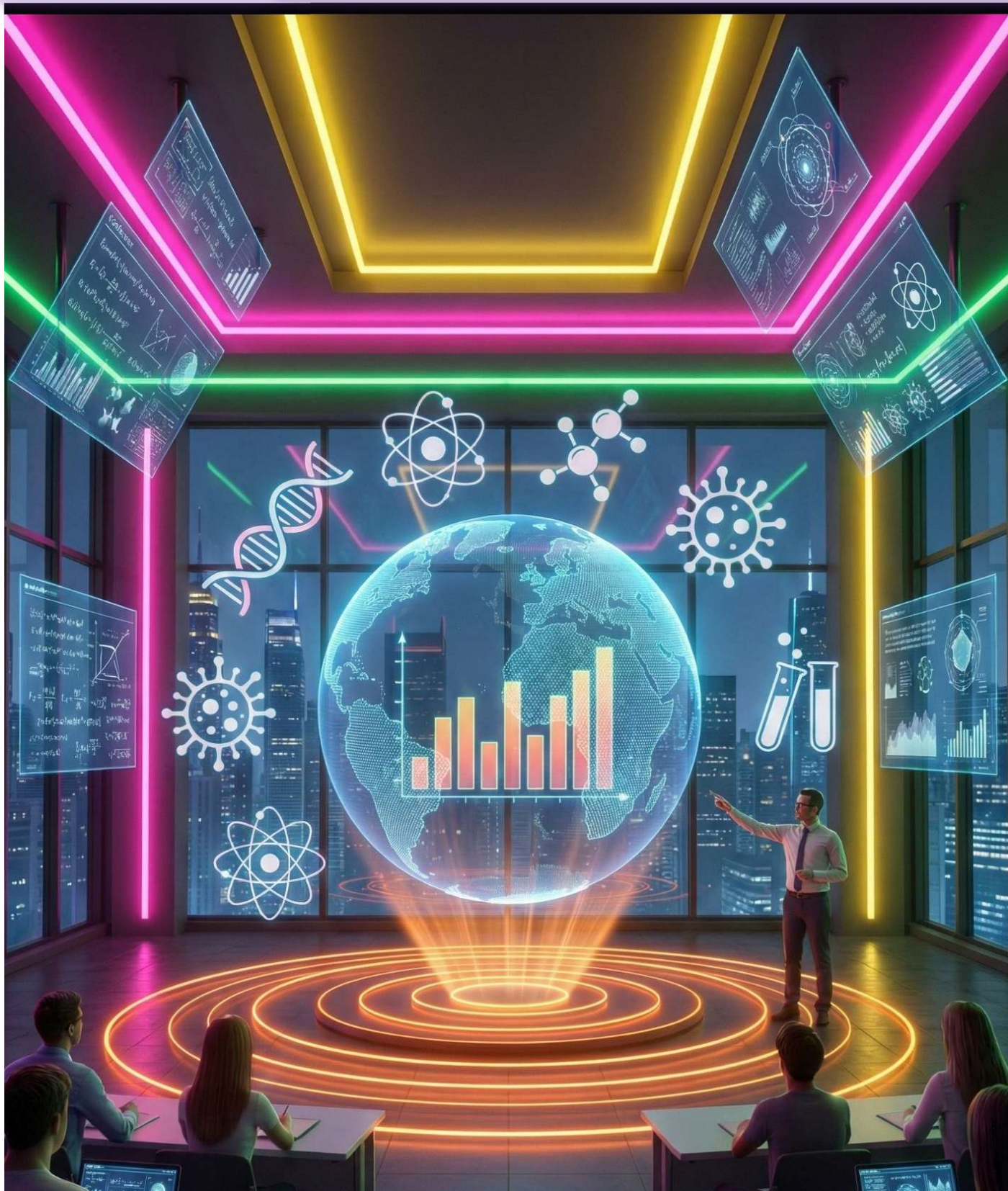




COMMITTEES AND GENERAL INFORMATION

CONFERENCE CHAIR

Prof. Dr. Aslıhan SEZGİN
Amasya University, Türkiye

ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

- Prof. Dr. Cem ÇELEBİ (Academic Representative)
İzmir Institute of Technology, Türkiye
- Prof. Dr. Faruk KARAASLAN
Çankırı Karatekin University, Türkiye
- Prof. Dr. Orhan KARAMUSTAFAOĞLU
Amasya University, Türkiye
- Prof. Dr. Ertuğrul KILIÇ
İstanbul Medeniyet University, Türkiye
- Hasan ONGAN
Hason Publishing, Türkiye
- Doç. Dr. Salih POLAT
İzmir Democracy University Buca Seyfi Demirsoy Training And Research Hospital, Türkiye

SCIENTIFIC COMMITTEE

- Dr. Muzaffer ADAK, Pamukkale University, TUR
- Dr. Valarie AKERSON, Indiana University, IND
- Dr. Tulli ARIYARATNE, University of Cincinnati, USA
- Dr. Alipaşa AYAS, Bilkent University, TUR
- Dr. Sezgin AYDIN, Gazi University, TUR
- Dr. Sezgin BAKIRDERE, Yıldız Technical University, TUR
- Dr. Eylem BAYIR, Trakya University, TUR
- Dr. Alexandre BERMOUS, Southern Federal University, RUS
- Dr. Aykut Emre BOZDOĞAN, Gaziosmanpaşa University, TUR
- Dr. M. Şahin BÜLBÜL, Kafkas University, TUR
- Dr. Songül BÜYÜKKALE, Haliç University, TUR
- Dr. Mehmet ÇAKMAK, Gazi University, TUR
- Dr. Rıdvan ELMAS, Afyon Kocatepe University, TUR
- Dr. Rıza ERDEM, Akdeniz University, TUR
- Dr. Ali ERDEN, International Final University, TRNC
- Dr. Fatih ERSAN, Adnan Menderes University, TUR
- Dr. Durmuş Alper GÖRÜR, University of Health Sciences, TUR
- Dr. Günnur GÜLER, İzmir Institute of Technology, TUR
- Dr. Shadia Jamil IKHMAYIES, The University of Jordan, JOR
- Dr. Önder İDİL, Amasya University, TUR
- Dr. Cansel KADIOĞLU-AKBULUT, Gaziosmanpaşa University, TUR
- Dr. Baki KARABÖCE, Turkish National Metrology Institute, TUR

- Dr. Sevilay KARAMUSTAFAOĞLU, Amasya University, TUR
- Dr. Tamer KEÇELİ, Çankırı Karatekin University, TUR
- Dr. Özgül KELEŞ, Aksaray University, TUR
- Dr. Bircan KOLBAŞI, İstanbul Medipol University, TUR
- Dr. Nevin KOZCU ÇAKIR, Muğla Sıtkı Koçman University, TUR
- Dr. Mustafa Serdar KÖKSAL, Hacettepe University, TUR
- Dr. Milan KUBIATKO, Silesian University, CZE
- Dr. Haydar LİVATYALI, Yıldız Technical University, TUR
- Dr. Fatih Çağlayan MERCAN, Boğaziçi University, TUR
- Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER, Muğla Sıtkı Koçman University, TUR
- Dr. Jacinta A. OPARA, Dominican University, NGA
- Dr. Metin ORBAY, Hacı Bayram Veli University, TUR
- Dr. İsmail OVALI, Pamukkale University, TUR
- Dr. Ali ÖVGÜN, Eastern Mediterranean University, TUR
- Dr. Süleyman ÖZÇELİK, Gazi University, TUR
- Dr. Haluk ÖZMEN, Trabzon University, TUR
- Dr. Tuncay ÖZSEVGİ, Trabzon University, TUR
- Dr. Harun Kemal ÖZTÜRK, Pamukkale University, TUR
- Dr. Sudhir Madhav PATIL, COEP Technological University, IND
- Dr. Antonio Jesús PÉREZ SIERRA, University of Sonora, MEX
- Dr. Faruk POLAT, Çankırı Karatekin University, TUR
- Dr. Onur PUSULUK, Kadir Has University, TUR
- Dr. Muhammed RİAZ, University of the Punjab, PAK
- Dr. Pradyumn Kumar SAHOO, Birla Institute of Technology & Science, Planı, IND
- Dr. Hanan SALEH, Al Hussein bin Talal University, JOR
- Dr. İlkey SALİHOĞLU, University of Kyrenia, TRNC
- Dr. Uğur SARI, Kırıkkale University, TUR
- Dr. Aslıhan SEZGİN, Amasya University, TUR
- Dr. Elvan ŞAHİN, Middle East Technical University, TUR
- Dr. Ahmet İlhan ŞEN, Hacettepe University, TUR
- Dr. Aslı ŞENSOY, Gaziosmanpaşa University, TUR
- Dr. Yasemin TABAK, TUBITAK UME, Quantum Metrology Laboratory, TUR
- Dr. Hakan TÜRKMEN, Ege University, TUR
- Dr. Rahmi YAĞBASAN, Başkent University, TUR
- Dr. Mehmet YAĞMURCUKARDEŞ, İzmir Institute of Technology, TUR
- Dr. Süleyman YAMAN, Ondokuz Mayıs University, TUR
- Dr. Ömer YAVAŞ, Ankara University, TUR
- Dr. Ülkü Nihan YAZGAN TAVŞANOĞLU, Çankırı Karatekin University, TUR
- Dr. Özgül YILMAZ TÜZÜN, Middle East Technical University, TUR
- Dr. Mustafa YILMAZLAR, Sakarya University, TUR
- Dr. Hatice Hilal YÜCEL, Gazi University, TUR

CONFERENCE COORDINATORS

- Dr. Hüseyin Miraç PEKTAŞ, Kırıkkale University, TUR
 - Dr. Burcu TORUN, MoNE, TUR
 - Dr. Gökhan SONTAY, MoNE, TUR
 - Dr. Hüseyin YOLCU, MoNE, TUR

Date / Place

13-14 December 2025 / Online

Total Accepted Abstract Proceedings: 52

The number of submitted abstract proceedings: 72

The number of rejected abstract proceedings: 20

All rights of this book belong to HASON Publishing
Authors are responsible both ethically and juristically
Hason Publications – 2025
Issued: 31.12.2025

ISBN: 978-625-97677-3-4

Dear Participants,

It is our pleasure to welcome you to the **Optimum Science Conference (OPSCON)**. As a peer-reviewed, open-access academic conference focusing on science, technology, engineering, medicine, and their education, OPSCON values academic works based on originality, significance, timeliness, accessibility, and interdisciplinary interest. With this perspective, OPSCON aims to contribute to the advancement of scientific knowledge through sustainability and innovative approaches.

