ilişkin eleştirel düşünme” ve “FB.4.7.3. Işık kirliliğinin canlılara etkisine ilişkin probleme yönelik çözüm önerilerini değerlendirebilme” öğrenme çıktılarında SKH ve sürdürülebilirlik temasına yer verilmiştir. FB.4.6.2. Zenginleştirme bölümünde enerji kaynaklarının sürdürülebilirliklerine ilişkin akıl yürütme, çıkarım yapma yer almaktadır. FB.4.7.3. numaralı öğrenme çıktısı ve öğrenme öğretme uygulamaları bölümünde öğrencilerin problemin sebeplerini sürdürülebilirlik çerçevesinde tartışarak problemi yapılandırma ve çözüm önerilerini sürdürülebilirlik açısından değerlendirmeleri sağlanması belirtilmiştir. Öğrenme çıktıları ve içerikler erişilebilir ve temiz enerji (SKH 7), sürdürülebilir şehirler ve topluluklar (SKH 11), sorumlu üretim ve tüketim (SKH 12), iklim eylemi (SKH 13) ile ilişkilendirilmiştir.

Beşinci sınıf düzeyinde sürdürülebilirlik temasında ele alınan ve SKH ile ilişkilendirilebilen öğrenme çıktılarına aşağıda yer verilmiştir.

- FB.5.7.1.1. Evsel atıklarda geri dönüştürülebilir ve dönüştürülemeyen maddeleri sınıflandırabilme*
- FB.5.7.1.2. Kaynakların etkili kullanımı konusunda geri dönüşümün önemli olduğuna yönelik bilimsel çıkarımda bulunabilme*
- FB.5.7.1.3. Yakın çevresinde atık yönetiminin uygulanabilirliğine ilişkin deneyimlerini yansıtabilme*

Yukarıdaki öğrenme çıktıların ışığında öğrenme ve öğretme yaklaşımlarında atık yönetiminin çevresel temizliğin yanında sürdürülebilirliğin parçası olduğu ve sürdürülebilirlik açısından önemli olduğunu fark etmeleri, öğrencilerin kendi davranışlarına ilişkin değerlendirme yapmaları, uygun yöntemleri kullanmaları ve tasarruflu davranma konusunda sorumluluk almaları yer almıştır. Bu bağlamda SKH’den sorumlu üretim ve tüketim (SKH 12), sürdürülebilir şehirler ve topluluklar (SKH 11) ile ilişkilendirilmiştir.

Altıncı sınıf düzeyinde sürdürülebilirlik temasında ele alınan ve SKH ile ilişkilendirilebilen öğrenme çıktılarına aşağıda yer verilmiştir.

- FB.6.7.1.1. Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgulayabilme*
- FB.6.7.1.2. Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri araştırma verilerine dayalı tahmin edebilme*
- FB.6.7.2.1. Isınma amaçlı yakıt kullanımının insan ve çevre üzerine etkilerini tartışabilme*
- FB.6.7.2.2. Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre problemine ilişkin çözüm üretebilme*

Yukarıda belirtilen öğrenme çıktıları ve öğrenme öğretme yaşantılarında yer alan biyoçeşitliliği tehdit eden faktörlerde mera alanlarının sürülmesi, aşırı otlatma, anız yakılması, aşırı gübre ve tarımsal ilaç kullanımı, yerel ürün çeşitlerinin yerini yüksek verimli yerel olmayan ürün çeşitlerinin alması, şehirleşme, endüstrileşme, ormanların tahrip edilmesi ve orman yangınları, ihtiyaç fazlası konut edinimi, turizm sektöründeki hızlı gelişmeler ve yetişmiş insan eksikliği gibi konuları ele alınması beklenmektedir. *Sürdürülebilir sistem anlayışını fark etmeleri ve sürdürülebilir bir yaşam için insanlara düşen görevler konusunda kazandığı farkındalığı çevreleriyle paylaşmaları sağlanması beklenmektedir.* Bu içerikler ise Karasal Yaşam (SKH 15), İklim Eylemi (SKH 13), Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar (SKH 11), Sorumlu Üretim ve Tüketim (SKH 12), İnsana Yakışır Ekonomik büyüme (SKH 8) ve Temiz Su Sanitasyon (SKH 6) ile ilişkilendirilmiştir.

Altıncı sınıf düzeyinde ayrıca güneş sistemleri ve tutulmalar ünitesinde FB.6.4.3.4. Güneş enerjisinin günlük hayat ve teknolojiye ilişkin yenilikçi uygulamalarına ilişkin eleştirel düşünme ve FB.6.4.3.4. Güneş enerjisinin günlük hayat ve teknolojiye ilişkin yenilikçi uygulamalarına ilişkin eleştirel düşünme öğrenme çıktıları güneş enerjisinin gelecekte kullanımına ve Güneş enerjisi kullanımının yaygınlaşmasının insanlara ve doğaya sağladığı faydaları sorgulamaları da hem sürdürülebilirlik ile ilgili hem de Erişilebilir ve Temiz Enerji (SKH 7) ile ilişkilendirilmiştir.

Yedinci sınıf düzeyinde sürdürülebilirlik temasında ele alınan ve SKH ile ilişkilendirilebilen öğrenme çıktılarına aşağıda yer verilmiştir.

FB.7.7.1.1. Besin zincirindeki canlıları arasındaki ilişkileri yapılandırabilme

FB.7.7.2.1. Kaynakların tasarruflu kullanımının önemini sorgulayabilme.

Sürdürülebilir yaşam ve enerji ünitesinde öğrenme öğretme yaşantıları bölümünde Dünya Su Günü ile tatlı su kaynakları ve su ayak izi arasında ilişkinin kurulması, su tasarrufu konusunda kamu spotları, haberler, broşürler yayımlar ile ilişki kurulması, kullandıkları su kaynakları ile atık su ve su arıtma tesisleri arasında ilişki kurulabilmesi yer almaktadır. Bu ilişkilendirme ve yukarıda belirtilen öğrenme çıktıları sorumlu üretim ve tüketim (SKH 12), Açlığa Son (SKH 2), Karasal Yaşam (SKH 15), Sudaki Yaşam (SKH 14), İklim Eylemi (SKH 13), Temiz Su ve Sanitasyon (SKH 6) ve İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme (SKH 8) ile ilişkilendirilmiştir.

Sekizinci sınıf düzeyinde sürdürülebilirlik temasında ele alınan ve SKH ile ilişkilendirilebilen öğrenme çıktılarına aşağıda yer verilmiştir.

FB.8.7.1.1. Bitkilerde besin üretiminde fotosentezin önemini yapılandırabilme

FB.8.7.1.2. Fotosentez hızını etkileyen faktörler ile ilgili hipotez oluşturabilme

FB.8.7.1.3. Canlılarda solunumun önemini yapılandırabilme

FB.8.7.2.1. Madde döngülerini şema üzerinde bilimsel çıkarım yapabilme

FB.8.7.2.2. Madde döngülerinin yaşam açısından önemini yapılandırabilme

FB.8.7.2.3. Küresel iklim değişikliklerinin nedenlerini ve olası sonuçlarını tartışabilme

FB.8.7.2.4. Ülkemizdeki küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu bir probleme yönelik çözüm önerisi sunabilme

Yukarıda sekizinci sınıf düzeyinde sürdürülebilirlik teması altında yer alan öğrenme çıktılarına yer verilmiştir. Fotosentez ve atmosferdeki karbondioksit düzeyini değiştirmesi, madde döngüleri, küresel iklim değişikliğini içerik olarak seçilmesi nedeniyle bu öğrenme çıktıları İklim Eylemi (SKH 12), Karasal Yaşam (SKH 15), Sudaki Yaşam (SKH 14) ve Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim (SKH 12) ile ilişkilendirilmiştir.

Son olarak öğretim programında sosyal-duygusal öğrenme becerileri yer almaktadır. Öğrencilerin çevresel sorunlara duyarlılık geliştirmeleri ve toplumsal sorumluluk bilinci kazanmaları hedeflemiştir. “*Toplumsal sorunların çözümünde sorumluluk almaları gerektiğini fark etmeleri, çevre sorunlarına duyarlı olmaları, çevre sorununun çözümüne yönelik sosyal sorumluluk projesi üretmeleri*” SKH 17 (Hedefler için Ortaklıklar) ile bağlantılıdır. Bu projeler, öğrencilerin toplumsal sorunlara duyarlılık geliştirmelerine ve bu sorunlara çözüm üretme becerilerini pekiştirmelerine destek olacağı düşünülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, fen bilimleri öğretim programlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle (SKH) ilişkisi incelenmiş ve elde edilen veriler çeşitli açılardan değerlendirilmiştir. Bulgular, öğretim programının SKH’lerle güçlü bir bağ kurma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Eğitim doğası gereği tüm SKH’lerin temelinde yer alan ve diğer hedeflerin başarıya ulaşmasını doğrudan veya dolaylı olarak destekleyen kilit bir unsur olarak ele alınabilir (Mensah ve Enu-Kwesi, 2018). Nitelikli ve kapsayıcı eğitim, bireylerin bilgiye, beceriye ve farkındalığa sahip olmalarını sağlayarak sürdürülebilir kalkınmanın hızlandırılmasına katkı sağlayacaktır (MEB, 2024a). Bu ve bunun gibi birçok gelişme ile birlikte öğretim programları güncellenmiş ve hazırlanan programlar geçmiş programlarla karşılaştırılmıştır (Çelik ve Yılmazlar, 2023). 2024 programında ise küresel hedefler ve Türkiye’nin kalkınma hedefleri göz önüne alındığında Fen Bilimleri eğitiminin sürdürülebilirlik okuryazarlığının eklenmesi hem ulusal hem de küresel anlamda olumlu etkiler yaratacağı düşünülmektedir.

2024 Türkiye Yüzyılı öğretim programında göze çarpan değişikliklerden biri olarak Sürdürülebilirlik temasının programda çok geniş ve kapsamlı bir şekilde ele alınmış olmasını söyleyebiliriz. Her sınıf düzeyinde bir ünite olarak yer almasının yanı sıra farklı ünitelerde okuryazarlık becerisi olarak ilişkilendirilmiştir. Sürdürülebilirlik kavramının sistem düşüncesi içerisinde boyutlandırılmış olması karmaşık görünse de program içi ve programlar arası sarmal yapıyı göz önüne sunmaktadır. 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli çerçevesinde Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda yer alan öğrenme çıktıları, Birleşmiş Milletler SKH ile doğrudan ilişkilendirilebileceğine dair bulgulara yer almaktadır.

Besin zincirindeki bozulmalar, mera alanlarının sürülmesi ve aşırı otlatma, tarım ve gıda üretiminde eşitsizlikler, besleyici gıdaya erişimin, sürdürülebilir tarımı teşvik gibi konular da SKH 2 (Açlığa Son) hedefiyle ilişkilendirilmiştir. Kompost yapma, tarım ile ilgili araştırmalar yapma programda yer alan önemli içeriklerdendir.

Enerji kaynakları ve kullanımıyla ilgili konular, öğrencilere temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgar, hidroelektrik) kullanımı ve önemi, elektrik üretiminde sürdürülebilir bir yaklaşımı teşvik etme, fosil yakıtların (kömür, petrol) azaltılması, enerji üretiminin çevresel etkilerini minimuma indirme, enerji verimliliği uygulamaları, gereksiz enerji tüketimini ve buna bağlı ışık kirliliğini azaltılması SKH 7 (Erişilebilir ve Temiz Enerji) ile ilişkilendirilmiştir.

Programda öğrencilerin kaynakları verimli kullanmasına, doğaya duyarlı olmasına ve çevre sorunlarına çözüm geliştirmesine dair becerileri kazanmaları hedeflenmektedir. Bu, SKH 12 (Sorumlu Üretim ve Tüketim) ile doğrudan ilişkilidir. Öğrencilerin atık yönetimi ve geri dönüşüm konularında bilinçlenmeleri, bu hedefin gerçekleştirilmesine önemli bir yer tutmaktadır. Dördüncü sınıf düzeyinde bu konuya yer verilmesi ise programın güçlü bir yönü olarak ele alınabilir.

Öğrencilerin iklim değişikliği, su tasarrufu ve enerji verimliliği konularında bilgi sahibi olmaları ve bu konularda projeler geliştirmeleri, SKH 13 (İklim Eylemi) ile ilişkilendirilmiş bağlantılı olarak yorumlanmıştır. Programda, öğrencilerin karbon ayak izlerini hesaplamaları ve bu konuda tasarruf önlemleri geliştirmeleri teşvik edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, sera gazı emisyonlarını azaltılması iklim değişikliğiyle mücadelede etkili olması, elektrik üretiminde fosil yakıt kullanımını azaltmanın, enerji tüketimine bağlı çevresel zararları önlemesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının aydınlatma sistemlerinde tercih edilmesi gibi konular da İklim Eylemi hedefiyle ilişkili olarak ele alınmıştır.

Karasal ekosistemleri korumak, sürdürülebilir şekilde yönetmek, ormanların, toprakların ve biyoçeşitliliğin korunması, besin zincirinin devamlılığı ve ekosistemlerin sürdürülebilirliği, fotosentez ve solunum, doğal yaşam alanlarını koruma ve biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri sorgulama becerileri de SKH 15 (Karasal Ekosistemlerin Korunması), SKH 6 (Temiz Su ve Sanitasyon) ve SKH 14 (Sudaki Yaşam) ile ilişkilendirilmiştir.

Şehirlerde sürdürülebilir atık yönetim sistemlerinin oluşturulması, temiz ve yaşanabilir şehirlerin geliştirilmesi, atık dönüşümü, şehirlerde çevre kirliliğini önlemek ve altyapıyı geliştirmek, kaynakların verimli kullanılması ve atık oluşumunun en aza indirilmesi, geri dönüşümle enerji tasarrufu ve malzeme yeniden kullanımı sağlanabilmesi, arazi kullanımı, doğal alanların yok olması ise SKH 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar) ile ilişkilendirilmiştir.

Program bütünüyle ele alındığında sosyal duygusal öğrenme ve sürdürülebilirlik becerileri farklı derslerle de ilişkilendirilmiş olması, öğrenme öğretme yaşantıları ile açıklanması, zenginleştirme ve derinleşme bölümlerinde yer alan örnekler ile de SKH 4 (Nitelikli Eğitim) ile ilişkilendirilebilir. Eğitim yoluyla sürdürülebilirlik bilincinin artırılması, gelecekteki nesillerin çevreye duyarlı bireyler olarak yetişmesine katkıda bulunması programın güçlü yönlerinden biridir. Farklı bölgelerdeki öğrenci profilleri, öğretmen deneyimleri, altyapı imkanları ve eğitim materyallerinin etkinliği gibi değişkenler göz önüne alındığında öğretim programında hem zenginleştirme ve destekleme önerileri ve hem de farklı konularla ilişkilendirmeler yapılmıştır. Bu da nitelikli eğitim (SKH 4), eğitimde fırsat eşitliği sağlamakla doğrudan ilişkili olduğu için programın yapısının da bu kalkınma hedefleriyle doğrudan ilişkili olduğu sonucuna varılabilir.

Ateş tarafından (2019) yapılan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi Açısından Analizi isimli çalışmada, sürdürülebilir kalkınma boyutlarının fen bilimleri programındaki yeri incelenmiştir (Ateş, 2019). Sürdürülebilir kalkınma boyutları incelendiğinde, genel olarak çevre bilinci, insan-doğa ilişkisi, hava kirliliği ve küresel ısınma gibi çevresel konuların daha çok yer aldığı görülmektedir. Bu çalışma çalışmamızın içerik analizine yakın bir çalışma olup 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile yapıldığı için örtüşmemektedir.

İçerikte kullanılan alana özgü bilginin yanında sürdürülebilir yaşam, küresel iklim değişikliği, tarım alanlarının korunması, ata tohum, sıfır atık, kompost yapma, atığın dönüştürülmesi, ileri dönüşüm uygulamaları gibi güncel ve yenilikçi ifadeler yer verildiği görülmektedir. Geçmiş öğretim programlarındaki gibi sadece ekonomik boyuta yer verilmemiş doğa boyutu da gözetildiği düşünülmektedir. Bilinçli tüketici olma, doğal kaynakları koruma ekonomik kaygılardan önce ele alındığı görülmektedir. Bir diğer önemli değişimlerden biri de atık kavramı sadece geri dönüşüm odaklı ele alınmamış, atık azaltma, tekrar kullanma, ileri dönüşüm uygulamaları gibi yöntemlere de yer verilmiş olması olarak gösterilebilir. Sonuç olarak, Fen Bilimleri Öğretim Programı'ndaki öğrenme çıktuları, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile uyumlu bir şekilde tasarlanmış olup, öğrencilerin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik konularında bilinçlenmelerine katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda, eğitim süreçleri aracılığıyla sürdürülebilir bir gelecek için gerekli bilgi ve becerilerin kazandırılmasının hedeflendiği görülmektedir.

5. ÖNERİLER

Araştırmamızdan elde edilen bulgulara dayalı olarak eğitim programlarında yer alan sürdürülebilirlik okuryazarlığı kavramının okullarda nasıl ele alındığı, kültürel farklılıklara göre değişip değişmediği, uygulayıcıların ve öğrencilerin konu hakkındaki görüşleri araştırılabilir.

Fen bilimleri dersi sürdürülebilir kalkınma farkındalığı oluşturma konusunda önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Ancak uygulayıcıların programı yorumlama ve uygulama becerileri, sürdürülebilir kalkınma temalarının etkili bir şekilde işlenmesinde belirleyicidir. Bu nedenle öğretim programının anlaşılabilirliği ve uygulayıcılar için kullanışlı olması önemlidir. Uygulayıcılar için çalıştaylar düzenleyip ve etkililiği araştırılabilir.

Teşekkür

*I. Uluslararası Sürdürülebilirlik Kongresinde bildiri olarak sunulmuştur.

Etik Beyanı/Declaration of Ethical Code

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

- [1] Ateş, H. 2019. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi Açısından Analizi. YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty), 2019; 16(1):101-127, <http://efdergi.yyu.edu.tr> <http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2019.120> Araştırma Makalesi ISSN: 1305-020
- [2] Basiago, A. D. 1999. Economic, Social, And Environmental Sustainability İn Development Theory And Urban Planning Practice: The Environmentalist. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- [3] Ben-Eli, M. 2015. Sustainability: Definition And Five Core Principles A New Framework The Sustainability Laboratory New York, NY info@sustainabilitylabs.org | www.sustainabilitylabs.org
- [4] Çelik, E. ve Yılmazlar, M. 2023. 2005, 2013 ve 2018 Yıllarında Değiştirilen Fen Öğretim Programları Konu Alanı, Ünite, Kazanım ve Ders Saatlerinin Karşılaştırılması. Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences (EJONS), 7(1), 48-64.
- [5] Çoşkun, A. 2024. Cumhurbaşkanlığı Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nın Eğitim Programlarına Entegrasyonu Üzerine Bir Deneme. BABUR Research, 3 (1), 1-40.
- [6] Demirbaş, Ç. 2015. Öğretmen Adaylarının Sürdürülebilir Kalkınma Farkındalık Düzeyleri. Marmara Coğrafya Dergisi (31), 300-316. <https://doi.org/10.14781/mcd.09811>
- [7] DESA-UN. 2018, April 4. The Sustainable Development Goals Report 2017. <https://undesamaps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html>
- [8] Hançer, A. H., Şensoy, Ö. ve Yıldırım, H. İ. 2003. İlköğretimde Çağdaş Fen Bilgisi Öğretiminin Önemi ve Nasıl Olması Gerektiği Üzerine Bir Değerlendirme. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13(13), 80-88.
- [9] Eğitim Bilişim Ağı. (EBA). 2024. Sürdürülebilir Dünya internet sayfası. <https://www.eba.gov.tr/surdurulebilir-dunya>. (Erişim Tarihi: 13.01.2025)
- [10] Kalkan, Ç. 2023. Çocuklar için İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Eğitimi. <https://www.linkedin.com/pulse/%C3%A7ocuklar-i%C3%A7in-iklim-de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi-ve-s%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilirlik-%C3%A7elebi-kalkan/> (Erişim Adresi: 10.01.2025).
- [11] Koçulu, A. 2024. Development and Implementation of the Sustainable Development Goals Unit: Exploring Students' Systems Thinking Skills And Ethical Reasoning. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 383, İstanbul.
- [12] Mambrey, S., Schreiber, N. ve Schmiemann, P. (2022). Young students' reasoning about ecosystems: The role of systems thinking, knowledge, conceptions, and representation. Research in Science Education, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09917-x>
- [13] Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). 2005. İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: MEB Yayınevi.

- [14] MEB. 2013. İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Erişim adresi: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/87319/mod_resource/content/0/fen_bilimleri_3-8.pdf
- [15] MEB. 2018.. Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Erişim adresi: <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>
- [16] MEB. 2022a. Çevre Dostu 1.000 Okul Projesi Kapanış Töreni <https://www.meb.gov.tr/cevre-dostu-1000-okul-projesi-kapanis-toreni/haber/26533/tr#:~:text=bu%20proje%20bin%20okulla%20s%C4%B1n%C4%B1r%C4%B1.Onun%20i%C3%A7in%20bu%20proje%20sembolik.>
- [17] MEB. 2022b. Milli Eğitim Bakanlığı 2024-2028 İklim değişikliği eylem planı. https://merkezisgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2022_09/29171316_Milli_EYitim_BakanlYYY_Yklim_De_YiYikliYi_Eylem_PlanY.pdf (Erişim Adresi: 08.01.2025)
- [18] MEB. 2024a. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3, 4, 5, 6, 7 Ve 8. Sınıflar) Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programfen345678Onayli.pdf>
- [19] MEB. 2024b. Geleceğin İnşası: Eğitim 2002-2024. Erişim adresi <https://sgb.meb.gov.tr/gelecegininsaasiegitim/>
- [20] MEB. 2024c. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okuryazarlık Becerileri. <https://tymm.meb.gov.tr/beceriler/okuryazarlik-becerileri.>
- [21] Mensah, J. ve Enu-Kwesi, F. 2018. Implication of environmental sanitation management in the catchment area of Benya Lagoon, Ghana. *Journal of Integrative Environmental Sciences*. doi:10.1080/1943815x.2018.1554591
- [22] Milne, M. J., ve Gray, R. (2013). W (h)ither ecology? The triple bottom line, the global reporting initiative, and corporate sustainability reporting. *Journal of business ethics*, 118, 13-29.
- [23] Parlaktuna, İ. ve Öztürk, T. 2021. Kırsal alanda sürdürülebilir kalkınmanın belirleyicileri: Avşar mahallesi [Öz]. *International Academic Researches For Sustainability Konferansında sunulan bildiri kitapçığı*, 40 41. <https://artikelakademi.com/media/books/40.pdf> sayfas ından erişilmiştir.
- [24] Stoddart, H., Schneeberger, K., Dodds, F., Shaw, A., Bottero, M., Cornforth, J., & White, R. 2011. A pocket guide to sustainable development governance. Stakeholder Forum 2011.
- [25] Tjarve, B. ve Zemite, I. 2016. The Role of Cultural Activities in Community Development. *Acta Todaro*, M. P., & Smith, S. C. (2006). *Economic development* (8th ed.). Reading: AddisonWesley
- [26] Thomas, C. F. 2015. Naturalizing Sustainability Discourse: Paradigm, Practices and Pedagogy of Thoreau, Leopold, Carson and Wilson: Ph.D Thesis: Arizona State University
- [27] Yalçın, K. ve Köybaşı Şemin, F. "Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Eğitim Programına İlişkin Öğrenci Algıları-Student Perceptions Regarding Sustainability and Sustainable Education Program" *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(1), June 2024: 41-120
- [28] Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2018). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Seçkin Yayıncılık
-



Doğal SAP'lardan Biyokompozit Paket Üretimi ve Domateste Kullanılabilirliğinin Araştırılması

Bilge Nur YÜCE*¹, Ferat TOPAL²

¹Özel Rüzgar Fen Lisesi, Bağlar, 21090, Diyarbakır, Türkiye

¹(ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8741-5254>)

²Şemsettin Karahisar Ortaokulu, Merkez, 03200, Afyonkarahisar, Türkiye

²(ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7855-5845>)

(Alınış / Received: 05.01.2025, Kabul / Accepted: 30.01.2025, Online Yayınlanma / Published Online: 31.01.2025)

*yucemy@hotmail.com, ferrix4@gmail.com

Öz:

Bu çalışmada plastik kirliliğini önleyen, gıdaların daha uzun süre bozulmadan kalmasını sağlayan kompozit ambalajlar üretilmiştir. Bu ambalajlarda bozulmaya neden olan veya bozulma sırasında ortaya çıkan su moleküllerini absorplayacak doğal süper emici polimerler evsel veya fabrika atığı olan limon, greyfurt ve nar kabuklarından üretilmiştir. Karakterizasyonu yapılan bu süper emiciler biyoplastik ile karıştırılmıştır. Üretilen kompozit tabakların bozunma, su emme ve dayanım testleri gerçekleştirilmiştir. Değerlerin birbirine yakın olmasından dolayı 3 deney grubu ile çeri domatesler paketlenmiş ve oda koşullarında 10 gün süre boyunca test edilmiştir. Kontrol grubu polistiren tabaktaki domateslerin 6. günde bozulduğu görülürken, limon kabuğu ve greyfurt kabuğundan elde edilen süper emici polimer katkılı biyokompozit tabaklarda gıdalar sağlam bir şekilde 10 gün saklandığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler

Nişasta, Biyoplastik, Süper emici polimer, Biobozunurluk, Domates

Production of Biocomposite Packages from Natural SAPs and Investigation of Their Usability in Tomatoes

Abstract:

In this study, composite packages that prevent plastic pollution and maintain food integrity for a prolonged period were produced. Natural superabsorbent polymers, which absorb water molecules that cause spoilage or are formed during spoilage in these packages, were produced from lemon, grapefruit, and pomegranate peels, which are domestic or factory waste. These characterized super-absorbents were mixed with bioplastic. The composite plates were then subjected to a series of analytical tests, including degradation, water absorption, and durability assessments. The experimental setup involved the packaging of cherry tomatoes in the plates under study, with 3 distinct groups of plates being tested under ambient conditions over a period of 10 days. It was observed that the tomatoes in the control group, which were packaged in polystyrene, deteriorated on the 6. day. However, it was determined that the tomatoes stored in the bio-composite plates, which had been treated with super-absorbent polymers derived from lemon peel and grapefruit peel, remained stable and were safely stored for a period of 10 days.

Keywords

Starch, Bioplastic, Super absorbent polymer, Biodegradability, Tomato

1. Giriş

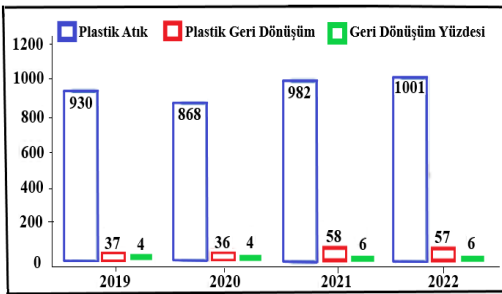
Dünya nüfusunun yaklaşık olarak % 60-70'i az gelişmiş ülkelerde ve bölgelerde yaşamakta ve bu insanlar genellikle beslenme olarak daha ucuz olan bitkisel ürünleri tüketerek yaşamlarını sürdürmektedirler. Meyve sebze olarak beslenmemize dâhil olan bitkilerin toprak üstü, toprak altı kısımları ile tohumları değişik şekillerde çiğ veya pişmiş olarak kullanılabilir. Bitkisel gıdalar genel olarak insan beslenmesinin önemli bir parçası olmasının yanında; vitamin, lif, antioksidan, kolesterol düşürücü bileşikler gibi insan sağlığı için gerekli biyolojik aktif maddelerin de önemli bir kaynağıdır (Rao ve Rao, 2007). Bu besinlerin tarladan kişilerin kullanımına gelene kadar bulaşa uğramadan ve besin değerini kaybetmeden saklanması gereklidir. Bu da ambalajla mümkün olmaktadır. Ambalajsız gıdalar pazarlarda marketlerde birçok kişinin temasına maruz kalmaktadır. Ambalajsız gıdalar insan ve çevre kaynaklı tüm risklere açık olması yanında bakterilere ve virüslere karşı savunmasız olup, insan sağlığı için bir tehdit unsuru oluşturmaktadır (Guilbert vd., 1995).