By laying the foundation for science, sustainability, and innovation, OPSCON offers new and effective solutions for the preservation of natural resources and the enhancement of societal well-being. Guided by science, innovative approaches focus on creating lasting and environmentally friendly technologies and practices for the future. In the 21st century, amidst rapid changes and transformations in science and technology, researchers have developed the concept of "Innovative Approach," which aims to generate new ideas related to a scientific field, service, product, or process.

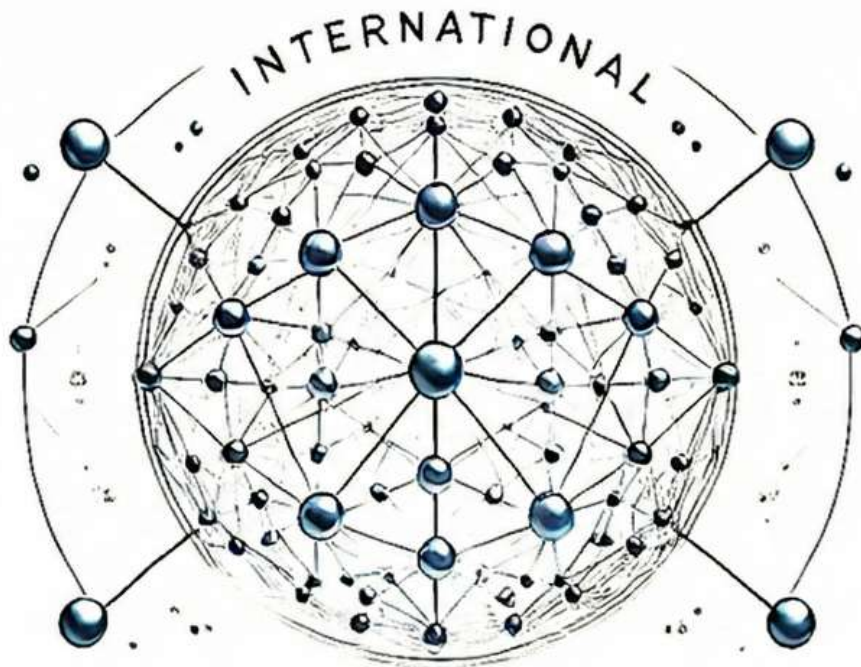
The interplay between sustainability and innovative approaches, fueled by the dynamic nature of science, creates a synergy that is becoming increasingly critical today. These two concepts, by complementing each other, provide long-term environmental and economic benefits. Addressing issues such as resource efficiency, long-term competitive advantage, circular economy, social and environmental impact, and risk management has become essential from an interdisciplinary scientific perspective.

OPSCON embraces the academic responsibility of supporting practical applications and academic studies that enhance our understanding of the natural world and contribute to advancements in science, technology, engineering, medicine, and education. Accordingly, abstracts focusing on the education of physics, chemistry, biology, mathematics, environmental science, applied sciences, engineering, health sciences, ecology, biotechnology, microbiology, metallurgy, materials science, and natural sciences fall within the scope of the conference.

We are delighted to see you at our conference, enriching the goals of OPSCON and making meaningful contributions to the body of scientific knowledge with your participation.

Sincerely,

The Organizing Committee of the Optimum Science Conference



2ND INTERNATIONAL OPTIMUM
SCIENCE
CONFERENCE
(OPSCON 2025)

CONTENTS

Conference Program	1 – 7
National Trends in Thought Experiment Research in Science Education: A Literature Analysis	8 – 19
The Effect of the REACT Strategy on 6th Grade Students' Attitudes Towards Science	20 – 28
Secondary School Students' Perceptions and Awareness of Agriculture	29 – 35
The Use of Artificial Intelligence in Quantitative Research	36 – 40
The Use of Reflective Diaries in Science Teaching	41 – 49
Soft Symmetric Difference Complement-Symmetric Difference Product of Groups	50 – 63
Essential and 0-Essential Soft Intersection Subsemigroups of Semigroups with More on Essential Subsemigroups	64 – 79
Soft Symmetric Difference Complement-Product: A New Product for Soft Sets	80 – 94
Soft Symmetric Difference Complement-Star Product of Groups	95 – 109
An Educational Game Design for Teaching the Topic of “The Electrical Conductivity of Materials”	110 – 117
A New Product for Soft Sets: Soft Symmetric Difference-Product	118 – 132
Evaluation of Guidance and Psychological Counseling Services in Secondary Schools from the Perspectives of School Principals	133 – 145
Challenges Encountered in the Analytical Chemistry Laboratory and Proposed Solutions: Prospective Chemistry Teachers' Opinions	146 – 151
The Effects of Educational Games and Program-Based Instruction on Student's Achievement and Attitudes in the Circulatory System Topic	152 – 158
Rethinking Göbekli Tepe: A Neolithic Mega-Trap System for Cooperative Hunting?	159 – 164
Content Analysis of Metaphor Studies in Mathematics Education	165 – 172
Sensitivity and Reliability Analysis Through the Comparison of Single Ranging and Dual Ranging in Modern Space	173 – 177
Document Analysis of the 5th Grade Science Textbook in the Context of Formative Assessment Components	178 – 185
Comparison of the Achievement of Middle School Students Educated with the 2018 and 2024 Curricula in the Topics of the Sun, Earth and Moon	186 – 194
Contributions of Âşık İhsan Ozanoğlu to the Musical Culture of Kastamonu	195 – 199
How Can Science Education and Music Be Linked? : The Perspective of STEAM Education	200 – 208
Comparison of Monte Carlo and GUM Uncertainty Approaches in Defibrillator Energy Measurement	209 – 221
Analysis of 2025 LGS Science Questions in the Context of the SOLO Taxonomy	222 – 233
Examination of the Activities in the Fifth-Grade Science Textbook in Terms of the “Clarity” Standard	234 – 243
Operational Enhancements in the New Project Schools Regulation: A Comparative Document Analysis of Previous Policies	244 – 250
Proficiency Testing Evaluation for Patient Simulators: A Comparative Laboratory Study	251 – 259
An Investigation of a Science Teacher's Behaviors in Supporting Critical Thinking	260 – 270
Digital Space Topological Stability and Mathematical Analysis of Structural Deformations	271 – 277
The Game-Based Learning Model: What's the Deal? Turkey	278 – 283
An Analysis of Entrepreneurship Skills of Students with Learning Disabilities Through Drawings	284 – 290
Determining the Misconceptions of 6th Grade Secondary School Students Regarding Sustainable Development Goals	291 – 300
Participants	301 – 302
Images from the Conference	303 – 317



Optimum
Science
Conference

CONFERENCE PROGRAM



GOOGLE MEET

<https://meet.google.com/nqj-upty-skh>

PIN: 163 924 996#

PARTICIPATING COUNTRIES

- INDIA
- SERBIA
- THAILAND
- TÜRKİYE
- UNITED STATES
OF AMERICA
(USA)



13 ARALIK CUMARTESİ [OPS CONFERENCE 2025]	Açılış 09.15
---	-----------------------

Açılış Konuşması ve Tanışma

09.15 – 09.35	Konferans Başkanı Prof. Dr. Aslıhan SEZGİN
----------------------	---

09.35 – 10.10	Çağrılı Konuşmacı
----------------------	--------------------------

Prof. Dr. Harish Garg

Preventive Scheduling Actions for Industrial Systems

10.10 – 11.15 Oturum Başkanı Başkan Yardımcısı	PANEL – 1 Doç. Dr. Büşra BAKİOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Zeynep ŞEN
---	---

Çağdaş İskender Demirok | 10.10 – 10.23

Arzu Cansaran

The Use of Artificial Intelligence in Quantitative Research

“Nicel Araştırmalarda Yapay Zekâ Kullanımı”

Hüseyin Miraç Pektaş | 10.23 – 10.36

Integration of Artificial Intelligence into the Curriculum: Development of an AI-Supported Instructional Material

“YZ’nin Öğretim programına Entegrasyonu: YZ Destekli Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi”

Gökhan Sontay | 10.36 – 10.49

A Virtual Reality Practice for Teaching Purposes: The Phases of the Moon

“Öğretim Amaçlı Bir Sanal Gerçeklik Uygulaması: Ay’ın Evreleri”

Hüseyin Yolcu | 10.49 – 11.02

The Effect of Augmented Reality Applications on Students' Motivation and Anxiety Levels

“Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Öğrencilerin Motivasyon ve Kaygı Düzeyleri Üzerine Etkisi”