En çok kullanılan ambalaj malzemesi ucuz ve koruyucu etkisinden dolayı plastiktir. Plastik üretimi ve kullanımı 1950'li yıllardan günümüze kadar gittikçe artmıştır. Bu artışın sebebi kimya endüstrisinde meydana gelen hızlı ilerleme ve gelişmelerden kaynaklanmaktadır. Avrupa ülkelerinde, hızlı ekonomik büyüme neticesinde üretilen ürünlerin ambalaj malzemesi olarak plastiğin her alanda hayata girme sürecini hızlandırmıştır. Ambalaj malzemesi olarak plastiklerin çok kullanılmasının sebebi kolaylıkla şekil alabilmesi, esnek yapısı, dayanıklı olması, nem hava geçirmeyerek raf ömrünü uzatması yanında üretim maliyetinin düşük olması gibi avantajlara sahip olmasındandır. Fakat masum bir ambalaj ve üretim girdisi olarak görünen plastiklerin çok masum olmadığı son yıllarda yapılan çalışmaların sonuçlarıyla ortaya konulmuştur (Yakışık, 2020).

Plastik geri dönüşümü atık yönetiminde önemli bir rol oynamasına rağmen, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki geri dönüşüm kapasitelerinde dikkate değer farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin, Kuzey Amerika, Avrupa ve Çin gibi bölgeler 2019 yılında yaklaşık 33 milyon ton plastik atığı geri dönüştürürken, Latin Amerika ve Afrika da yalnızca 5.5 milyon ton plastiği geri dönüştürmüştür (OECD ve FAO, 2020).

Son dört yılın verilerine göre üretilen plastiklerin geri dönüşüm verileri Şekil 1.1'de verilmiştir (Paulsen vd., 2019). Plastiklerin geri dönüşüm yüzdeleri 2019-2020 yıllarında % 4, 2021 ve 2022 yıllarında ise % 6 olarak gerçekleşmiştir. Kullanılan plastiklerin geri dönüşüm yüzdelerinde ciddi bir artış olmadığı Şekil 1'den görülmektedir. Bu durum okyanuslarda biriken dev plastik adalarının nedenidir. Yakılarak yok edilmeye çalışılan plastikler küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olduğu, makro ve mikro plastiklerin çevre ve insan sağlığına zararları olduğuna dair çalışmalar vardır (OECD ve FAO, 2020).

Plastiğe alternatif arayışında biyoplastikler karşımıza çıkmaktadır. Biyoplastikler, doğada kolayca çözünebilir ve



Şekil 1.1. Plastik atık ve geri dönüşüm verileri (Paulsen vd., 2019)

biyolojik kaynaklardan elde edilen doğal polimerlerdir. Ana hammadde bitkisel kaynaklardan üretiliyor olması doğa dostu olarak adlandırılmalarını sağlamıştır. Biyoplastiklerin üretimi plastik kirliliğini önlemek için küresel antlaşmaların yapıldığı günümüzde gelecek vadede sürdürülebilir bir teknolojidir. Fosil yakıt rezervlerinin azaldığı da göz önüne alınırsa biyoplastikler doğal kaynakların en verimli bir şekilde kullanımını sağlayacaktır (Sağdıç, 2023).

Tarımsal polimerlerden elde edilen biyoplastikler, genellikle polimerik bileşenler arasında molekül içi ve moleküller arası etkileşimleri ve çapraz bağları (çapraz bağlama) içeren polisakkaritler (nişasta, selüloz, pektinler, hemiselüloz) ve proteinler (kazein, zein, gluten, jelatin) gibi doğal polimerlerden türetilir ve çözücüyü tutan yarı sert üç boyutlu bir

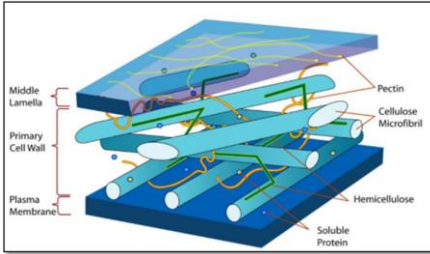
polimerik ağ oluşturur (Guilbert vd., 1995; Tharanathan, 2003).

Nişasta son zamanlarda gıda dışı uygulamalar için bir ham madde olarak önemli ilgi görmüştür ve kök ve yumruların yaklaşık % 27'si biyoyakıt üretimi ve endüstriyel işleme için ayrılmıştır (OECD ve FAO, 2020). Nişasta, coğrafi konuma, iklime ve geleceğe bağlı olarak genellikle yumrular, kök bitkilerden, tahıllardan ve meyvelerden elde edilir (Vilpoux ve Santos Silveira Junior, 2023). Mısır, patates, manyok, buğday ve pirinç dünya çapındaki en yaygın nişasta kaynaklarıdır. 2020'de dünya nişasta üretimi 90 milyon tonu aşmış ve % 95'i Asya, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ve sadece % 3,4'ü Latin Amerika'da üretilmiştir (Vilpoux ve Santos Silveira Junior, 2023). Üretimdeki küresel artışa rağmen, gelişmekte olan ülkeler endüstriyel sınıf nişastaya sınırlı erişimle karşı karşıyadır ve bu da yerel pazarlarda rekabet dezavantajı yaratmaktadır. Ek olarak, gıda güvenliğinin endişe konusu olduğu bölgelerde, nişastanın

temel gıda olarak rolüyle endüstriyel uygulamaları dengelemek kritik öneme sahiptir. Yenilebilir ürünleri endüstriyel kullanımlara yönlendirmek, yerel gıda sistemlerini zorlayabilir. Bunu ele almak için, biyo-ambalaj üretimi için alternatifler olarak yenmeyen nişasta kaynaklarını ve patates veya manyok kabukları gibi tarımsal-endüstriyel kalıntıları keşfetmeye yönelik ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Nithya vd., 2024). Genellikle atık olarak atılan bu yan ürünler, atıkları azaltarak ve kullanılmayan malzemelerden değer üreterek küresel ekonomik girişimlere katkıda bulunurken, gıda tedarikini tehlikeye atmadan biyoplastikler için sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır.

Üretilen nişasta bazlı biyoplastik ambalajların bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu dezavantajlardan biri zayıf mekanik özellik diğeri ise yüksek nem absorpsiyonudur. Nem absorpsiyonu, özellikle ambalaj uygulamalarında ve dış mekân kullanımlarında istenmeyen bir özellik olup, malzemenin dayanım performansını düşürebilir (Kuz, 2017). Ancak bu durumun avantaj olacağı ve artırılması gereken durumlarda vardır. Bu durumlardan biri gıdalarda bozulmaya neden olan nemin veya bozulma sırasında ortaya çıkan su moleküllerinin emilmesi ile gıdanın bozulmasını geciktirmektir. Bu nedenle nem absorpsiyonunu arttırmak için biyoplastiğe süper absorban polimer (SAP) eklenebilir.

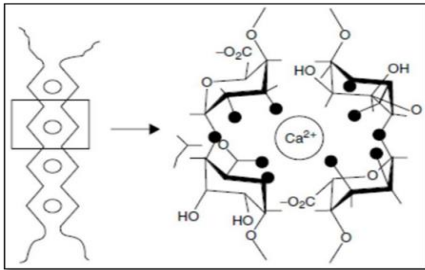
Süper emici (süper absorban - SA) polimerler akışkan maddeleri, vücut sıvılarını, çözeltileri absorbe edebilen üçboyutlu, çapraz bağlı, hidrofil ve lineer ya da dallanmış yapıdaki polimerlerdir. Süper absorbanlar (SA) hidrofilik özelliğe ve dayanıklı yapısıyla yüksek şişme kapasitesine sahip olduklarından kişisel bakım ürünlerinde, biyomedikal uygulamalarında, tarım alanında, ağır metallerin uzaklaştırılmasında ve ilaç taşıma sistemleri gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Sentetik polimerlerden süper absorban malzeme üretimi ucuz olmasından dolayı oldukça yaygındır. Sentetik polimerlerin zararları düşünüldüğünde doğal malzemelerden zararsız süper absorban üretimi dikkat çekmekte, bu alanda birçok bilimsel çalışma yapılmaktadır (Ar ve Küçük, 2022).



Şekil 1.2. Bitki hücresinin yapısındaki pektin (Atalay vd., 2018)

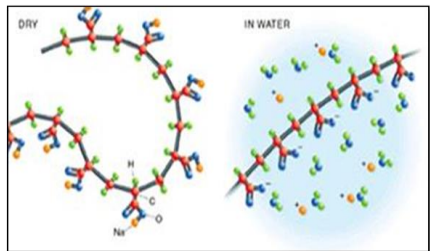
Pektin, hemiselüloz ve selülozla beraber tüm bitki hücrelerinin orta lamelinde, hücre duvarı ve hücrelerin arasında bulunan, bitkinin bütünlüğüne ve sertliğine yardımcı olan karmaşık yapı bir heteropolisakarittir (Raji vd., 2017). Moleküler formülü $(C_6H_{10}O_7)_n$ olan pektin jelleştirme, koyulaştırma ve emülsifikasyon gibi işlemlere sahiptir (Şekil 1.2) (Atalay vd., 2018).

Dayanımı arttırmak için yapılan çapraz bağlanma reaksiyonu süper absorbanın molekül yapısını hareketsizleştirerek, malzemenin mekanik dayanımını artırır ve su içerisinde çabuk çözülmesine engel olur.



Şekil 1.3. Pektin molekülünün çapraz bağlanması (Navarro vd., 2013)

Kimyasal çapraz bağlanma malzemenin mekanik, termal ve kimyasal stabilite özelliklerinin artırılabilirdiği polimer nano yapılar tasarlamak ve modifiye etmek için kullanılabilen çok yönlü bir yöntemdir. Çapraz bağlayıcılar molekülleri birbirine bağlar, molekül ağırlığını artırır ve genellikle daha yüksek mekanik özellikler ve gelişmiş stabilite sağlar (Şekil 1.3). Bununla birlikte, çapraz bağlanma malzemenin parçalanabilirliğinin ve fonksiyonel grupların azalmasına, polimerin reolojik özelliklerini değiştirerek işlem zorluğuna yol açar (Kaçmaz ve Tiske İnan, 2023).



Şekil 1.4. Çapraz bağlı SAPların su tutması (Nunes vd., 2000)

Günümüzde en çok kullanılan sentetik SAP, sodyum poliakrilat yapısındadır. SAP suyla temas ettiğinde sodyum polimerden ayrılır, geriye karboksil iyonları kalır. Bu iyonlar, negatif yüklü oldukları için birbirini iter. Böylece polimer açılır ve sodyum atomları tarafından çekilen suyu absorblar. Polimer üç boyutlu etkisi veren çapraz bağlara sahiptir. Bir milyondan daha fazla olan yüksek molekül ağırlığından dolayı suyun absorplanmasıyla çözünmek yerine jel halinde katılaştır (Şekil 1.4) (Navarro vd., 2013).

Sentetik SAP'ların hem çok yüksek absorblama kapasitesi gıda da kütle kaybına neden olacağı hem de bozunur olmaması doğaya zarar vereceği düşünüldüğünde gıdada kullanımı uygun olacak doğal süper emici polimerler incelenmiştir.

Bu çalışmada tüm bu literatürde yer alan bilgiler ışığında gıdaların ambalajlanmasında kullanılan polistiren tabaklar yerine kullanılabilir doğal süper emici polimerler evsel veya fabrika atığı olan limon, greyfurt ve nar kabuklarından tabaklar üretilmiştir. Doğal atıklardan çapraz bağlanması yapılmış biyobozunur SAP'ların karakterizasyonu yapılmıştır. Nişasta bazlı biyoplastik tabaklara eklenmiş ve çeri domateste etkililiği araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Meyve Kabuklarının Hazırlanması

Meyve kabukları evsel atıklardan ve gıda işletmelerinden toplandı. Toplanan kabuklar 1 saat % 5'lik sodyum metabisülfid ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) çözeltisinde bekletildi. Meyve kabukları güneş ışığı gören (UV içermesi için) bir kapalı ortamda kurutuldu. Kurutulan kabuklar öğütücü yardımıyla parçalandı ve öğütülmüş kabuk parçaları elenerek ince taneliler ayrıldı (Resim 2.1).



Resim 2.1. Nar, greylfirt ve limon kabuklarının hazırlanma aşamaları

2.2. Kabukların Çapraz Bağlanması

Ön işlem görmüş kabuklara 40 mL limon suyu ve 500 mL saf su eklenerek bir saat bekletildi. 45 dakika kaynatılarak pektin oluşumu sağlandı. Çapraz bağlama reaksiyonu için oluşan pektinlerin üzerine CaCl_2 eklendi ve 1 saat bekletildikten sonra 70°C 'de etüvde 2 saat kurutuldu. Üretilen çapraz bağlanmış kabuklar hava sızdırmaz kapaklı kavanozlar içinde deneysel işlemlerde kullanılabilecek kadar muhafaza edildi.

2.3. Doğal Süper Absorbansların Su Emme Testleri Su tutma kapasitesi (ıslatma yöntemi)

Birim zamanda su emici polimerin birim kütlesi başına su emme oranı olarak tanımlanır. Hazırlanan doğal süper absorbansların su tutma kapasitesini hesaplamak için SAP'lar tartılarak behere konuldu. Beher içindeki SAP'lar su ile doyma sağlanana kadar içerisine su ilavesi yapıldı. Eklenen su miktarı hesaplanarak, SAP'ların birim zamanda ne kadar suyu absorbe ettiği bulundu.

2.4. Biyoplastiklerin Üretimi

25 g mısır nişastası tartılmış ve üzerine 250 mL saf su eklenmiştir. Nişasta ve saf su 200 rpm'de manyetik karıştırıcıda 5 dakika karıştırıldıktan sonra karışım üzerine 30 mL 0,10 M hidroklorik asit ve 20 mL gliserin eklenerek karıştırmaya 5 dakika devam edilmiştir. Karıştırma esnasında çözelti sıcaklığının 60°C 'yi geçmemesine dikkat ederek, 30 dakika ısıtılmıştır. Çözelti pH'nı nötralleştirmek için çözelti içine 30 mL 0,10 M NaOH çözeltisi eklenmiştir. Üretilen biyoplastik çözeltisi petri kaplarına dökülerek, oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kalınlığına karar verilen ölçüde çözeltiye NaOH eklenirken içerisine önceden hazırlanan öğütülmüş ayı ayrı 5 g limon kabuğu SAP, 5 g greylfirt kabuğu SAP ve 5 g nar kabuğu SAP ile karıştırılarak 3 çeşit biyokompozit üretimi gerçekleştirilmiştir.

2.5. Doğal Süper Absorbans Katkılı Biyokompozitlerin Karakterizasyonu

Üretilen üç çeşit SAP katkıli biyoplastiklerden 3x3 cm ebatlarında kesilmiş ve bu kesitlerin NOVA5000 (Resim 2.2) setinin kuvvet sensörü ile Newton biriminden mukavemetleri hesaplanmıştır.



Resim 2.2. Gerilme mukavemet ölçümünde kullanılan cihaz (NOVA500).

2.6. Hesaplamalar

Doğal SAP'ların gıdaların bozunması sırasında oluşan nemi tutması için biyoplastik içerisinde su emme oranları hesaplanmıştır. Bu amaçla 3x3 ebatlarındaki kesitler tartılmış ve 24 saat su içerisinde bekletilerek tekrar tartılmıştır. Denklem 1'de verilen bağıntı yardımıyla doğal SAP'ların % su emme değerleri hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Su emme} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

Burada m_1 , numunenin kuru ağırlığını ve m_2 , numunenin su emme işlemi sonrası, yani 24 saat suda bekletildikten sonraki tartılmış ağırlığını belirtmektedir.

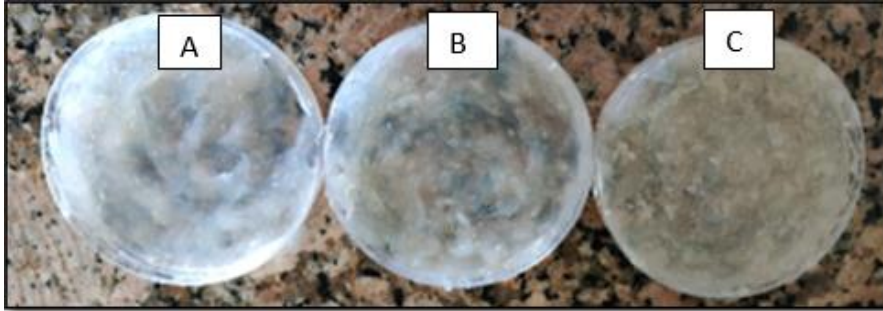
2.7. Biyoplastiklerin Biyobozunurluk Testleri

Üretilen SAP'lar ile hazırlanan biyokompozitlere domatesler yerleştirilmiş ve üzeri streç film ile kaplanmıştır. Kontrol grubu olarak ise piyasada kullanılan polistiren tabaktan eşit büyüklükte kesilen parça üzerine domates yerleştirilmiş ve streç film ile sarılmıştır. Oda koşullarında saklanan numuneler 10 gün boyunca organoleptik olarak gözlemlenmiştir.

3.3. Bulgular ve Tartışmalar

3.1 Biyoplastiklerin Üretimi

Deneysel çalışmalarda biyoplastikleri sentezlemek için ön çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonunda elde ettiğimiz verilere göre en uygun bulunan formül ile biyoplastik üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen biyoplastiklere şekil verebilmek için petri kapları kullanılmıştır. Biyoplastik malzeme kullanılacak kalınlığa göre petri kaplarına dökülerek oda sıcaklığında kurutulmuştur (Resim 3.1). Biyoplastiklerin içerisine nötr olması için eklenen NaOH çözeltisi ile beraber 5 g limon kabuğu SAP eklenmiş ve beş örnek petri kabında kalıplanmıştır. Resim 3.1'den görüldüğü üzere biyoplastik malzemenin kalınlığı arttıkça şeffaflık azalmakta ve renk koyulaşmaktadır. Aynı şekilde hazırlanan biyoplastiğe 5 g greyluft kabuğu SAP eklenirken, son ürüne 5 g nar kabuğu SAP eklenmiştir. Oda sıcaklığında aynı kalınlıkta üretilen örnekler karakterizasyon ve gıda paketlemekte kullanılmıştır (Resim 3.2) Biyoplastik malzemenin içerisine öğütülmüş SAP'lar konulduktan sonra malzemenin renginin değiştiği gözlemlenmiştir.



Resim 3.1. Biyoplastiklerin 3 farklı kalınlıkta üretilmesi (Kalınlık A:0,5cm ,B:1cm, C:1,5cm)



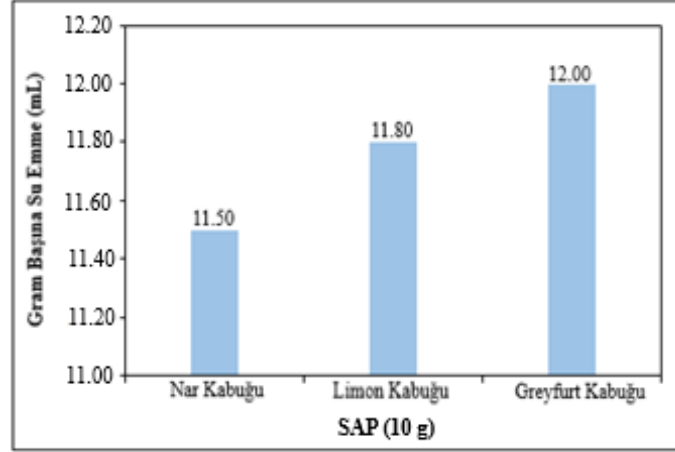
Resim 3.2. SAP katkılı biyoplastiklerin üretilmesi (C:limon SAP, B:greyluft SAP,A:nar SAP)

3.2. Doğal Süper Absorbansların Karakterizasyonu

Limon, greyluft ve nar kabuğundan elde edilen SAP'ların maksimum su emme oranları hesaplanarak elde edilen veriler Tablo 3.1 ve Şekil 3.1'de verilmiştir.

SAP	Miktar (g)	Doymuş su emme (mL)	Gram Başına Su Emme (mL)
Limon Kabuğu	10	118	11,80
Greyfurt Kabuğu	10	120	12,00
Nar Kabuğu	10	115	11,50

Tablo 3.1. Limon, greyfurt ve nar kabuğundan elde edilen SAP'ların maksimum su emme oranları.

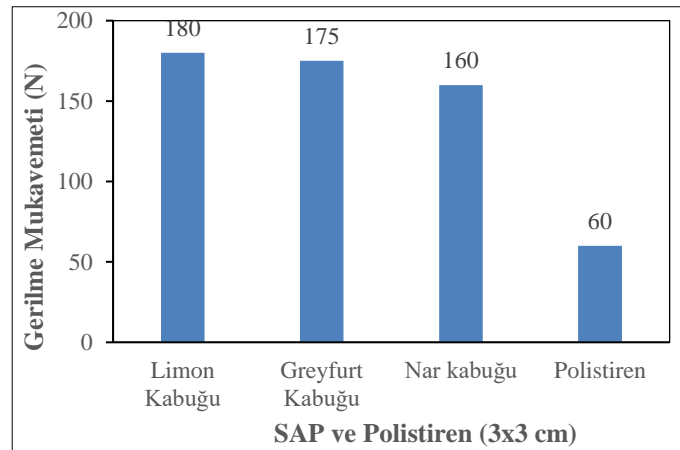


Şekil 3.1. Limon, greyfurt ve nar kabuğundan elde edilen SAP'ların maksimum su emme oranlarının grafiği

Tablo 1 ve Şekil 1'den görüldüğü üzere gram başına su emme miktarlarının greyfurt kabuğu>limon kabuğu>nar kabuğu olduğu tespit edilmiştir. Her üç SAP numunesinin gram başına su emme değerlerinin birbirine yakın olması nedeniyle biyoplastiklerde kullanılmasına karar verilmiştir. Günümüzde kullanılan süper emici polimerler sodyum akrilat, potasyum akrilat ya da alkil akrilat gibi çok küçük partiküllü çapraz bağlı poliakrilat polimerlerdir. Bu polimerler genellikle granül şeklinde kullanılırlar. Doğada tam bozulmadıkları için çevre kirliliğine neden olmaktadır (Tharanathan, 2003). Doğal polimerler sentetik polimerler gibi 100 katı sıvıyı absorbe edemez. Besinlerin fazla sıvı kaybetmesi kütle kaybına neden olacağından gıdalarda üretilen doğal polimerlerin kullanımını daha uygundur.

3.2. SAP Katkılı Doğal Süper Absorbansların Gerilme Mukavemeti

Üretilen SAP katkıli biyoplastiklerden 3x3 cm ölçülerinde örnekler kesilmiş ve NOVA5000 kuvvet sensörü ile gerilme mukavemetleri ölçülerek elde edilen veriler Şekil 3.2'de verilmiştir.



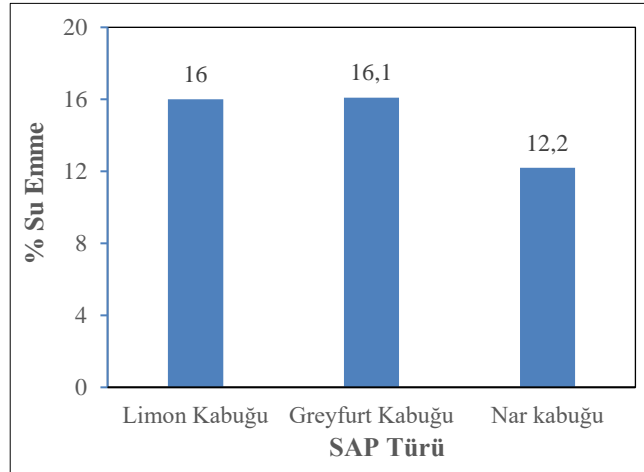
Şekil 3.2. Sap katkıli biyoplastik numunelerinin polistiren gerilme mukavemeti ile karşılaştırılması

Nişasta, iki ana yapıda düzenlenmiş glikoz ünitelerinden oluşan bir polisakkarittir: amiloz ve amilopektin. Bu moleküller, yapı ve moleküler boyutlar arasındaki oran, kökene göre değişir. Farklı kaynaklardan gelen nişastalar ve ayrıca her bir nişasta türü, kimyasal bileşimlerinde (α -glukanlar, nem, lipitler, proteinler ve fosforlanmış kalıntılar) ve bileşenlerinin yapısında (Tester vd., 2004) çeşitlilik gösterir; bu, nişasta granüllerinin yüzeyi, sertliği (Finnie vd., 2010) ve kristalinite (Ao ve Jane, 2007) ile ilişkilidir. Amiloz, amilopektinin kristalitlere paketlenmesini ve nişasta granülleri içindeki kristalin lamellerin organizasyonunu etkiler. Bu, şişme ve jelatinleşme gibi su alımıyla ilgili

özellikler açısından önemlidir (Annapoorani vd., 2016). Amiloz açısından zengin nişastalar daha fazla direnç, sertlik ve kristalleşme sunarken, amilopektin açısından zengin olanlar esnekliği artırır. Biyoplastik malzeme içinde SAP'ların kullanımı ile biopalastiğin performansını önemli ölçüde etkilediği ve nişasta formülasyonlarının belirli kullanımlara göre uyarlanması sonucu elde edilen biyoplastik malzemenin gerilme mukavemetleri polistiren numunesine göre yaklaşık üç kat arttığı Şekil 3.2'den görülmektedir.

3.3. Doğal Süper Absorbans Katkılı Biyokompozitlerin Karakterizasyonu

Üretilen SAP katkılu biyoplastiklerin % su emme oranları hesaplanması için kurumuş numuneden 3×3 kesitler alınıp tartıldı. Su içerisinde 24 saat bekletilerek tekrar tartıldı. Formülde yerine konularak % su emme oranı hesaplanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. SAP katkılu biyoplastiklerin % su emme oranları

SAP katkılu biyoplastiklerin % su emme oranları limon, greyfurt ve nar kabuğundan elde edilen SAP'ların gram başına su emme değerlerine benzer şekilde veriler elde edilmiştir. SAP katkılu biyoplastiklerin % su emme oranları greyfurt > limon > nar kabuğu şeklinde olduğu Şekil 3.3'den görülmektedir.

3.4. Doğal Süper Absorbans Katkılı Biyokompozitlerin Gıdalarda Kullanımı

Kış sezonunda pahalı olduğu için ve satışta, saklamada, taşımada kolaylık olması için marketlerin paketlerde sattığı çeri domates tercih edilmiştir. Piyasada kullanılan polistiren tabaklardan deney grubu olarak üretilen biyokompozitler ebatlarında kesilmiştir. Çeri domates yerleştirilmiş ve streç film ile kaplanarak kontrol grubu oluşturulmuştur. Limon greyfurt ve nar kabuğu SAP katkılu biyokompozitlerin içine çeri domates yerleştirilmiş ve eşit miktar streç film ile kaplanmıştır. Oda şartlarında 10 gün gözlenen domatesler fotoğraflanarak izlenmiştir. (Resim 3.3).