Baki Karaböce | 11.02 – 11.15

Hüseyin Okan Durmuş, Gökhan Güler, Elif Başaran, Feyzanur Ak, Oğuzhan Kızılbey

Proficiency Testing Evaluation for Patient Simulators: A Comparative Laboratory Study

“Hasta Simülatörleri İçin Yeterlilik Testi Değerlendirmesi: Laboratuvarlar Arası Karşılaştırmalı Bir Çalışma”

11.15 – 11.20	Panel Arası
----------------------	--------------------

11.20 – 12.30 Oturum Başkanı Başkan Yardımcısı	PANEL – 2 Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ Doç. Dr. Ümmü Gülsüm DURUKAN
---	--

Kadir Ulaş Tekmanlı | 11.20 – 11.33

Seda Okumuş

The Effect of the REACT Strategy on 6th Grade Students' Attitudes towards Science

“REACT Stratejisinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Fene Yönelik Tutumlarına Etkisi”

Cansu Söylemez | 11.33 – 11.46

Sevilay Karamustafaoğlu

The Use of Reflective Diaries in Science Teaching

“Fen Öğretiminde Yansıtıcı Günlüklerin Kullanımı”

Büşra Sümeyye Hanözü | 11.46 – 11.59

Salih Değirmenci

An Educational Game Design for Teaching the Topic of “The Electrical Conductivity of Materials

“Maddelerin Elektrik İletme Durumları” Konusunun Öğretimine Yönelik Bir Eğitsel Oyun Tasarımı”

Arzu Varol | 12.12 – 12.25

The Game-Based Learning Model: What's the Deal? Türkiye

“Oyun Tabanlı Öğrenme Modeli: Nesi Var? Türkiye”

12.30 – 13.30	Öğle Yemeği
----------------------	--------------------

13.30 – 14.35 Oturum Başkanı Başkan Yardımcısı Emre Erden 13.30 – 13.43 Murat Kurt <i>Analysis of 5th Grade Out-of-School Learning Activities Designed for TCEM Science Education Outcomes Program Learning Outcomes</i> “TYMM Fen Bilimleri Öğretim Programı Öğrenme Çıktılarına Yönelik Tasarlanan 5. Sınıf Okul Dışı Öğrenme Etkinlikleri Analizi” Burcu Torun Karakuş 13.43 – 13.56 <i>Document Analysis of the 5th Grade Science Textbook in the Context of Formative Assessment Components</i> “Biçimlendirici Değerlendirme Bileşenleri Bağlamında 5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı Üzerine Bir Doküman Analizi” Saliha Oruç 13.56 – 14.09 Büşra Bakioğlu <i>Examination of the Activities in the Fifth-Grade Science Textbook in Terms of the “Clarity” Standard</i> “5.Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı Etkinliklerinin “Açıklık” Standardı Bakımından İncelenmesi” Hale Çakır 14.09 – 14.22 Ali Rıza Akdeniz <i>Comparison of the Achievement of Middle School Students Educated with the 2018 and 2024 Curricula in the Topics of the Sun, Earth, and Moon</i> “2018 ve 2024 Öğretim Programlarıyla Öğrenim Görmüş Ortaokul Öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay Konularındaki Başarılarının Karşılaştırılması” Begüm Şahin 14.22 – 14.35 Betül Özdemir <i>Analysis of 2025 LGS Science Questions in the Context of the SOLO Taxonomy</i> “SOLO Taksonomisi Bağlamında 2025 LGS Fen Bilimleri Sorularının Analizi”	PANEL – 3 Doç. Dr. Gamze YAYLA ESKİCİ Dr. Öğr. Üyesi Tolga SAKA
14.35 – 14.40	Panel Arası
14.40 – 15.45 Oturum Başkanı Başkan Yardımcısı Ulhan Kurt 14.40 – 14.53 Seda Okumuş <i>An Examination of Pre-service Science Teachers’ Teaching Tendencies in Terms of Demographic Variables</i> “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Eğilimlerinin Demografik Değişkenler Açısından İncelenmesi” Zeynep Özkan 14.53 – 15.06 Aşlı Yekbaş, Ayşe Kaya, Elif Özbek, Yağmur Abazlıoğlu, Ahmet Can Temiz, Rumeysa Can Toraman, Gamze Yayla ESKİCİ <i>The Role of Student Communities in Enhancing Social Learning Environments: The Case of Pre-Service Science Teachers</i> “Sosyal Öğrenme Ortamları Olarak Öğrenci Topluluklarının Rolü: Fen Bilgisi Öğretmen Adayları Örneği” Bahar Candaş 15.06 – 15.19 Haluk Özmen <i>An Investigation of a Science Teacher's Behaviors in Supporting Critical Thinking</i> “Bir Fen Bilimleri Öğretmenin Eleştirel Düşünmeyi Destekleme Davranışının İncelenmesi” Tolga Saka 15.19 – 15.32 <i>Determining the Self-Efficacy of Physics Teachers Regarding Out-of-School Instruction</i> “Fizik Öğretmenlerinin Okul dışı Öğretime Yönelik Öz Yeterliliklerinin Belirlenmesi” Sude Karsak 15.32 – 15.45 Ayşe Zeynep Şen <i>Challenges in Analytical Chemistry Laboratory and Solution Suggestions:</i> “Analitik Kimya Laboratuvarında Karşılaşılan Güçlükler ve Çözüm Önerileri: Öğretmen Adayı Görüşleri”	PANEL – 4 Prof. Dr. Murat DEMİRBAŞ Doç. Dr. Salih DEĞİRMENCİ
15.45 – 15.50	Panel Arası
15.50 – 17.08 Oturum Başkanı Başkan Yardımcısı	PANEL – 5 Prof. Dr. Haluk ÖZMEN Doç. Dr. Seda OKUMUŞ

Murat Demirbaş | 15.50 – 16.03

Sena Demirkaya, Nazmiye Başer

Determining the Misconceptions of 6th Grade Secondary School Students Regarding Sustainable Development Goals

“Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Sürdürülebilir Kalkınma Amacına Yönelik Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi”

Gamze Yayla Eskici | 16.03 – 16.16

Büşra Güleç

Examination of Theses Conducted in the Field of Science Education for Students with Learning Disabilities: A Meta-Synthesis Study

“Öğrenme Güçlüğü Yaşayan Öğrenciler İçin Fen Eğitimi Alanında Yapılan Tezlerin İncelenmesi: Meta Sentez Çalışması”

Fatma Kübra Uyar | 16.16 – 16.29

Sevilay Karamustafaoğlu

National Trends in Thought Experiment Research in Science Education: A Literature Analysis

“Fen Eğitiminde Düşünce Deneyleri Araştırmalarında Ulusal Eğilimler: Bir Literatür Analizi”

Cansu Söylemez | 16.29 – 16.42

Sevilay Karamustafaoğlu

Bibliometric Analysis of Postgraduate Theses on Game Design

“Oyun Tasarımı Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi”

Ümmü Gülsüm Durukan | 16.42 – 16.55

Neslihan Keskin

Examination of Forest Books Prepared by Future Science Teachers

“Geleceğin Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Hazırladıkları Orman Kitaplarının Analizi”

M. Said Doğru | 16.55 – 17.08

Muhammet Fatih Doğan, Yunus Ünal

Comparing Classical and Multimodal Literacy Practices in Middle School Science Classes from the Student Perspective: A Mixed-Design Study

“Ortaokul Fen Derslerinde Klasik ve Çok Modlu Okuryazarlık Uygulamalarının Öğrenci Bakış Açısıyla Karşılaştırılması: Karma Tasarım Bir Çalışma”

14 ARALIK PAZAR		Açılış 10.00	
[OPS CONFERENCE 2025]			
10.00 – 10.30		Çağrılı Konuşmacı	
Prof. Dr. Sezgin Bakırdere <i>Analitik Bakış Açısı İle Problem Çözme Stratejileri</i>			
10.30 – 11.35		PANEL – 6	
Oturum Başkanı		Prof. Dr. Şerif BARIŞ	
Başkan Yardımcısı		Dr. Öğr. Üyesi Uluhan KURT	
Ahmet Bolat 10.30 – 10.43 <i>Self-Reflection Skills in the Context of Higher-Order Thinking Skills</i> <i>“Üst Düzey Düşünme Becerileri Bağlamında Öz Yansıtma Becerileri”</i>			
Arzu Kirman Bilgin 10.43 – 10.56 Tufan İnaltekin, Devrim Erginsoy Osmanoğlu, Şenay Özen Altınkaynak <i>An Analysis of Entrepreneurship Skills of Students with Learning Disabilities Through Drawings</i> <i>“Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Girişimcilik Becerilerinin Çizimler Yoluyla Analizi”</i>			
M. Said Doğru 10.56 – 11.09 Muhammet Fatih Doğan, Yunus Ünal <i>Examining Middle School Students' Interest and Awareness of STEM Careers</i> <i>“Ortaokul Öğrencilerinin STEM Kariyerlerine İlgi ve Farkındalıklarının İncelenmesi”</i>			
Filiz Gülhan 11.09 – 11.22 <i>How Can Science Education and Music Be Linked? : The Perspective of STEAM Education</i> <i>“Fen Eğitimi ve Müzik Birbirine Nasıl Bağlanabilir? : STEAM Eğitimi Perspektifi”</i>			
Merve Polat 11.22 – 11.35 Gülse Erarslan <i>Evaluation of Views on 21st Century Skills</i> <i>“21. Yüzyıl Becerilerine Yönelik Görüşlerin Değerlendirilmesi”</i>			
11.35 – 11.40		Panel Arası	
11.40 – 12.45		PANEL – 7	
Oturum Başkanı		Prof. Dr. Keziban ORBAY	
Başkan Yardımcısı		Dr. Öğr. Üyesi Merve POLAT	
Thiagarajan Manikantan 11.40 – 11.53 İbrahim Durak, Aslıhan Sezgin <i>Soft Symmetric Difference Complement-Symmetric Difference Product of Groups</i> <i>“Grupların Esnek Simetrik Fark Tümlen-Simetrik Fark Çarpımı”</i>			
Md Ibrahim Kholil 11.53 – 12.06 Nazlı Helin Çam, Aslıhan Sezgin, Kubilay Dagtoros <i>Soft Symmetric Difference Complement-Product: A New Product for Soft Sets</i> <i>“Esnek Simetrik Fark Tümlen-Çarpımı: Esnek Kümeler için Yeni Bir Çarpım”</i>			
Thiti Gaketem 12.06 – 12.19 Aleyna İlgin, Aslıhan Sezgin <i>Essential and 0-Essential Soft Intersection Subsemigroups of Semigroups with More on Essential Subsemigroups</i> <i>“Esas Alt Yarıgruplar ile Yarıgrupların Esas ve 0-Esas Esnek Kesişimsel Alt Yarıgrupları”</i>			
Nenad Stojanović 12.19 – 12.32 Zeynep Ay, Aslıhan Sezgin <i>Symmetric Difference Complement-Star Product of Groups</i> <i>“Grupların Esnek Simetrik Fark Tümlen-Yıldız Çarpımı”</i>			
Sujan Pant 12.32 – 12.45 Eylül Şenyiğit, Aslıhan Sezgin <i>A New Product for Soft Sets: Soft Symmetric Difference-Product</i> <i>“Esnek Kümeler için Yeni Bir Çarpım: Esnek Simetrik Fark-Çarpımı”</i>			
12.45 – 13.30		Öğle Yemeği	