Resim 3.3'den görüldüğü üzere polistiren tabaklarda paketlenen domateslerin 6. günde bozulmaya başladığı 10. günde ise kullanılamaz halde geldiği tespit edilmiştir. Limon SAP'ları ile üretilen tabaklarda 10 gün sonunda domatesin sağlam kaldığı görülmüştür. Greyfurt SAP'ları ile üretilen tabaktaki domateslerin sağlam olduğu sadece birinde streç filmin domatesin üzerine temas ettiği için bir miktar kararma olduğu gözlenmiştir. Nar SAP'ları ile üretilen tabaktaki domateslerin 10. gün sonunda yumuşadığı, kütle kaybına uğradığı ve yenilemez hale geldiği tespit edilmiştir. Paulsen ve diğ. (2019) tarafından yapılan çalışmada çeri domateslerin raf ömrünün uzatılması amacıyla pasif MAP teknolojisi kullanılmış, delikli ve deliksiz ambalaj filmleri ile domateslerin fizikokimyasal, duyusal ve besinsel kalitesi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Duyusal kalite analizleri sonucunda, deliksiz PE'le paketlenmiş çeri domateslerin 7°C'de en az 21 gün raf ömrüne sahip olduklarını görmüşlerdir (Paulsen vd., 2019). SAP katkılu biyoplastiklerle yaptığımız çalışmamızda domateslerin oda sıcaklığında on güne kadar saklanabilme özelliği göstermesi elde ettiğimiz biyoplastiklerin gıda ambalajı olarak kullanılabilceğini göstermektedir.



Polistiren
tabak(kontrol
grubu)

10 günlük gözlem sonucunda domatesin çürüdüğü, kötü bir koku yaydığı görülmüştür.



Limon kabuğu
SAP

10 günlük gözlem sonucunda domatesin hasar görmediği sağlam kaldığı görülmüştür.



Greyfurt kabuğu
SAP

10 günlük gözlem sonucunda domatesin streç filme değen kısmında bir kararma olduğu, domatesin sağlam olduğu görülmüştür.



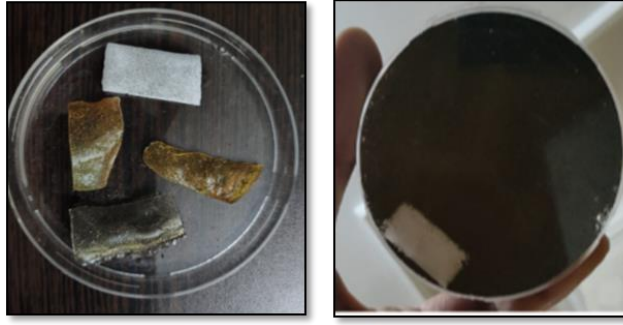
Nar kabuğu SAP

10 günlük gözlem sonucunda domatesin yumuşadığı, kütle kaybı olduğu görülmüştür.

Resim 3.3. Domateslerin saklanma süreçleri ve 10 gün sonundaki durumları

3.5. Doğal Süper Absorbans Katkılı Biyokompozitlerin Degradasyonu

Plastik kirliliğine alternatif olduğu için biyobozunurluk çalışmaları da yapılmıştır. SAP katkıli biyoplastiklerin biyobozunurluklarını gözlemek için şeffaf bir petri kabının içerisinde toprağa bırakılarak ve düzenli sulaması gerçekleştirilen SAP katkıli biyoplastiklerin 2 ay sonunda bozunmaya başladığı görülürken kontrol grubu olarak kullanılan polistiren tabak kesitinin bozunmadığı görülmüştür (Resim 3.3).



Resim 3.4. Biyobozunurluk testi düzenegi

Fotobozunur plastiklerin bozunma oranı ultraviyole yoğunluğuna bağlıdır ve farklı coğrafi konum, hava koşulları vb. bozunma özelliğinin etkisi üzerinde daha büyüktür; Fotobozunur plastiklerin üretim maliyeti daha yüksektir, fiyat konusunda rekabet avantajına sahip değildir. Parçalanabilir plastikler onlarca yıllık bir geliştirme sürecinden geçmiştir ve biyolojik olarak parçalanabilir plastik bu alanın başlıca kullanım alanı haline gelmiştir. Biyolojik olarak parçalanabilir plastikler arasında nişasta plastikleri parçalanabilir plastiklerin çoğunluğunu oluşturmaktadır.

Biyoplastiklerin ve plastiklerin biyobozunumu ortamdaki mikroorganizmaların bu malzemeleri moleküler yapılarını çevreye daha az zararlı humusa benzer yapıda malzeme üretecek şekilde metabolize ederek dönüştürebilmektedir. Aynı zaman da ortam pH nem oksijen içeriği ve sıcaklık gibi çevresel etkiler bioplastiklerin biyobozunumda önemli rol oynamaktadır. Farklı ekosistemlerde mikroorganizmalar enzimler aracılığıyla biyoplastiklerin biyo degradasyonunu katalizler (Imam vd., 2005; Kyrikou ve Briassoulis, 2007; Malinconico vd., 2002).

Ayrıca karbon ayak izini antlaşmalarla azaltılmaya çalışıldığı günümüzde doğal ürünlerden en biyobozunur biyoplastiklerin üretimi iyi bir çözüm olabilir. Biyoplastikler plastiklerin üretilmesi sırasında salınan çok daha az sera gazı üretir ve bozunma süreci toprak için faydalıdır (Paulsen vd., 2019)..

4. Sonuçlar

Yapılan çalışmada evsel atıklar kullanılarak gıda paketlemesinde kullanılan tabakların sürdürülebilir ve biyobozunur olmasını sağlamak için mısır nişastası hammaddeli tabaklar üretilmiştir. Üretim öncesinde gıdada bozulmaya neden olan ve bozulma sırasında çıkan su moleküllerini emmesini ve bozulmayı geciktirecek süper emici polimerler üretilmiştir. Karakterizasyon çalışmalarında bulunan sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

- Atık malzemeler evsel atıklardan seçilmiştir kullanımı olmayan ve çöpe giden limon, greyluft ve nar kabukları tercih edilmiştir. Hazırlanıp kurutulan kabukların çapraz bağlanması gerçekleştirilmiştir. Islatma yöntemi ile su tutma kapasiteleri belirlenmiştir. Greyluft, limon ve nar kabuklarından elde edilen SAPların gram başına su emme miktarları sırasıyla 12,00, 11,80 ve 11,5 mL olarak tespit edilmiştir.
- Biyoplastik eldesinde kuruma sonrası kullanılacak et kalınlıkları belirlenmiş ve üç ayrı petri kabına dökümler gerçekleştirilmiştir.
- Biyoplastik içine 5'er g öğütülmüş limon, greyluft ve nar kabuğu SAP'lar eklenerek her örnekten beşer tane küçük tabak üretilerek, biyobozunurluk testlerine tabi tutulmuş iki ay süre sonunda kontrol grubu polistiren tabakların bozunmağı, biyoplastik tabakların ise degradasyona uğradığı tespit edilmiştir. % Su emme testlerinde ise greyluft, limon ve nar SAP'ları içeren biyoplastiklerin yüzde su emme miktarları sırasıyla % 16,10, % 16,00 ve % 12,20 olarak bulunmuştur. Aynı deneysel işlemlerde polistiren tabakların su emmediği tespit edilmiştir.
- Elde edilen biyoplastikler üzerine gerilme mukavemet testleri uygulanarak sırasıyla limon, greyluft ve nar SAP'lı biyoplastiklerin m²'de 180 N, 175 N ve 160 N dayanıma sahip olduğu görülmüştür. Normalde kullanılan polistiren tabakların dayanımı 60 N iken üretilen biyoplastik tabaklar üç katına kadar daha dayanıklı olduğu bulunmuştur.
- Tabakların gıdada kullanımında kış mevsiminde pahalı olan, marketlerde taşıma, depolama, tartım kolaylığı sağladığı için tabaklara konulup ambalajlanan çeri domateslerle denemeler yapılmış ve polistiren tabaklarla karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen verilere göre ürettiğimiz biyoplastik numunelerinin oda koşullarında paketlenen domateslerin on güne kadar deforme ve bozulma olmadan sağlam bir şekilde kaldığı gözlenmiştir.

Evsel veya fabrika atığı olan doğal ürünlerin ekonomiye değeri yüksek ürünler olarak kazandırılması, çöp alanlarına olan ihtiyacın azalması gibi çözümler sunacaktır. Aynı şekilde üretilen biyoplastikler ile plastik kirliliği önlenecektir. Nüfusun hızla arttığı, iklim değişikliği ile gıdanın kıymetinin anlaşıldığı günümüzde üretilen biyokompozit tabaklar gıdanın daha uzun süre bozulmadan kalmasını sağlamaktadır. Toprakla buluşması durumunda içeriği sayesinde doğal gübre olarak toprağa fayda sağlayacaktır.

Sonuç olarak, biyo-plastiklerin tek kullanımlık ambalaj ürünlerinde kullanımı, sürdürülebilir bir gelecek için atılmış önemli bir adım olabilir. Bu malzemelerin, çevre dostu olmaları, yenilenebilir ürünlerden üretilmeleri ve atıklar kullanıldığı için maliyetlerinin düşük olmasını sağladığı gibi sebeplerle ambalaj tabakları için uygun bir seçenek olabilir. Nişasta bazlı ambalaj üretiminin her aşamasının ayrıntılı bir şekilde kapsamlı bir analizi, özellikle tek kullanımlık ambalajların değiştirilmesi için daha sürdürülebilir ve ölçeklenebilir çözümlerin geliştirilmesine katkıda bulunulmalıdır.

Etik Beyanı

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

- [1] Atalay, D., Türken, T. ve Erge, H. S. (2018). Pektin; kaynakları ve ekstraksiyon yöntemleri. *Gıda / The Journal of Food*, 43(1), 1002–1018. <https://doi.org/10.15237/gida.gd18089>
- [2] Annapoorani, S. G., Nivedha, R. B. ve Devi, S. Y. (2016). Development of disposable baby diaper with microencapsulated natural fragrance finish. *International Journal of Applied Research*, 2(7), 685–687.
- [3] Ao, Z., ve Jane, J. (2007). Characterization and modeling of the a- and b-granule starches of wheat, triticale, and barley. *Carbohydrate Polymers*, 67, 46–55.
- [4] Binici, H., Sevinç, A. H., Eken, M. ve Demirhan, C. (2014). Mısır koçanı katkılı ısı yalıtım malzemesi üretimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(2), 13–26. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.242831>
- [5] Finnie, S. M., Jeannotte, R., Morris, C. F. ve Faubion, J. M. (2010). Variation in polar lipid composition among near-isogenic wheat lines possessing different puroindoline haplotypes. *Journal of Cereal Science*, 51, 66–72.
- [6] Guilbert, S., Gontard, N. ve Cuq, B. (1995). Technology and applications of edible protective films. *Packaging Technology and Science*, 18, 339–346. <https://doi.org/10.1002/pts.2770080607>
- [7] Imam, S. H., Cinelli, P., Gordon, S. H. ve Chiellini, E. (2005). Characterization of biodegradable composite films prepared from blends of poly (vinyl alcohol), cornstarch, and lignocellulosic fiber. *Journal of Polymers and the Environment*, 13(1), 47–55.
- [8] Kaçmaz, V. ve Tiske İnan, S. S. (2023). Enzimatik çapraz bağlama yöntemiyle üretilen yenilebilir aktif protein kaplamının taze tavuk kanat etlerinin raf ömrü üzerine etkisi [Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- [9] Kitz, A. ve Dominguez-Villar, M. (2017). Molecular mechanisms underlying Th1-like Treg generation and function. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 74(22), 4059–4075.
- [10] Kosuth, M., Mason, S. A. ve Wattenberg, E. V. (2018). Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PLOS One*, 13(4), e0194970. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194970>
- [11] Kuz, P. (2017). Nişasta bazlı biyoplastik malzemeler [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- [12] Kyrikou, I. ve Briassoulis, D. (2007). Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review. *Journal of Polymers and the Environment*, 15, 125–150.
- [13] Makroo, H. A., Naqash, S., Saxena, J., Sharma, S., Majid, D. ve Dar, B. N. (2021). Recovery and characteristics of starches from unconventional sources and their potential applications: A review. *Applied Food Research*, 1, 100001.

- [14] Malinconico, M., Immirzi, B., Massenti, S., La Mantia, F. P., Mormile, P. ve Petti, L. (2002). Blends of polyvinyl alcohol and functionalized polycaprolactone: A study of the melt extrusion and post-cure of films suitable for protected cultivation. *Journal of Material Science*, 37, 4973–4978.
- [15] Mambrey, S., Schreiber, N. ve Schmiemann, P. (2022). Young students' reasoning about ecosystems: The role of systems thinking, knowledge, conceptions, and representation. *Research in Science Education*, 52, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09917-x>
- [16] Nagaswara, R. (n.d.). Overview of disposable diaper parts and their purpose. Retrieved from <https://www.fibre2fashion.com/industryarticle/pdffiles/12/1124.pdf>
- [17] Navarro, A., Chang, E., Chang, P., Yoon, S. Y. ve Manrique, A. (2013). Separation of dyes from aqueous systems by magnetic alginate beads. *Trends in Chromatography*, 8, 31–41.
- [18] Nithya, R., Mohanrasu, K. ve Arun, A. (2024). Agro-based bioplastic production and its application. In *Biodegradable Polymers, Blends and Biocomposites* (pp. 143–164). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003304142>
- [19] Nunes, T. G., Guillot, G. ve Bordado, J. M. (2000). Low-, stray-field imaging and spectroscopic studies of the sodium polyacrylate water uptake. *Polymer*, 41(12), 4643–4649.
- [20] OECD. (2023). Global plastics outlook: Plastic waste collected for recycling (Edition 2022). OECD Environment Statistics.
- [21] OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020–2029. OECD.
- [22] OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas; OECD: Paris, France, 2020. ISBN 978-92-64-41895-0.
- [23] Paulsen, E., Barrios, S. ve Lema, P. (2019). Ready-to-eat cherry tomatoes: Passive modified atmosphere packaging conditions for shelf life extension. *Food Packaging and Shelf Life*, 22, 100395.
- [24] Rao, A. V. ve Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 55(3), 207–216.
- [25] Raji, Z., Khodaiyan, F., Rezaei, K., Kiani, H. ve Hosseini, S. S. (2017). Extraction optimization and physicochemical properties of pectin from melon peel. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98, 709–716.
- [26] Sağdıç, S. (2023). Meşe ağacı palamudu nişastası bazlı antibakteriyel özelliğe sahip biyoplastik nişasta/halloysit nanotüp/karanfil esansiyel yağı ve biyoplastik nişasta/halloysit nanotüp/gümüş nanopartikül kompozit materyallerin hazırlanması ve karakterizasyonu [Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- [27] Tharanathan, R. N. (2003). Biodegradable films and composite coatings: Past, present, and future. *Trends in Food Science & Technology*, 14, 71–78. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00280-7](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00280-7)
- [28] Tester, R. F., Karkalas, J. ve Qi, X. (2004). Starch-composition, fine structure and architecture. *Journal of Cereal Science*, 39, 151–165.
- [29] Vilpoux, O. F. ve Santos Silveira Junior, J. F. (2023). Global production and use of starch. In *Starchy Crops Morphology, Extraction, Properties and Applications* (pp. 43–66). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2019-900584-4>
- [30] Ar, İ. ve Küçük, S. (2022). Süper emici polimer sentez yöntemleri ve uygulamaları. *Aintelia Bilim Notları*, 1(1), 15–17.
- [31] Yakışık, H. (2020). Plastik atıklar ve sürdürülebilirlik: Türkiye’de plastik atık yönetimi. *Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9(2), 36–55.



DENİZLİ İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ BİLİM VE EĞİTİM DERGİSİ ETİK İLKELER VE YAYIN POLİTİKASI

Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi, yayın etiği konusunda Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi ve Committee on Publication Ethics (COPE) tarafından belirlenen ilke ve standartları benimsemektedir. Bu doğrultuda, dergide yayımlanmak üzere gönderilen makalelerin etik ilkelere uygun olması beklenmektedir.

Etik ihlali tespit edilen makaleler aşağıdaki süreçlere tabidir:

-Değerlendirme aşamasında etik ihlali tespit edilen makaleler, değerlendirme sürecinden çekilir ve sorumlu yazara bilgilendirme yapılır. Ayrıca, danışmanına da bilgilendirme e-postası gönderilir.

-Yayımlandıktan sonra uygunsuzluk ya da kural dışı durum tespit edilen makaleler, incelenerek gerekirse yayından geri çekilir.

-Etik ilkelere uymayan makaleler, sorumlu yazara iade edilir.

Dergi süreçlerinde yer alan yazarlar, hakemler ve editör kurulunun (baş editör, alan editörleri, yardımcı editörler vb.) dikkat etmesi gereken temel hususlar aşağıda sıralanmıştır:

Yazarların Etik Sorumlulukları

- Makale yazarları en az iki kişiden oluşmalı ve bu kişiler, ortaöğretim, yükseköğretim ve/veya lisansüstü düzeydeki öğrenciler ile onların danışmanlarını içermelidir.

- Başvuru süreci, öğrenciler tarafından sorumlu yazar olarak danışmanlarının rehberliğinde yürütülmelidir.

- Dergiye gönderilen makaleler, özgün bilimsel araştırma niteliği taşımalıdır.

- Makaleler, daha önce herhangi bir dergide yayımlanmamış olmalı ve başka bir dergide eşzamanlı olarak değerlendirme sürecinde bulunmamalıdır.

- Yazarlar, makalelerini derginin yazım kuralları ve makale yazım şablonuna uygun şekilde hazırlamakla yükümlüdür.

- Veri toplama teknikleri (anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney vb.) kullanılan araştırmalar için etik kurul izin belgesi ve diğer gerekli

araştırma izinlerinin sağlanması zorunludur.

- İnsan veya hayvan deneklerin bilimsel amaçlarla kullanıldığı çalışmalar (örneğin, klinik araştırmalar, retrospektif çalışmalar vd.) sağlık alanına yönelik olduğundan kabul edilmez. Ancak, Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler alanlarında yürütülen çalışmalarda etik kurul ve diğer izin belgeleri sunulmalıdır.

- Yazarlar, kullanılan tüm kaynaklara (kendi çalışmaları dahil) doğru ve eksiksiz şekilde atıf yapmalı ve intihalden kaçınmalıdır. Yanlış veya yetersiz kaynak gösterimi intihal olarak değerlendirilmektedir. İntihal durumunda tüm sorumluluğun kendilerinde ve danışmanlarında olduğunu kabul etmektedirler. Bu konuda derginin herhangi bir sorumluluğu bulunmamaktadır.

- Çalışmaya dahil edilen tüm yazarların bilimsel katkı sağladığı garanti edilmeli; misafir, fahri, hayalet veya yapay zekâ yazarlığı gibi etik dışı uygulamalardan kaçınılmalıdır.

- Makalelerde fikri mülkiyet, ticari haklar ve gizlilik haklarına uyulmalı, herhangi bir kişi ve/veya kuruma ait hak ihlali yapılmamalıdır. Bilimsel katkı sağlamayan, ancak destek sunan kişiler teşekkür bölümünde belirtilmelidir.

- Veri ve sonuçların güvenilirliği sağlanmalı ve manipüle edilmediği garanti edilmelidir. Talep edildiği takdirde, makale ham verileri dergi editör kurulu ile paylaşılabilir.

- Makalede kullanılan veriler, yazarların kendisine ait olmalı veya verilerin kullanımı, çoğaltılması, dağıtılması gibi durumlarda gerekli izinler alınarak kullanılmalıdır. Kurumlardan alınan araştırma izin belgeleri makale dosyasına eklenmelidir.

- Tez, araştırma veya proje kaynaklı makalelerde, "Proje Numarası," "Destekleyen Kurum," "Teşekkür" bilgileri ve çalışmanın başlığı açıkça belirtilmelidir.

- Yazarlar, hakem ve editörlerden gelen geri bildirimlere belirlenen süre içinde yanıt vermeli, düzeltmeleri yapmalı veya bilimsel temellere dayalı gerekçeleriyle itirazlarını sunmalıdır. Düzeltme sürecine uyulmaması durumunda makalenin geri çekilmiş sayılacağı kabul edilmektedir.



- Hakem süreci tamamlanıp yayımlanmak üzere kabul edilen makaleler geri çekilemez.
- Makale gönderimi sırasında Yayın Etiği ve Etik Kurul İzin Belgesi Beyan Formu ile Telif Hakkı Devir ve Çatışma Beyan Formu yüklenmelidir.
- Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, etik kurul onay belgeleri makalede belirtilmeli, belgelendirilerek sunulmalıdır. Etik kurul onayı gerekmeyen durumlarda gerekçesi belirtilmelidir.
- Yazarlar, makalelerinin alanında yetkin ve nitelikli araştırmacı/uzmanlar tarafından değerlendirilebilmesi için hakemlerin titizlikle seçtiğini ve davet sürecinin belirli bir zaman akışı içinde yürütüldüğünü bilmelidir. Bu bağlamda, yazarların değerlendirme aşamasının gerektirdiği süreci anlayışla karşılaması beklenmektedir.

Hakemlerin Etik Sorumlulukları

- Makalelerin değerlendirilmesinde çift-kör hakemlik süreci uygulanmakta, yazar ve hakemlerin kimlikleri birbirinden gizli tutulmaktadır. Değerlendirme sırasında olumlu ve olumsuz görüşlerin eşitliği durumunda, editör veya üçüncü bir hakemin görüşü alınmaktadır.
- Makalelerin değerlendirilmesi için alanında bilgi ve uzmanlığa sahip araştırmacılar hakem olarak davet edilmektedir. Davet e-postasında belirtilen süre içerisinde hakemlerin daveti kabul etmeleri veya reddetmeleri gerekmektedir.
- Hakemler, değerlendirdikleri makalelerin gizliliğini korumak ve bu süreçte edindikleri bilgileri kişisel çıkarları doğrultusunda kullanmamakla yükümlüdür.
- Hakemlerin, makalelerin bilimsel içeriğini, bilime katkısını ve etik ilkelere uygunluğunu titizlikle değerlendirmesi beklenmektedir. Değerlendirme sırasında önceden yayımlanmış bir çalışma ile önemli benzerlik veya örtüşme tespit edilirse, durum ivedilikle editör kuruluna bildirilmelidir.
- Hakemler, uzmanlık alanlarına uygun ve yeterli zaman ayırabilecekleri çalışmalar için yapılan davetleri kabul etmelidir.
- Hakemlerin, makale içeriği veya değerlendirme süreciyle ilgili yazar(lar) veya üçüncü kişilerle iletişim

kurmamaları gerekmektedir. Bu kurala uyulmaması durumunda, hakemlik süreci sonlandırılır ve yeni bir hakem atanır.

- Hakemler, değerlendirmelerini dürüst, nesnel, tarafsız ve gizlilik ilkelerine uygun bir şekilde yapmalıdır. Yazar(lar)ın statüleri, kurumları, dini veya siyasi görüşleri, inançları, cinsiyetleri ve milliyetleri gibi kişisel özellikleri hakemlerin kararlarını etkilememelidir.
- Hakemler, yazar(lar) ile rekabetçi, işbirlikçi veya çıkar çatışmasına neden olabilecek bir ilişki içinde oldukları makaleleri değerlendirmemelidir.
- Hakemlerin, görüş ve kararlarını bilimsel temellere dayandırarak açık ve gerekçeli bir şekilde ifade etmeleri beklenmektedir. Bu süreçte, akademik, etik ve genel ahlak kurallarına uygun, yapıcı ve nazik bir dil kullanılmalı; düşmanca, küçümseyici, aşağılayıcı veya hakaret içeren ifadelerden kaçınılmalıdır.

Editör Kurulunun Etik Sorumlulukları

- Editör kurulu, bilimsel yayıncılıkta şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerine bağlı kalarak, hakemler, yazarlar, akademisyenler ve okuyucular arasında açık, anlaşılır ve etik kurallara uygun bir iletişim kurulmasını sağlamalıdır.
- Mücbir sebepler veya geçerli mazeretler dışında, editör kurulu üyeleri, değerlendirme süreçlerinin düzenli ve sorunsuz bir şekilde yürütülmesi için gereken özeni göstermelidir.
- En az iki hakem değerlendirme politikasına uygun olarak, yazarların ve hakemlerin kişisel bilgileri gizli tutulmalı ve değerlendirme süreçlerinin tarafsız bir şekilde yürütülmesi sağlanmalıdır.
- Editör kurulu üyeleri, hakem atama ve karar alma süreçlerinde tarafsız ve adil davranmalı, yazar(lar)ın makam, görev, kurum, dini veya siyasi görüşleri, inançları, cinsiyetleri ya da milliyetleri gibi kişisel özelliklerinden etkilenmemelidir. Çıkar çatışması durumunda, ilgili editör değerlendirme sürecine dahil edilmemelidir.



- Nihai karar verme yetkisi editör kuruluna aittir. Gönderilen makaleler; akademik ve bilimsel özgünlük, literatüre katkı, dergi kapsamına uygunluk, gerekli izinlerin varlığı ve benzerlik indeksi gibi kriterler doğrultusunda titizlikle değerlendirilmelidir. Bu süreçte, bilimsel ve etik standartlara bağlı kalarak gerekli özenin gösterilmesi esastır.

- Yazarların ırkı, cinsiyeti, cinsel yönelimi, dini inançları, etnik kökeni, vatandaşlığı veya siyasi görüşlerinden bağımsız olarak tarafsız bir değerlendirme yapılmalı ve kararlar, makalenin bilimsel doğruluğu, geçerliliği, katkısı ve derginin kapsamına uygunluğuna dayanmalıdır.

- Editör kurulu üyeleri, gönderilen makalelerin içeriğini hukuki zorunluluklar dışında hiçbir kişi veya kurumla paylaşmamalıdır. Yazarların yazılı izni olmadan, makalelere ait içerik kendi çalışmalarında kullanılamaz.

- Yazarların hakem veya editör raporlarına yönelik itirazları dikkate alınmalıdır. İtirazlar geçerli ve makul gerekçelere dayandığında, makalenin yeniden değerlendirilmesi için gerekli adımlar atılmalıdır.

- Ön değerlendirme aşamasında yazım kurallarına, kapsam uygunluğuna ve intihal oranına göre incelenmektedir. Uygun bulunan çalışmalar, bilimsel değerlendirme sürecine alınır ve kör hakemlik yöntemiyle en az iki bağımsız hakemin görüşüne sunulur. Hakemlerden birinin olumlu, diğerinin olumsuz değerlendirme yapması durumunda makale uygun sayıda hakem görüşüne yönlendirilmektedir. Hakem raporlarına dayanarak editör tarafından makaleyi yazara iade etme, küçük (minör) ya da büyük (majör) revizyon talep etme veya kabul etme gibi farklı kararlar verilebilmektedir. Bu süreçte nihai karar, objektif değerlendirmelere ve bilimsel ölçütlere uygun olarak alınmalıdır.

- Editör kurulu, yayımlanacak makalelerin iftira, telif hakkı ihlali veya intihal gibi yasal yükümlülüklere aykırı olmamasını sağlamakla sorumludur.

YAYIN POLİTİKASI

- Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi, kâr amacı gütmeyen bir yayın organı olarak, etik sorumluluklarına bağlı şekilde faaliyet göstermektedir. Yayın süreçlerinde, bilimsel ve akademik standartların korunması, tarafsızlık ve şeffaflık ilkeleri öncelikli olarak gözetilmektedir.

- Dergi, Ocak ve Temmuz aylarında olmak üzere yılda iki kez düzenli olarak yayımlanan hakemli basılı dergi ve e-dergidir.

- Fen Bilimleri, Matematik, Eğitim Bilimleri, Sosyal Bilimler ve Güzel Sanatlar alanlarında yapılan araştırma ve derleme makaleleri dergiye kabul edilmektedir. Ancak, derleme makalelerin toplam makale sayısının %25'ini aşmaması gerekmektedir. Makale türü, yazarların önerisine değil, değerlendirme sürecinin ardından editör kurulunun kararına bağlıdır. Teknik notlar, editöre mektuplar, vaka sunumları ve tartışma yazıları gibi çalışmalar değerlendirme kapsamına alınmamaktadır.