13.30 – 14.35 Oturum Başkanı Başkan Yardımcısı Zeynep Kanberoğlu 13.30 – 14.33 Nurcan Bilgili Güngör <i>A Study on Measures of Noncompactness of Operators in Banach Lattices</i> “Banach Örgülerinde Operatörlerin Kompakt Olmama Ölçüleri Üzerine Bir İnceleme” Keziban Orbay 13.43 – 13.56 <i>Geometric Relations of Curve Pairs Under Rolling Motion</i> Gamze Kukuş 13.56 – 14.09 Nurcan Bilgili Güngör <i>Digital Space Topological Stability and Mathematical Analysis of Structural Deformations</i> “Dijital Uzayda Topolojik Kararlılık ve Yapısal Deformasyonların Matematiksel Analizi” Latif Barış Akman 14.09 – 14.22 Mustafa Kemal Öztürk, Süleyman Özçelik <i>Investigation of the Surface Quality and Optical Properties of Germanium Wafer</i> Hüseyin Okan Durmuş 14.22 – 14.35 Gökhan Güler, Feyzanur Ak, Elif Başaran, Oğuzhan Kızılbey, Baki Karaböce <i>Comparison of Monte Carlo and GUM Uncertainty Approaches in Defibrillator Energy Measurement</i> “Defibrilatör Enerji Ölçümünde Monte Carlo ve GUM Belirsizlik Yaklaşımlarının Karşılaştırılması”	PANEL – 8 Doç. Dr. Filiz GÜLHAN Dr. Öğr. Üyesi M. Said DOĞRU
14.35 – 14.40	Panel Arası
14.40 – 15.45 Oturum Başkanı Başkan Yardımcısı Keziban Orbay 14.40 – 14.53 Pınar Gözaydın <i>Content Analysis of Metaphor Studies in Mathematics Education</i> “Matematik Eğitiminde Metafor Çalışmalarına Yönelik İçerik Analizi” Nida Emül 14.53 – 15.06 <i>Examining The Mathematical Content Knowledge of Middle School Mathematics Teacher Candidates: Algorithm</i> “Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Alan Bilgilerinin İncelenmesi: Algoritma” Melda Patan Alper 15.06 – 15.19 Arda B. Tank, Buket Çobanoğlu, Ege Eraydın, Endri Maloku, F. Dilay Çetin, Kerem Günay, Masume Tetik, Nazlım Kumova, Ömer Çolak, S. Berra Mete, Tibet Şirvancı <i>Proficiency Test for Calibration of Digital Thermometer in the Range of –40 °C to 420 °C, En and Zeta Score Assessment</i> “–40 °C ile 420 °C Aralığında Göstergeli Sıcaklık Ölçerlerin Kalibrasyonuna Yönelik Yeterlilik Testi En ve Zeta Skoru Değerlendirmesi” Mehmet Dağ 15.19 – 15.32 Asım Çoban <i>Evaluation of Guidance and Psychological Counseling Services in Secondary Schools from the Perspectives of School Principals</i> “Ortaöğretimde Görevli Okul Müdürlerinin Okullarındaki Rehberlik ve Psikolojik Danışma Hizmetlerinin Değerlendirilmesi” Yasin Çalışır 15.32 – 15.45 Berna Gücüm, Volkan Göksu <i>Secondary School Students' Perceptions and Awareness of Agriculture</i> “Ortaokul Öğrencilerinin Tarım Algısı ve Farkındalıkları”	PANEL – 9 Prof. Dr. Mustafa Şahin BÜLBÜL Doç. Dr. Nurcan BİLGİLİ GÜNGÖR
15.45 – 15.50	Panel Arası

15.50 – 17.08

Oturum Başkanı

Başkan Yardımcısı

Şerif Barış | 15.50 – 16.03

Türkiye's Earthquake Potential and Current Seismic Risk of Seismic Gap Regions
"Türkiye'nin Deprem Potansiyeli ve Sismik Boşluk Bölgelerinin Deprem Riski"

Ziya Elri | 16.03 – 16.16

Tarık Asar

Comparison of Single Ranging and Dual Ranging Methods in Modern Space Communications with Accuracy and Reliability Analysis
"Modern Uzay İletişiminde Tekli Menzil Ölçümü (Single Ranging) ve Çiftli Menzil Ölçümü (Dual Ranging) Karşılaştırılması ile Hassasiyet ve Güvenirlik Analizi"

Özlem Bayal | 16.16 – 16.29

Structural Analysis of Graded and Standart $Al_xGa_{1-x}N$ HEMT Devices by Williamson-Hall Method

Mustafa Şahin Bülbül | 16.29 – 16.42

Rethinking Göbekli Tepe: A Neolithic Mega-Trap System for Cooperative Hunting?
"Göbekli Tepe'yi Yeniden Düşünmek: İşbirlikçi Avcılık için Neolitik Bir Mega-Tuzak Sistemi mi?"

Fatih Karakuş | 16.42 – 16.55

Burcu Torun Karakuş

Operational Enhancements in the New Project Schools Regulation: A Comparative Document Analysis of Previous Policies
"Yeni Proje Okulları Yönetmeliğinin Nitelik Artırmaya Yönelik İşleyişi: Önceki Uygulamalarla Karşılaştırmalı Bir Doküman Analizi"

Mihrican Uçan | 16.55 – 17.08

Contributions of Âşık İhsan Ozanoğlu to the Musical Culture of Kastamonu
"Âşık İhsan Ozanoğlu'nun Kastamonu Müzik Kültürüne Katkıları"

*Tam metin kitapçığında yer alan bildiriler, çift kör hakemlik ve benzerlik tarama süreçlerinden geçmiş olup, tam metin bildiriler ile ilgili her türlü yasal sorumluluk yazara ya da yazarlara aittir.

*The full papers included in the full text book have undergone double-blind peer review and plagiarism screening processes. All legal responsibility related to the full-text papers rests solely with the author(s).

National Trends in Thought Experiment Research in Science Education: A Literature Analysis

Fatma Kübra Uyar¹ , Sevilay Karamustafaoğlu² 

¹ Institute of Science, Amasya University, Amasya, Türkiye, kubra17.u@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, sevilayt2000@yahoo.com

ABSTRACT

Thought experiments have begun to establish themselves as a developing method in science education at the national level. To establish a framework for studies on thought experiments at the national level and to outline a roadmap for future studies, national studies on thought experiments in science education from the past to the present were examined. The document analysis method was used in the study. A comprehensive search was conducted using the national thesis database and the national database with eight keywords. Ten thesis studies and fifteen article studies on thought experiments were identified according to the criteria set. According to the research findings, most of the these were in Turkish, while the articles were equally in Turkish and English; the subject area distribution was mostly in the fields of science and physics; most of the studies were conducted using qualitative methods; most of the study groups targeted teachers; thought experiments tasks were preferred as the data collection tool; and most of the studies targeted conceptual understanding and thinking processes. At the end of the study, the importance of thought experiments in science education was emphasized and the necessary recommendations were presented.