- Daha önce başka bir yerde yayımlanmamış ve herhangi bir dergide değerlendirme sürecinde bulunmayan; özgün, güncel ve alanına katkı sunması beklenen nitelikli makaleler, ön değerlendirme sürecine alınmak üzere kabul edilmektedir. Tüm makaleler adil bir şekilde değerlendirilir ve aynı editöryal süreçlerden geçer.

- Kongre veya sempozyumlarda sunulmuş ve tam metni bildiri kitabında yayımlanmış çalışmalar dergiye kabul edilmez. Ancak, tam metni yayımlanmamış bildiriler, bu durum açıkça belirtilmek koşuluyla dergiye gönderilebilir.

- Etik ilkeler ve derginin yayın politikasına aykırılık tespit edilen makalelerin değerlendirme süreci, hangi aşamada olursa olsun, durdurulur ve makale sorumlu yazara iade edilir.

- Dergide yayımlanan makalelerde yer alan ifadeler derginin resmi görüşlerini yansıtmaz; bu hususta tüm sorumluluk yazarlara aittir.

- Dergiye makale gönderen yazarlar, aynı sayıda birden fazla makalelerinin yayımlanamayacağını kabul etmiş sayılır. Bu nedenle, birden fazla makale gönderen yazarların yalnızca bir makalesi yayımlanır.



Ücret ve Telif Hakkı Politikası

- Dergiye makale gönderiminden yayımlanma sürecine kadar hiçbir aşamada yazarlardan ücret talep edilmemektedir. Değerlendirme, kabul ve yayımlama süreçlerinde yazarlara mali bir yükümlülük yüklenmez.
- Yayımlanan makaleler için yazar(lar)a herhangi bir nakdi veya aynı telif ücreti ödenmez. Tüm yazarlar, bu durumu makale gönderimi sırasında kabul etmiş sayılır.
- Dergiye gönderilen makalelerin telif hakları yazar(lar)a aittir. Yazar(lar), makalelerinin bilimsel ve etik kurallara uygun olduğunu ve üçüncü tarafların haklarını ihlal etmediğini beyan etmelidir.

Makale Gönderim Kuralları

- Makale gönderimleri, ilk yayın için yalnızca derginin sorumlu yazı işleri müdürüne, editor20@meb.gov.tr adresi üzerinden yapılmalıdır. Bu adres dışında yapılan başvurular kabul edilmemektedir. Süreçte editör kurulu üyelerine doğrudan ulaşan veya farklı iletişim araçlarıyla bilgi talep eden yazarlara ait makaleler, değerlendirme aşamasındaki durumuna bakılmaksızın iade edilecektir.
- Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi'ne gönderilen makaleler, Türkçe veya İngilizce olarak hazırlanmalıdır. Makaleler, dergi web sitesinde sunulan makale şablonuna uygun şekilde hazırlanmalıdır. Şablona uygun olmayan başvurular değerlendirme sürecine alınmayacaktır.
- Makale gönderen yazarlar; ad-soyad, unvan, görev yaptıkları kurum, iletişim bilgileri ve ORCID bilgilerini eksiksiz bir şekilde editor20@meb.gov.tr adresine iletmekle yükümlüdür. Eksik bilgi içeren başvurular değerlendirme sürecine alınmaz.
- Gönderilen makaleler, araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun şekilde hazırlanmalıdır. Başvurulara, Etik Kurul ve Araştırma İzin Belgesi, Telif Hakkı Anlaşması ve Çatışma Beyan Formu eklenmelidir. Bu form, yazarların makale ile ilgili beyanlarını içermelidir. Bu belgeler, tüm yazarlar tarafından imzalanarak sorumlu yazarın öğrenci

belgesini ekleyerek editor20@meb.gov.tr adresine gönderilmelidir.

- Çalışmaya destek sağlayan kurumlar (varsa), proje numaraları ve teşekkür bilgileri, gerek görülmesi durumunda makale içeriğinde uygun bir şekilde belirtilmelidir.
- editor20@meb.gov.tr adresine gönderilen dosyalar eksiksiz olmalı ve derginin belirttiği isimlendirme kurallarına uygun şekilde hazırlanmalıdır. Eksik veya yanlış yüklenen dosyalar, başvurunun reddedilmesine neden olabilir.

İntihal Politikası

- Dergiye gönderilen makaleler, iThenticate intihal tespit programları ile kontrol edilir.
- Değerlendirme sürecine alınabilmesi için makalenin benzerlik oranı %20'nin altında olmalıdır. Benzerlik oranı %40'ın üzerinde olan makaleler doğrudan reddedilir. Benzerlik oranı %20-40 arasında olan makaleler için ise yazar(lar)dan gerekli düzeltmeler yapmaları talep edilir.

Düzeltilme ve Geri Çekme Politikası

- Yazarlar, makalelerini ön değerlendirme süreci tamamlanmadan önce herhangi bir aşamada geri çekebilirler. Ancak, makale hakem değerlendirme aşamasına geçmişse, geri çekme talebi editör onayına tabidir. Editör, talebe 15 gün içinde yanıt vermelidir. Bu süre içinde yanıt verilmemesi durumunda makale otomatik olarak geri çekilmiş sayılır.
- Yayımlanmış makalelerde tespit edilen hatalar için düzeltme veya geri çekme talepleri COPE (Committee on Publication Ethics) yönergelerine uygun olarak değerlendirilir. Talepler, yazarların veya editör kurulunun gerekçelendirilmiş ve belgelenmiş başvurusu ile işleme alınır.
- Yayımlanmış bir makalede, bulguların veya sonuçların doğruluğunu etkilemeyen küçük hatalar tespit edilirse, bu hatalar yazarlar veya editör kurulu tarafından düzeltme notu ile açıklanır. Düzeltme, bir sonraki sayıda yayımlanır ve makalenin orijinal versiyonuna atıf yapılır.



- Bulguların veya sonuçların geçerliliğini ciddi şekilde etkileyen hatalar veya etik ihlaller tespit edilirse, makale yazarlar veya editör tarafından geri çekilebilir. Geri çekme süreci sonunda, makale ile ilişkili bir geri çekme notu yayımlanır ve bu not orijinal makaleye atıfta bulunacak şekilde belirtilir.

- Düzeltme veya geri çekme talepleri, tüm yazarlar tarafından imzalanmış bir belge ile yapılmalıdır. Gerekçeli talepler, derginin resmi iletişim kanalları üzerinden iletilmelidir.

- Hakem değerlendirme sürecine giren makalelerin geri çekilmesi mümkün değildir.

- Araştırma veya yayın etiği ihlalleri ile ilgili ciddi şüpheler bulunan ancak yazarların kurumu tarafından yeterli bir soruşturma yapılmamış ya da bulguların güvenilirliği sorgulanıyorsa, editör kurulu, ilgili makale hakkında bir "endişe ifadesi" yayımlayabilir.

- Editör kurulu, geri çekme ve düzeltme taleplerine ilişkin kararlarını, sunulan gerekçeler ve belgeler doğrultusunda tarafsız ve objektif bir şekilde verir. Geri çekme süreçlerinde etik ihlaller ve hatalar şeffaf bir şekilde ele alınır.

Açık Erişim ve Telif Hakkı Politikası

Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi, bilginin küresel paylaşımını teşvik etmek amacıyla içeriğine anında açık erişim sağlar. Dergide yayımlanan tüm makaleler,

- Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansı kapsamında erişime sunulmaktadır. Bu lisans, kullanıcıların eserleri atıfta bulunarak ticari olmayan amaçlarla kopyalamasına, dağıtmasına ve yeniden kullanılmasına izin verir.

- Dergide yayımlanan makalelerin telif hakkı yazarlarına aittir. Yazarlar, makalelerinin bilimsel bilgiye katkıda bulunması amacıyla ücretsiz olarak erişime açılmasını kabul eder. Ancak, içerikte değişiklik yapılması, ticari amaçlarla kullanılması veya atıf yapılmaması yasaktır.

- Dergide yayımlanan makalelere erişim tamamen ücretsizdir ve yazar(lar)a herhangi bir telif ücreti ödenmemektedir.

- Yayımlanan içerikler, bilimin gelişimine katkı sağlamak amacıyla açık erişime sunulmakta ve atıf gösterilmesi koşuluyla serbestçe kullanılabilir hale getirilmektedir. Bu doğrultuda yazarlar ve telif hakkı sahipleri, hakem değerlendirmesinden geçmiş bilimsel çalışmalarını internet aracılığıyla; okunabilir, indirilebilir, kopyalanabilir, dağıtılabılır, basılabilir, taranabilir, tam metinlere bağlantı verilebilir, dizinlenebilir, yazılıma veri olarak aktarılabilir, finansal, yasal ve teknik engeller olmaksızın serbestçe erişilebilir, her türlü yasal amaç için kullanılabilir olmasını kabul etmektedir.

- Dergi, yayımladığı tüm çalışmaların internet ortamında geniş kitlelere ulaşmasını, bilginin erişilebilirliğini artırmayı ve bilimsel etkileşimi artırmayı hedeflemektedir.



YAZIM KURALLARI

Dergimize gönderilecek makaleler, aşağıdaki yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmalıdır:

- Makaleler, derginin makale yazım şablonu kullanılarak MS Office Word 2010 veya daha yeni bir sürümde hazırlanmalı ve A4 boyutunda olmalıdır. Makale yazım şablonuna web sitesinden ulaşabilirsiniz.

Makale uzunluğu, dergi formatında 30 sayfayı geçmemelidir.

- Sayfa düzeni, üst, alt, sol ve sağ kenar boşlukları 2 cm olarak ayarlanmalıdır.

- Metin, Times New Roman yazı tipiyle 10 punto ve tek satır aralığı kullanılarak yazılmalıdır.

- Paragraflar arasında boş satır bırakılmamalı; paragraflardan önce ve sonra 6nk boşluk eklenmelidir. Paragraf başlarında girinti kullanılmamalıdır.

- Türkçe ve İngilizce başlıklar 11 punto, öz ve anahtar sözcükler 9 punto ile yazılmalıdır.

- Ana başlıklar büyük harflerle, alt başlıklar ise yalnızca ilk harf büyük olacak şekilde yazılmalı ve kalın olmalıdır.

Başlıklar şu şekilde numaralandırılmalıdır:

Ana başlıklar: 1., 2., 3.

Alt başlıklar: 1.1., 1.1.1.

- Tüm tablo ve şekiller metin içinde uygun bir yere yerleştirilmelidir.

- Tablo ve şekil başlıkları, sözcüklerin yalnızca ilk harfleri büyük olacak şekilde 10 punto, kalın yazılmalı ve tablo/şeklin üstüne eklenmelidir.

- Tablo ve şekillerdeki açıklamalar, italik 8 punto olarak tablo/şeklin altında verilmelidir.

- Tablolarda yalnızca yatay çizgiler kullanılmalı, dikey çizgiler yer almamalıdır.

- Atıflar, American Psychological Association (APA) 7 stiline uygun yapılmalıdır.

- Atıflar yazar(lar)ın soyadı, kaynağın yılı ve sayfa numarası ile belirtilmelidir.

- Türkçe çalışmalarda “ve”, İngilizce çalışmalarda “&” kullanılmalıdır. Üç veya daha fazla

yazarlı çalışmalarda Türkçe için “vd.,” İngilizce için “et al.” ifadeleri tercih edilmelidir.

- Türkçe metinlerde hem Türkçe hem de İngilizce kaynaklar orijinal haliyle kaynakçada gösterilmelidir. İngilizce metinlerde Türkçe kaynaklar İngilizceye çevrilerek kaynakça listesine eklenmelidir. Türkçe makalelerde ondalık ayraç olarak virgöl, İngilizce makalelerde nokta kullanılmalıdır.

- Metin içindeki 40 sözcükten uzun alıntılar, ayrı bir paragraf olarak düzenlenmelidir.

- Makale ekleri, Ek 1., Ek 2. şeklinde numaralandırılarak kaynakçadan sonra verilmelidir.

- Makalelerin belirtilen kurallara tam uyum sağlaması değerlendirme süreci için zorunludur.



DENİZLİ PROVİNCIAL DIRECTORATE OF NATIONAL EDUCATION

JOURNAL OF SCIENCE AND EDUCATION

ETHICAL PRINCIPLES AND PUBLICATION POLICY

Denizli Provincial Directorate of National Education
Journal of Science and Education

The Denizli Provincial Directorate of National Education Journal of Science and Education adheres to the principles and standards outlined by the Scientific Research and Publication Ethics Directive of the Higher Education Institutions and the Committee on Publication Ethics (COPE). Accordingly, all submissions intended for publication are expected to comply with ethical guidelines.

Manuscripts identified with ethical violations are subjected to the following procedures:

- Manuscripts found to contain ethical violations during the review process are withdrawn from evaluation, and the corresponding author is informed. Additionally, the author's advisor is notified via email.
- Articles discovered to contain irregularities or non-compliance after publication are reviewed and, if necessary, retracted.
- Manuscripts that fail to adhere to ethical principles are returned to the corresponding author. Authors, reviewers, and members of the editorial board (including the editor-in-chief, associate editors, assistant editors, etc.) are expected to observe the following essential points throughout the journal processes:

Ethical Responsibilities of Authors

- Authors must consist of at least two individuals, including secondary, higher education, and/or graduate-level students and their advisors.
- The submission process should be conducted by students under the guidance of their advisors, with the advisor acting as the corresponding author.
- Manuscripts submitted to the journal must reflect original scientific research.
- Manuscripts must not have been previously published in any journal or be under simultaneous review elsewhere.
- Authors are obligated to prepare their manuscripts following the journal's writing rules and article templates.
- Research involving data collection techniques

(e.g., surveys, interviews, focus group discussions, observations, experiments) must include an ethics committee approval document and other necessary research permits.

- Studies involving human or animal subjects for scientific purposes (e.g., clinical research, retrospective studies) are not accepted, as these pertain to the health sciences. However, for research in the fields of Educational Sciences and Social Sciences, ethics committee approval and other required documentation must be provided.

- Authors must correctly and comprehensively cite all sources used (including their own works) and avoid plagiarism. Incorrect or insufficient attribution constitutes plagiarism. In such cases, all responsibility lies with the authors and their advisors, and the journal bears no liability.

- It must be ensured that all authors included in the study have made scientific contributions, avoiding unethical practices such as guest, honorary, ghost, or AI authorship.

- Manuscripts must respect intellectual property, commercial rights, and privacy rights, ensuring no infringement on any individual or institution's rights. Contributors who provided support without direct scientific input should be acknowledged in the acknowledgment section.

- The reliability of data and results must be guaranteed, and manipulation of data is strictly prohibited. Upon request, raw data from the study must be shared with the journal's editorial board.

- Data used in manuscripts must belong to the authors, or the appropriate permissions must be obtained for the use, reproduction, or distribution of the data. Approval documents from relevant institutions must be appended to the manuscript.

- For articles derived from theses, research, or projects, details such as "Project Number," "Supporting Institution," and acknowledgment information must be explicitly stated.



- Authors must respond to feedback from reviewers and editors within the specified timeframe, implement revisions, or provide scientifically substantiated objections. Failure to adhere to the revision process will result in the manuscript being considered withdrawn.
- Manuscripts that have completed the peer review process and are accepted for publication cannot be withdrawn.
- During submission, authors must upload the Publishing Ethics and Ethics Committee Approval Declaration Form along with the Copyright Transfer and Conflict of Interest Declaration Form.
- For studies requiring ethics committee approval, these documents must be indicated and presented within the manuscript. If ethics committee approval is not required, an explanation must be provided.
- Authors must recognize that reviewers are carefully selected for their expertise in the relevant field to ensure qualified and thorough evaluations. As such, authors are expected to acknowledge the time required for the peer-review process and approach the evaluation period with understanding.

Ethical Responsibilities of Reviewers

- A double-blind peer review process is employed for manuscript evaluations, ensuring the anonymity of both authors and reviewers. In cases where positive and negative evaluations are balanced, the opinion of the editor or an additional reviewer is sought.
- Reviewers are selected based on their expertise and knowledge in the relevant field. Reviewers are required to accept or decline the invitation within the timeframe specified in the invitation email.
- Reviewers must maintain the confidentiality of the manuscripts they evaluate and must not use any information obtained during the review process for personal advantage.
- Reviewers are expected to meticulously assess the scientific content, contribution to the field, and ethical compliance of the manuscripts. If significant similarities or overlaps with previously published

works are identified, this must be reported promptly to the editorial board.

- Reviewers should accept invitations for manuscripts within their area of expertise and to which they can dedicate sufficient time.
- Reviewers must refrain from communicating with the authors or third parties regarding the manuscript content or review process. Violating this rule will result in the termination of the reviewer's role and the appointment of a new reviewer.
- Reviewers should conduct their evaluations honestly, objectively, impartially, and in accordance with confidentiality principles. Personal attributes of the authors, such as status, institution, religious or political beliefs, gender, or nationality, must not influence the reviewers' decisions.
- Reviewers must avoid evaluating manuscripts where they have competitive, collaborative, or conflicting relationships with the authors. Reviewers are expected to base their opinions and decisions on scientific grounds, clearly and justifiably articulating their rationale. The evaluation process must adhere to academic, ethical, and general moral standards, employing constructive and respectful language. Hostile, dismissive, derogatory, or offensive remarks must be avoided.

Ethical Responsibilities of the Editorial Board

- The editorial board is committed to the principles of transparency and accountability in scientific publishing, ensuring clear, comprehensible, and ethically compliant communication among reviewers, authors, academics, and readers.
- Except in cases of force majeure or valid excuses, editorial board members must ensure that evaluation processes are conducted in an orderly and seamless manner.
- In line with the policy requiring at least two reviewers, the personal information of authors and reviewers must be kept confidential, and evaluation processes must be conducted impartially.



- Editorial board members must act impartially and fairly in reviewer assignments and decision-making processes. Personal attributes such as the authors' positions, affiliations, religious or political beliefs, gender, or nationality should not influence decisions. In cases of conflict of interest, the concerned editor must abstain from the evaluation process.
- The final decision-making authority rests with the editorial board. Submitted manuscripts are rigorously evaluated based on criteria such as academic and scientific originality, contribution to the literature, relevance to the journal's scope, required permissions, and similarity index. Scientific and ethical standards must be adhered to with the utmost care during this process.
- Decisions must be made impartially, independent of the authors' race, gender, sexual orientation, religious beliefs, ethnic origin, citizenship, or political views. Decisions are solely based on the scientific accuracy, validity, contribution, and relevance of the manuscript to the journal's scope.
- Editorial board members must not disclose the content of submitted manuscripts to any individual or institution unless legally required. Without written permission from the authors, manuscript content cannot be used in the editors' own work.
- Authors' objections to reviewer or editorial reports must be considered. If objections are valid and reasonable, the necessary steps must be taken for the manuscript's reevaluation.
- During the initial review stage, manuscripts are assessed for compliance with writing rules, scope relevance, and plagiarism rates. Eligible manuscripts are subjected to scientific review and sent to at least two independent reviewers under a double-blind review system. If one reviewer provides a positive evaluation and the other a negative one, additional reviewer opinions are sought. Based on reviewer feedback, the editor may return the manuscript to the author, request minor or major revisions, or approve the manuscript for publication. In all cases, final decisions must be objective and adhere to scientific criteria.
- The editorial board is responsible for ensuring

that manuscripts to be published do not violate legal obligations such as defamation, copyright infringement, or plagiarism.

PUBLICATION POLICY

- The Denizli Provincial Directorate of National Education Science and Education Journal operates as a non-profit publication entity, adhering to its ethical responsibilities. The journal prioritizes the preservation of scientific and academic standards, along with the principles of impartiality and transparency throughout its publication processes.
- The journal is a peer-reviewed publication issued regularly twice a year, in January and July, in both print and electronic formats.
- Research and review articles in the fields of Natural Sciences, Mathematics, Educational Sciences, Social Sciences, and Fine Arts are accepted for publication. However, review articles must not exceed 25% of the total number of articles. The type of manuscript is determined by the editorial board based on the evaluation process, not the authors' suggestions. Technical notes, letters to the editor, case reports, and discussion papers are not considered for review.
- Only original, current, and high-quality articles that have not been published elsewhere and are expected to contribute to their field are accepted for preliminary evaluation. All articles are reviewed equitably and undergo the same editorial process.
- Papers presented at conferences or symposiums and published in full in conference proceedings are not accepted for submission. However, abstracts or presentations not fully published may be submitted, provided this is explicitly indicated.
- If manuscripts are found to violate ethical principles or the journal's publication policies, their evaluation process will be halted at any stage, and the manuscript will be returned to the corresponding author.
- Statements and opinions expressed in the articles published in the journal do not reflect the official views of the journal. Responsibility for the content rests entirely with the authors.



- Authors submitting to the journal are considered to agree that only one of their articles will be published in the same issue. Consequently, if multiple submissions are made by the same author, only one article will be selected for publication.

Price and Copyright Policy

- No fees are requested from authors at any stage, from manuscript submission to publication. Authors are not subject to any financial obligation during the evaluation, acceptance, or publication processes.
- No monetary or in-kind copyright fee is paid to the author(s) for published articles. All authors are deemed to have accepted this condition during the manuscript submission process.
- The copyrights of the submitted articles belong to the author(s). Authors are obliged to declare that their manuscripts comply with scientific and ethical standards and do not violate the rights of third parties.

Article Submission Guidelines:

- All submissions for the first issue must be made exclusively to the journal's managing editor via the email address editor20@meb.gov.tr. Submissions sent through other means will not be accepted. Articles submitted directly to editorial board members or via alternative communication methods will be returned, regardless of their evaluation status.
- Articles submitted to the Denizli Provincial Directorate of National Education Journal of Science and Education must be written in Turkish or English.
- Articles must adhere to the format outlined in the article template provided on the journal's official website. Submissions that do not comply with the template will not proceed to the evaluation phase.
- Authors are required to provide the following information completely: full name, academic title, institution, contact details, and ORCID ID. Submissions with incomplete information will not be considered for evaluation.
- Articles must comply with research and publication ethics guidelines. Submissions should include the following documents: Ethics Committee Approval, Research Permission Document, Copyright

Agreement, and Conflict of Interest Statement. These documents must be signed by all authors. Additionally, the corresponding author should attach their student certificate if applicable and submit all documents to editor20@meb.gov.tr.

- Institutions that provide support for the study (if any), project numbers, and acknowledgment information should be appropriately stated within the article if deemed necessary.
- Files submitted to editor20@meb.gov.tr must be complete and prepared according to the journal's specified naming conventions. Incorrect or incomplete file submissions may result in the rejection of the application.

Plagiarism Policy

- Manuscripts submitted to the journal are checked using iThenticate plagiarism detection software.
- To proceed to the evaluation stage, the similarity index of the manuscript must be below 20%. Manuscripts with a similarity index above 40% are directly rejected. For manuscripts with a similarity index between 20% and 40%, authors are requested to make the necessary corrections.

Correction and Retraction Policy

- Authors may withdraw their manuscripts at any stage before the preliminary evaluation process is completed. However, if the manuscript has entered the peer-review stage, withdrawal requests are subject to editor approval. The editor must respond to such requests within 15 days. If no response is provided within this period, the manuscript will be considered automatically withdrawn.
- Requests for corrections or retractions in published articles are evaluated in accordance with COPE (Committee on Publication Ethics) guidelines. These requests are processed based on the justified and documented submissions of authors or the editorial board.



- If minor errors that do not affect the validity of findings or conclusions are identified in a published article, these errors will be addressed with a correction note issued by the authors or the editorial board. The correction will be published in the subsequent issue, with a reference to the original version of the article.
- In cases of errors or ethical violations that significantly impact the validity of findings or conclusions, the article may be retracted by the authors or the editor. Following the retraction process, a retraction note will be published, citing the original article.
- Requests for corrections or withdrawals must be submitted with a document signed by all authors. Reasoned requests should be communicated through the official communication channels of the journal.
- Articles that have entered the peer review process cannot be withdrawn.
- If there are serious suspicions of research or publication ethics violations, and the authors' institution has not conducted sufficient investigations or the reliability of findings is in question, the editorial board may issue a "statement of concern" regarding the article in question.
- The editorial board makes decisions on correction and retraction requests impartially and objectively, based on the submitted justifications and documentation. Retraction processes involving ethical violations or errors are handled transparently.

Open Access and Copyright Policy

The Denizli Provincial Directorate of National Education Journal of Science and Education ensures immediate open access to its content, promoting the global dissemination of knowledge. All articles published in the journal are:

- Accessible under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. This license allows users to copy, distribute, and reuse the content for non-commercial purposes, provided proper attribution is given.
- Copyrighted by the authors. Authors agree to make their articles openly accessible to contribute to

the advancement of scientific knowledge. However, altering the content, using it for commercial purposes, or failing to provide proper attribution is prohibited.

- Available completely free of charge, with no copyright fees paid to authors.
- Published as open access content to support the advancement of science, enabling free use under the condition of proper attribution. Authors and copyright holders consent to the unrestricted accessibility of their peer-reviewed scientific studies via the internet. This includes reading, downloading, copying, distributing, printing, searching, linking to the full text, indexing, using the data in software, and utilizing the work for lawful purposes without financial, legal, or technical barriers.
- The journal aims to ensure that all published works are widely accessible online, enhance the availability of knowledge, and foster scientific interaction globally.



WRITING RULES

Manuscripts submitted to our journal must be prepared according to the following guidelines:

- Manuscripts must be prepared using the journal's article template in MS Office Word 2010 or a more recent version and on A4-sized paper. The article template can be accessed from the journal's website.
- The length of the manuscript should not exceed 30 pages in the journal format.
- Margins should be set to 2 cm on all sides (top, bottom, left, and right).
- The manuscript should be written in Times New Roman, 10-point font size, with single line spacing.
- No blank lines should be left between paragraphs; instead, 6 pt spacing should be added before and after paragraphs.
- Paragraphs should not be indented.
- Turkish and English titles should be written in 11-point font size, while the abstract and keywords should be in 9-point font size.
- Main headings should be written in uppercase and bold, while subheadings should have only the first letter capitalized and be bold.
- Headings should be numbered as follows:
Main headings: 1., 2., 3.
Subheadings: 1.1., 1.1.1.
- All tables and figures must be placed appropriately within the text.
- Table and figure captions should be written in 10-point bold font, with only the first letters of words capitalized, and placed above the tables/figures.
- Explanations for tables and figures should be written in italic 8-point font and placed below the tables/figures.
- Only horizontal lines should be used in tables; vertical lines are not allowed.
- In-text citations should comply with the American Psychological Association (APA) 7th Edition style.
- Citations must include the author's surname(s), publication year, and page number
- For Turkish manuscripts, use "ve"; for English

manuscripts, use "&." For works with three or more authors, use "vd." for Turkish and "et al." for English.

- Turkish manuscripts should include both Turkish and English references in their original format. For English manuscripts, Turkish references should be translated into English and added to the reference list.
- Decimal separators: Use a comma (",") for Turkish manuscripts and a period (".") for English manuscripts.
- Quotations exceeding 40 words should be formatted as a separate paragraph.
- Appendices should be numbered as Appendix 1, Appendix 2, etc., and included after the references section.
- Full compliance with the specified guidelines is mandatory for the evaluation process.



DENİZLİ
İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ



DENİZLİ
İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ
Bilim ve Eğitim
Dergisi

Denizli
Provincial Directorate of National Education
Journal of Science and Education



TÜRKİYE
YÜZYILI



DENİZLİ
İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ



Denizli
İL Millî Eğitim Müdürlüğü

Bilim ve Eğitim Dergisi



Denizli
Provincial Directorate of National Education

Journal of Science and Education