Keywords: Thought experiments, Document analysis, Science education, Article, Thesis

Fen Eğitiminde Düşünce Deneyleri Araştırmalarında Ulusal Eğilimler: Bir Literatür Analizi

Fatma Kübra Uyar¹ , Sevilay Karamustafaoğlu² 

¹ Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, kubra17.u@gmail.com

² Eğitim Fakültesi, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, sevilayt2000@yahoo.com

ÖZET

Fen eğitiminde düşünce deneyleri ulusal alanda gelişmekte olan bir yöntem olarak yerini almaya başlamıştır. Ulusal alanda düşünce deneylerine yönelik çalışmalara bir çerçeve oluşturmak ve yeni yapılacak çalışmalara bir yol haritası ortaya koymak amacıyla geçmişten günümüze düşünce deneylerine yönelik fen eğitiminde yapılan ulusal çalışmalar incelenmiştir. Çalışmada doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Ulusal tez veri tabanı ile ulusal veri tabanı sekiz anahtar kelime kullanılarak kapsamlı bir tarama gerçekleştirilmiştir. Belirlenen ölçütler doğrultusunda düşünce deneylerine yönelik on tez çalışması ve on beş makale çalışması belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre; tezlerin çoğu Türkçe, makaleler ise eşit olarak Türkçe ve İngilizce; konu alanı dağılımı çoğunlukla fen bilimleri ve fizik alanlarında; çalışmaların çoğu nitel yöntemler kullanılarak yürütülmüş; çalışma gruplarının çoğu öğretmenleri hedeflemiş; veri toplama aracı olarak düşünce deneyi görevleri tercih edilmiş ve çalışmaların çoğu kavramsal anlama ve düşünme süreçlerini hedeflemiştir. Araştırmanın sonunda, fen eğitiminde düşünce deneylerinin önemi vurgulanmış ve gerekli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Düşünce deneyleri, Doküman analizi, Fen eğitimi, Makale, Tez

1. Giriş

Teknolojik değişim ve gelişimin bu denli hızlı olduğu çağımızda, bireylerin eğitimsel donanımlarını koruyabilmeleri önemli bir çaba gerektirmektedir. Gelişimi sürdürebilir kılmak için ise sistematik ve nitelikli eğitime ihtiyaç günden güne fazlasıyla artmaktadır. Öğretmenlerin, bireylerin çağın gereksinim duyduğu bilgi, beceri ve yetkinliklerle donatılmasında kritik bir sorumluluk taşıdığı gerçeği çağımızın tartışılmaz bir gerçeğidir. Düşünce deneyleri zihnimizde yapılan deneylerdir (Bancong & Song, 2020; Egan, 2016; Stuart, 2021).

Düşünce deneyleri; bilimsel bilginin ilerlemesinde uzun zamandır kullanılan güçlü bilişsel araçlardır (Bascandziev ve ark., 2025; Khaleghi & Arani, 2021). Galileo'nun düşen cisimler senaryosundan Einstein'ın asansör ve ışık demeti düşünce deneylerine kadar, birçok önemli bilimsel çalışma, doğrudan gözlem ve fiziksel deneylere dayanmadan zihinsel olarak durumları canlandırma yeteneğinden ortaya çıkmıştır (Bascandziev, 2024a). Düşünce deneyleri, yaratıcı ancak mantıksal olarak yapılandırılmış akıl yürütme yoluyla hipotezleri test etme, çelişkileri ortaya çıkarma ve yeni kavramsal anlayışlar oluşturma fırsatı sunar (Bascandziev, 2024b; Irikefe, 2022; Uyar, 2021). Bu anlamda, düşünce deneyleri sadece sezgisel araçlar olarak değil, aynı zamanda öğrenenlerin kavramsal anlayışlarını derinleştirebilen, eleştirel ve yaratıcı düşünmeyi teşvik edebilen ve bilimsel akıl yürütme becerilerini destekleyebilen pedagojik araçlar olarak da işlev görmektedir (Bascandziev & Carey, 2022; Çetinkaya, 2019; Gelen ve ark., 2017; Nersessian, 1992; Uyar & Karamustafaoğlu, 2025).

Eğitim üzerine yapılan düşünce deneyi çalışmaları günden güne artış göstermektedir (Uyar & Karamustafaoğlu, 2021). Araştırmalar, düşünce deneylerinin kavramsal değişimi kolaylaştırdığını, bilimsel anlayışı derinleştirdiğini, muhakeme becerilerini geliştirdiğini ve öğrencileri yapılandırılmış varsayıma dayalı düşünceye dâhil ederek epistemolojik gelişimlerini desteklediğini göstermektedir (Acar & Gürel, 2015; Karakuyu & Tortop, 2009; Reiner & Gilbert, 2000; Yamak ve ark., 2025). Fen eğitiminde, düşünce deneyleri soyut kavramları anlaşılır hale getirmek ve öğrencileri sezgisel fikirlerini ifade etmeye, test etmeye ve revize etmeye teşvik etmek için kullanılan etkili eğitimsel araçlardır (DiBiase & McDonald, 2015; Fleeer, 2023; Galili, 2009). Düşünce deneyleri, öğrencilerin alternatif kavramlarını, akıl yürütme biçimlerini ve kavramsal bilgileri yeni durumlara aktarma becerilerini araştırmak için kullanılmıştır (Bascandziev & Carey, 2022; Uyar & Karamustafaoğlu, 2025).

Düşünce deneyi çalışmalarında kullanılan metodolojik eğilimleri, araştırma amaçlarını, katılımcı profillerini ve veri toplama araçlarını sentezlemek, bu alandaki mevcut durumu haritalandırmak için önemlidir. Kapsamlı bir analiz, araştırma boşluklarını ortaya çıkarabilir, ortaya çıkan yönelimleri vurgulayabilir ve fen eğitiminde gelecekteki çalışmalar ve öğretim tasarımı çabaları için rehberlik sağlayabilir (Brown, 1991; Galili, 2009). Bu nedenle, çalışma ulusal fen eğitimi bağlamında düşünce deneylerine odaklanan tezleri ve makaleleri incelemeyi amaçlamaktadır.

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevaplar aranmıştır.

- Düşünce deneyleri üzerine yapılan akademik çalışmaların yıllara göre dağılımı nasıldır?
- Düşünce deneyleri üzerine yapılan akademik çalışmaların yazım dillerine göre dağılımı nasıldır?

- Düşünce deneyleri üzerine yapılan akademik çalışmaların çalışma konu alanları dağılımı nasıldır?
- Düşünce deneyleri üzerine yapılan akademik çalışmaların araştırma yöntemleri dağılımı nasıldır?
- Düşünce deneyleri üzerine yapılan akademik çalışmaların çalışma grupları dağılımı nasıldır?
- Düşünce deneyleri üzerine yapılan akademik çalışmaların veri toplama araçlarının dağılımı nasıldır?
- Düşünce deneyleri üzerine yapılan akademik çalışmaların amaçları hangi temalar altında toplanmaktadır?

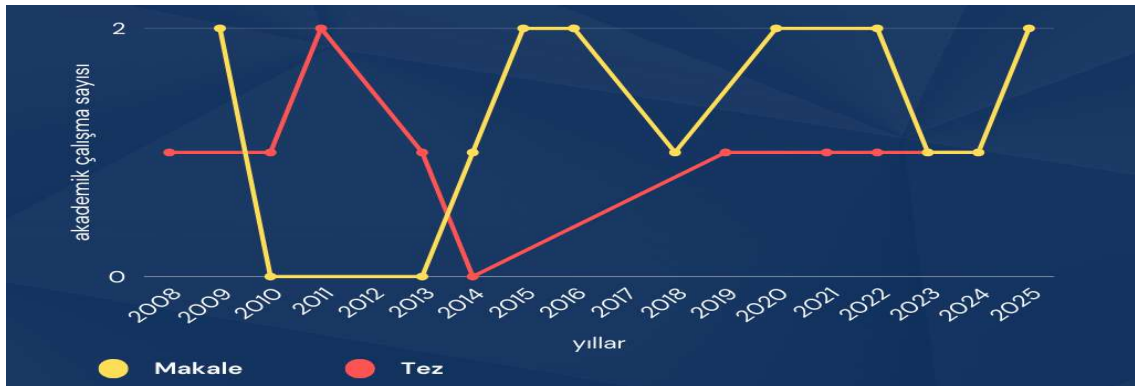
1. Yöntem

Bu çalışma; eğitim araştırmalarında araştırma eğilimlerini sentezlemek ve çalışma özelliklerini kategorize etmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntem olan tanımlayıcı içerik analizi ile desteklenen sistematik bir literatür incelemesidir (Galili, 2009). Brown ve Fehige (2019) tanımladığı sistematik inceleme ilkeleri doğrultusunda, ulusal tez veri tabanı ile ulusal veri tabanı sekiz anahtar kelime (“düşünce deneyi”, düşünce deneyi, “düşünce deneyleri”, düşünce deneyleri, thought experiment, “thought experiment”, thought experiments ,“thought experiments”) kullanılarak kapsamlı bir tarama gerçekleştirilmiştir. Bu tarama sonucunda Türkiye’de geçmişten günümüze düşünce deneyleri üzerine yayımlanmış toplam on (10) tez ve on beş (15) hakemli makale belirlenmiştir. Çalışmalara 18 Ekim 2025 tarihinde YÖK Tez Merkezi ve Google Scholar üzerinden erişilmiştir. Bu çalışmalar, araştırma alanlarını haritalandırmak için önerilen basamaklar (Reiner & Gilbert, 2000) tutarlı olarak yayın yılı, dil, araştırma taraşımı, konu alanı, çalışma grubu, veri toplama araçları ve araştırma amaçları açısından incelenmiştir. Veriler, çalışmalar arasında kavramsal ve metodolojik kalıpları belirlemeye olanak tanıyan betimsel içerik analizi kullanılarak kodlanmış ve kategorize edilmiştir (Nersessian, 1992). Baskın eğilimleri ortaya çıkarmak için frekans dağılımları oluşturulmuş ve bilim eğitime ilişkin önceki alan yazın incelemelerinde önerildiği gibi (Reiner, 1998), metodolojik eğilimleri, araştırma boşluklarını ve ortaya çıkan yönelimleri yorumlanarak bir sentez yapılmıştır. Çalışma bilim eğitiminde düşünce deneyi araştırmalarının metodolojik ve kavramsal açıdan kapsamlı bir genel bakış sunmaktadır.

2. Bulgular

Çalışmanın bu kısmında, konu alanıyla ilgili olduğu tespit edilen on tez ve on beş makale çalışmasının öncelikle yıllara göre dağılımı, çalışmanın türü, dili, konu alanı, yöntemleri, çalışma grupları ve amaçlarına yönelik bulgularına yer verilmiştir. Daha sonra bu çalışmalar içerik analizi ile incelenmesine dayalı olarak araştırma içerikleri ve sonuçlarına ilişkin detaylı bilgiler sunulmuştur.

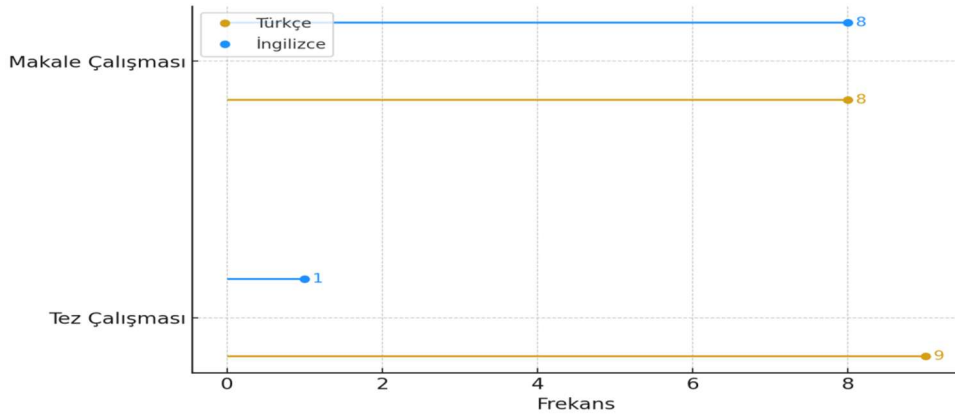
Grafik 1’de incelenen çalışmaların yıllara göre dağılımı sunulmuştur.



Grafik 1. Yıllara göre akademik çalışmaların dağılımı

Grafik 1’den görüldüğü gibi, 2008’den günümüze her yıl ya bir ya da iki tez veya makale çalışması yapıldığı görülmektedir. Ancak 2012 ve 2017 yıllarında düşünce deneyleri üzerinde herhangi bir bilimsel akademik çalışma üretilmemiştir.

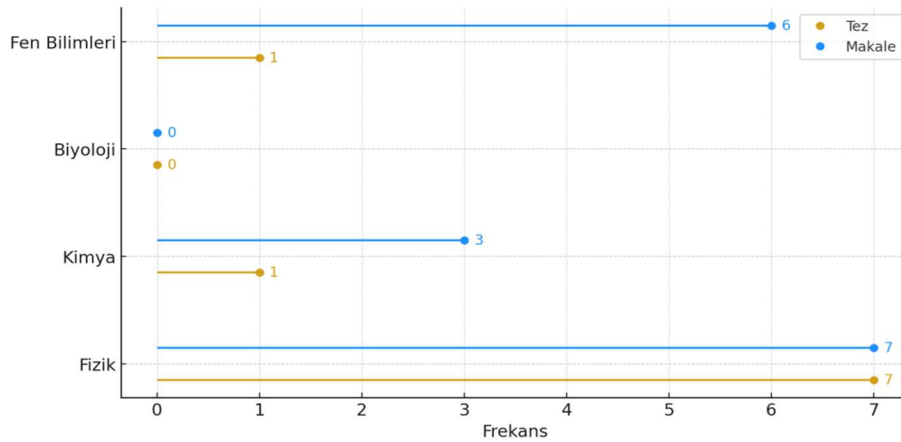
Grafik 2’de incelenen çalışmaların yazım dilleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.



Grafik 2. Akademik çalışmaların yazım dili

Grafik 2’ye göre, dokuz tez ve sekiz makale çalışmasının Türkçe olduğu, bir tez çalışmasının ve sekiz makale çalışmasının İngilizce dilinde yazılmış olduğu görülmektedir.

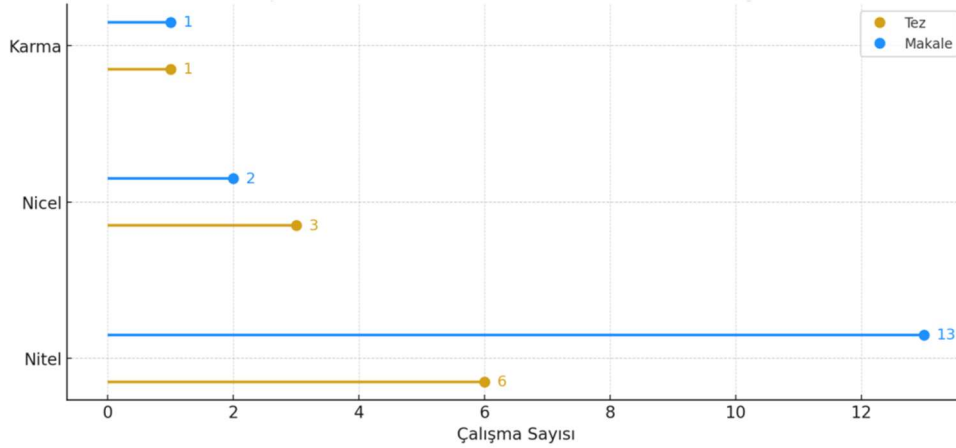
Grafik 3’de düşünce deneyleri ile ilgili akademik çalışmaların konu dağılımı sunulmuştur.



Grafik 3. Akademik çalışmaların konu alanı dağılımı

Grafik 3 incelendiğinde, düşünce deneyleri üzerine yapılan çalışmaların hem tez hem de makale boyutunda en yoğun olarak fizik alanında gerçekleştirildiği görülmektedir. Tez çalışmalarının büyük çoğunluğu fizik alanında (n=7) toplanırken, kimya (n=1) ve fen bilimleri (n=1) alanlarında oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Makale türündeki çalışmalar da benzer bir dağılım göstermekte ve en fazla fizik alanında (n=7) yoğunlaşırken, kimya alanında yalnızca üç çalışmaya rastlanmıştır.

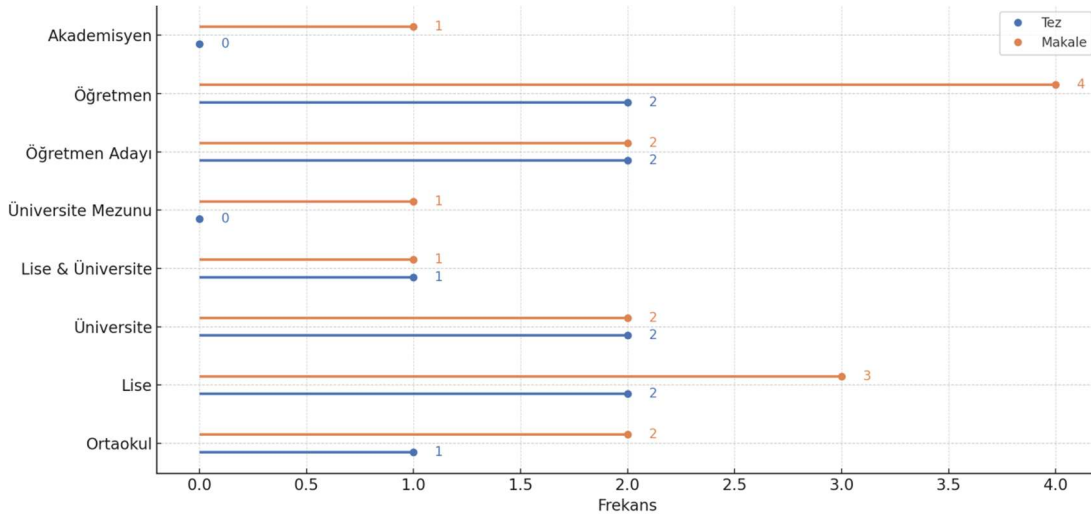
Grafik 4'te akademik çalışmaların yöntemlerine yönelik bilgiler verilmiştir.



Grafik 4. Akademik çalışmaların yöntemlerinin dağılımı

Grafik 4 incelendiğinde, düşünce deneyleri üzerine yapılan çalışmaların araştırma yöntemleri bakımından belirgin bir biçimde nitel yaklaşıma dayandığı görülmektedir. Tezlerin büyük çoğunluğu (n=6) ve makalelerin çok önemli bir bölümü (n=13) nitel araştırma yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Nicel yöntemlerin kullanıldığı tez sayısı (n=3) ve makale sayısı (n=2) oldukça sınırlıdır. Karma yöntemle yürütülen çalışmaların ise hem tezlerde (n=1) hem de makalelerde (n=1) oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Grafik 5'te düşünce deneylerine yönelik yapılan araştırmaların çalışma grupları incelenmiştir.

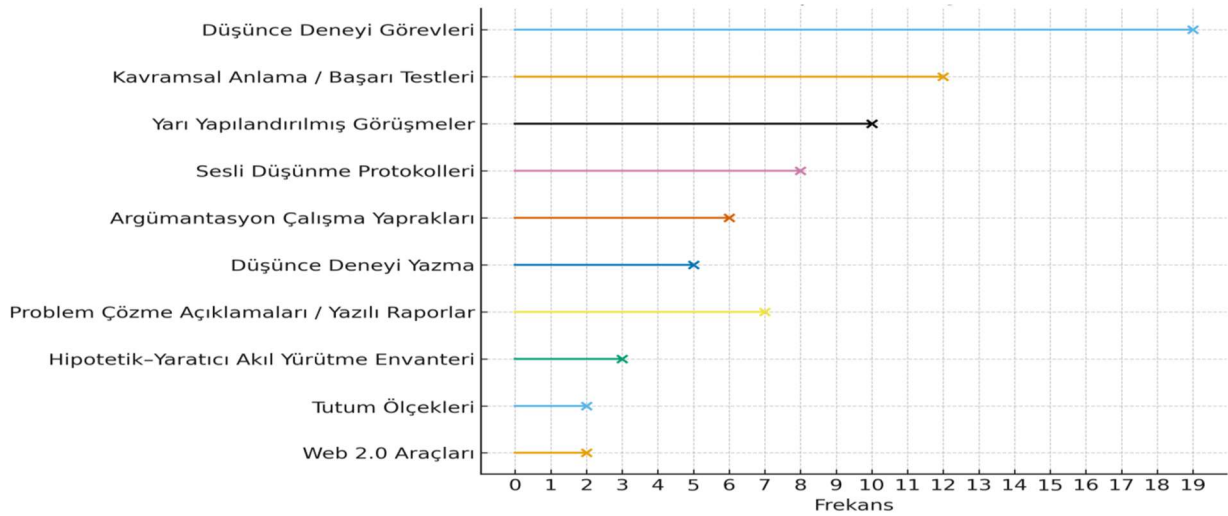


Grafik 5. Akademik çalışmaların çalışma grupları

Grafik 5 de yer alan verilere göre tez çalışmalarında en sık yer alan katılımcı türleri öğretmen, öğretmen adayı, lise ve üniversite öğrencileridir (her biri n=2). Ortaokul düzeyinde yürütülen tez sayısı (n=1) iken, lise ve üniversite birlikte ele alınan çalışmalar da bir kez görülmektedir (n=1). Üniversite mezunları ile akademisyenlerin katılımcı olarak yer aldığı tez çalışması bulunmamaktadır.

Makale çalışmaları değerlendirildiğinde en yüksek frekansın öğretmen grubunda olduğu görülmektedir (n=4). Bunu lise düzeyi çalışmalar (n=3), ortaokul, üniversite ve öğretmen adayı katılımcıların yer aldığı çalışmalar (her biri n=2) izlemektedir. Lise ve üniversite, üniversite mezunu ve akademisyen katılımcıların yer aldığı makaleler ise daha düşük frekansta olduğu görülmektedir (n=1).

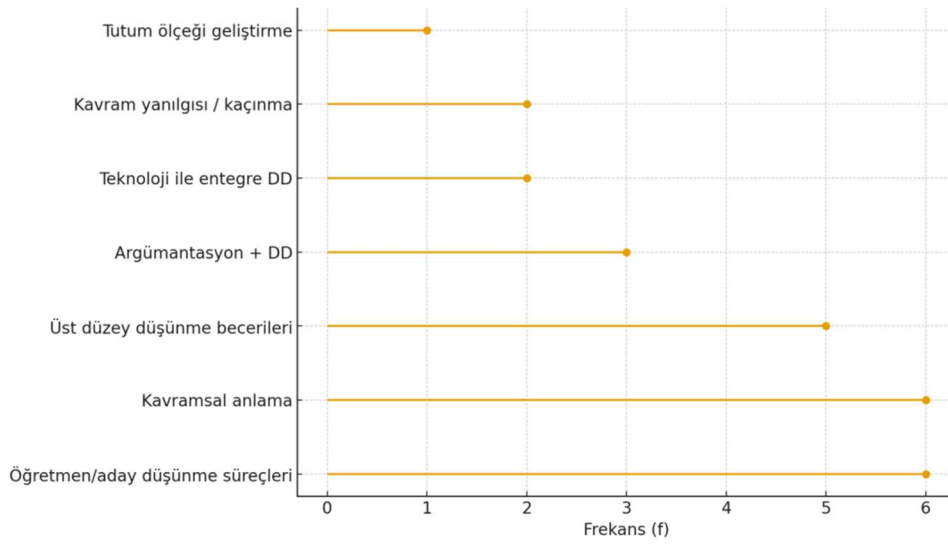
Düşünce deneylerine yönelik yapılmış araştırmalarda kullanılan veri toplama araçlarının sıklığı Grafik 6'da sunulmuştur.



Grafik 6. Akademik çalışmaların veri toplama araçları

Grafik 6 incelendiğinde, çalışmalarda en yüksek frekansa sahip veri toplama aracı düşünce deneyi görevidir (n=19). Bunu kavramsal anlama ve başarı testleri (n=12) ile yarı yapılandırılmış görüşmeler (n=10) izlemektedir. Sesli düşünme protokolleri (n=8), argümantasyon çalışma yaprakları (n=6), düşünce deneyi yazma (n=5) kullanılmıştır. Problem çözme açıklamaları veya yazılı raporlar (n=7), hipotetik-yaratıcı akıl yürütme envanterinin (n=3), tutum ölçeklerinin (n=2) ve Web 2.0 araçlarının (n=2) olduğu görülmektedir.

Çalışmada incelenen bilimsel çalışmaların amaçlarına yönelik bilgiler Grafik 7'de sunulmuştur.



Grafik 7. Akademik çalışmaların amaçları

Grafik 7 incelendiğinde, düşünce deneyleri çalışmalarının en çok öğretmen/öğretmen adayı düşünme süreçleri ve kavramsal anlama temalarında yoğunlaştığını göstermektedir (n=6). Bu bulgu, DDT'nin özellikle bilişsel süreçleri geliştirme ve soyut kavramları anlamlandırma amacıyla kullanıldığını ortaya koymaktadır. Üst düzey düşünme becerileri teması (n=5) DDT'nin yaratıcı düşünme ve bilimsel muhakemeyi destekleyen önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Argümantasyon çalışmaları (n=3) orta seviye yer alırken, teknoloji entegrasyonu ve kavram yanlışlıkları temalarının (n=2) daha sınırlı biçimde ele alındığı görülmektedir. En az çalışma ise tutum ölçeği geliştirme (n=1) temasında yapılmıştır. DD araştırmalarının ağırlıklı olarak bilişsel gelişim ve kavramsal öğrenmeyi destekleme hedefleri etrafında toplandığını göstermektedir.

3. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırma ile ulusal düşünce deneylerinin fen eğitiminde eğilimlerini ortaya çıkarılmasına yönelik literatürde yer alan çalışmaların sistematik bir şekilde incelenerek, yöntem ve içerik bağlamında eğilimin tespit edilmesi ve mevcut durumun etkili bir şekilde yorumlanması amaçlanmıştır. Dâhil edilen çalışmalar; yıllara göre dağılımı, çalışmanın türü, dili, konu alanı, yöntemleri, çalışma grupları ve amaçlarına yönelik yorumlanması ve gelecek araştırmalara örnek nitelik göstermesi bakımından incelenmiştir. Fen eğitimindeki düşünce deneylerine yönelik gerçekleştirilen sistematik derleme çalışmalarının yok denecek kadar az olmasından dolayı, bu çalışma ile daha geniş bir perspektiften bakılmasının literatüre katkı sunacağı düşünülmüştür.

Tez ve makale çalışmalarının yıllar içinde düzensiz fakat belirgin bir dalgalanma göstermektedir (Acar & Gürel, 2015; Bademci & Sarı, 2014). 2012-2014 döneminde belirgin bir düşün yaşarken, 2015 ve sonrasında özellikle makale türü çalışmaların arttığı görülmektedir (Acar, 2013; Demir & Belge-Can, 2025). 2015 yılından itibaren artan akademik ilgiyle canlandığını ve son yıllarda üretimin daha çok makale ağırlıklı olduğunu göstermektedir (Bademci, 2008). Tez sayıları 2019'dan itibaren daha durağan bir seyir izlerken, makaleler 2020 ve sonrası yeniden yükselişe geçmiştir. Bu eğilim, öğretmen adayları ve öğretmenlerle yürütülen düşünme süreçleri ve bilimsel muhakeme çalışmalarının da aynı dönemde yoğunlaştığını ortaya koyan araştırmalarla paraleldir (Uyar & Karamustafaoğlu, 2022). Argümantasyon temelli (Tüysüz & Tüzün, 2020) ve teknolojik destekli düşünce deneylerine yönelik

Çalışmaların (Uyar & Karamustafaoğlu, 2025) artışı da literatürdeki genel ivmeyi desteklemektedir. Düşünce deneylerine yönelik tutumun ölçülmesini sağlayan ölçek geliştirme çalışmasının da bu dönemde yapılmış olması (Alp, Çetin & Ramazanoğlu, 2024) alanın metodolojik açıdan da olgunlaşmaya başladığını göstermektedir.

Çalışmaların dile göre dağılımı, tez hem de makale çıktılarının çoğunun Türkçe kaynaklardan oluştuğunu göstermektedir. Bu durum, Türkiye'deki düşünce deneyi çalışmalarının büyük ölçüde ulusal akademik bağlamda üretildiği yönündeki önceki bulgularla tutarlıdır (Acar & Gürel, 2015; Bademci & Sarı, 2014). Türkçe tezler ve Türkçe makaleler çoğunluğunu oluştururken, İngilizce makaleler de kayda değer bir düzeyde yer almaktadır. Bu durum, düşünce deneyi araştırmalarında uluslararası görünürlüğü artırmaya yönelik son dönemdeki çabalarla uyumludur (Uyar & Karamustafaoğlu, 2022; Tüysüz & Tüzün, 2020). Buna karşılık, İngilizce tezler çok sınırlıdır, bu da konuyla ilgili lisansüstü düzeydeki araştırmaların hala ağırlıklı olarak Türkçe yapıldığını göstermektedir (Demir, 2024). Genel olarak, bulgular makale düzeyinde uluslararası yayınlara doğru kademeli bir geçiş olduğunu gösterirken, tez üretimi çoğunlukla ulusal düzeyde kalmaya devam etmektedir. Düşünce deneylerine yönelik tutum ölçeğinin yakın zamanda geliştirilmesi (Alp, Çetin & Ramazanoğlu, 2024) özellikle ulusal düzeyde üretilen çalışmalarda, bu alanda metodolojik açıdan giderek daha fazla iyileşme olduğunu göstermektedir.

Bilim disiplinleri arasında yapılan çalışmaların dağılımı, fizik alanının literatürde ezici bir üstünlüğe sahip olduğunu göstermektedir. Düşünce deneylerinin tarihsel olarak en kapsamlı şekilde fizik eğitimi kapsamında incelendiğini vurgulayan önceki çalışmalarla tutarlıdır (Acar & Gürel, 2015; Bademci, 2008). Bu üstünlük, ışık Emilimi ve bilimsel akıl yürütme görevleri gibi fizik temelli düşünce deneylerini kullanarak öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının akıl yürütme süreçlerini inceleyen son çalışmalarla daha da pekiştirilmiştir (Uyar & Karamustafaoğlu, 2022; Demir, 2024). Kimya alanı, astronomi-kimya düşünce deneylerini argümanlarla birleştiren araştırmalarla uyumlu, az sayıda çalışma ile devam ediyor (Tüysüz & Tüzün, 2020). Biyoloji alanında hiç tez ve makale çalışması bulunmamaktadır. Düşünce deneyi tasarımında hiç biyoloji alanında çalışma yoktur. Fen bilimleri alanında yapılan çalışmalar daha dengeli ve sınırlıdır. Teknoloji ve düşünce deneylerinin okul dışı öğrenme ortamlarına entegre eden son çalışmalar, bu alanda giderek artan bir çeşitlilik olduğunu göstermektedir (Uyar & Karamustafaoğlu, 2025). Fen eğitiminde düşünce deneylerine özgü, geçerliliği kanıtlanmış bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi (Alp, Çetin & Ramazanoğlu, 2024). Fizik ağırlıklı bağlamların ötesinde metodolojik genişlemenin arttığını göstermektedir. Genel olarak, bu bulgular düşünce deneyi araştırmalarının hala ağırlıklı olarak fizik alanında yoğunlaştığını, kimya ve genel bilim uygulamalarının ortaya çıkmakta olduğunu ve biyolojinin ise hala yeterince araştırılmamış bir alan olduğunu doğrulamaktadır.

Makale yayınlarında nitel yaklaşımların bu alanda hâkim olduğunu göstermektedir. Bu durum, öğretmenlerin ve öğrencilerin bilişsel süreçlerini görüşmeler, sesli düşünme protokolleri ve fenomenoloji tasarımlar yoluyla inceleyen düşünce deneyi çalışmalarına verilen büyük önemle uyumludur (Uyar & Karamustafaoğlu, 2022; Tüysüz & Tüzün, 2020). Nicel çalışmalar hem tezlerde hem de makalelerde sınırlı şekilde yer almaktadır. Bu durum, ölçek geliştirme veya ölçüm geçerliliği için nicel analizler kullanan son çalışmalarda da görülmektedir (Alp, Çetin & Ramazanoğlu, 2024). Karışık yöntemli çalışmalar en az temsil edilenler olmakla birlikte, Web 2.0 destekli öğrenme ortamlarını düşünce deneyleriyle birleştiren yeni araştırmalar, metodolojik çeşitlendirmeye olan ilginin arttığını göstermektedir (Uyar & Karamustafaoğlu, 2025). Benzer şekilde; öğretmen adaylarının bilimsel akıl yürütme ve varsayımsal

düşünme becerilerine odaklanan çalışmalar genellikle niteliksel ağırlıklı veya niteliksel olarak zenginleştirilmiş tasarımlar benimsemektedir (Demir, 2024). Genel olarak, bu bulgular düşünce deneyleri üzerine yapılan araştırmaların öncelikle nitel yöntemlerle şekillendiğini, nicel ve karma yöntem yaklaşımlarının ise bu alanda nispeten daha az kullanıldığını göstermektedir.

Katılımcı gruplarının dağılımı, öğretmenlerin en sık incelenen popülasyonu oluşturduğunu göstermektedir. Bu durum, öğretmenlerin akıl yürütme süreçleri ve bilimsel bağlamlarda düşünce deneylerini kullanmalarına odaklanan önceki araştırmalarla uyumludur (Acar, 2013; Acar & Gürel, 2015; Bademci, 2008). Son zamanlarda yapılan çalışmalar da bu eğilimi sürdürmektedir, özellikle de düşünce deneyleri içinde fen öğretmenlerinin bilişsel süreçlerini, problem çözme stratejilerini ve varsayımsal akıl yürütmelerini inceleyen çalışmalar (Uyar & Karamustafaoğlu, 2022; Demir, 2024). Öğretmen adayları ve üniversite öğrencileri de sıkça incelenen gruplar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum, düşünce deneylerinin öğretmen adaylarının kavramsal anlayışı ve bilimsel muhakeme yeteneğini desteklediğine dair önceki bulgularla tutarlıdır (Bademci & Sarı, 2014; Tüysüz & Tüzün, 2020). Buna karşılık, ortaokul öğrencileri ve akademisyenler, düşünce deneyi literatüründe sınırlı temsil edilmeleri nedeniyle çok az yer almaktadır. Ancak, Web 2.0 destekli okul dışı ortamları bütünleşmiş eden yani çalışmalar, düşünce deneylerinin daha genç öğrencilere de uygulanmasına yönelik ilginin arttığını göstermektedir (Uyar & Karamustafaoğlu, 2025). Ek olarak, özellikle fen öğretmenleri için bir düşünce deneyi tutum ölçeği geliştirilmiştir (Alp, Çetin & Ramazanoğlu, 2024). Öğretmenlerin merkezi katılımcı grup olarak öneminin devam ettiğini vurgulamaktadır. Genel olarak, bu bulgular düşünce deneyleri üzerine yapılan araştırmaların öğretmenler ve öğretmen adayları üzerinde yoğunlaştığını, buna karşılık öğrenciler ve uzman grupları içeren çalışmaların nispeten az olduğunu göstermektedir.

Veri toplama araçlarının dağılımı, düşünce deneyi görevlerinin ve kavramsal anlayış/ başarı testlerinin en sık kullanılan araçlar olduğunu göstermektedir. Bu da, öğrencilerin muhakeme süreçlerini ve kavramsal sonuçlarını ölçmeye büyük önem verildiğini göstermekte ve önceki çalışmalar ile tutarlıdır (Acar & Gürel, 2015; Bademci & Sarı, 2014). Yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yüksek sesle düşünme protokolleri de öne çıkmaktadır ve bu durum, bu alandaki bilişsel süreçlere ilişkin niteliksel içgörülere verilen önemi yansıtmaktadır (Uyar & Karamustafaoğlu, 2022; Demir, 2024). Argüman çalışma kağıtları ve düşünce deneyi yazma görevleri gibi araçlar, orta düzeyde kullanıldığında, argüman çerçeveleriyle entegre edilmiş astronomi-kimya düşünce deneylerinin metodolojisine paraleldir (Tüysüz & Tüzün, 2020). Geçerliliği kanıtlanmış bir düşünce deneyi tutum ölçeğinin son zamanlarda geliştirilmesiyle birlikte yayınlasmaya başlamıştır (Alp, Çetin & Ramazanoğlu, 2024). Web 2.0 araçlarının kullanımı da, teknoloji destekli ortamların entegrasyonunun henüz başlangıç aşamasında olduğunu göstermektedir. Ancak, son zamanlarda okul dışı diyaloglu öğretim çalışmaları, bu alanda artan bir potansiyel olduğunu göstermektedir (Uyar & Karamustafaoğlu, 2025). Genel olarak, bu alanın niteliksel ve akıl yürütme odaklı araçları kullanarak derinlemesine bilişsel keşiflere öncelik verdiğini, duygusal ve teknoloji destekli önlemlerin ise nispeten daha az temsil edildiğini göstermektedir.

Tematik dağılım, düşünce deneyleri üzerine yapılan araştırmaların en sık öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının düşünme süreçleri ve kavramsal anlayışlarına odaklandığını göstermektedir. Bu durum, düşünce deneylerinin fizik ve fen eğitiminde akıl yürütme ve bilişsel yapıları nasıl desteklediğini araştıran önceki çalışmalarla tutarlı bir örüntüdür

(Acar, 2013; Bademci, 2008; Acar & Gürel, 2015). Son zamanlarda yapılan çalışmalar, düşünce deneyleri görevleri aracılığıyla öğretmenlerin varsayımçı muhakeme, bilişsel süreçler ve bilimsel kara verme süreçlerini inceleyerek bu eğilimi daha da güçlendirmektedir (Uyar & Karamustafaoğlu, 2022; Demir, 2024). Yüksek düzeyli düşünme becerilerini ele alan araştırmalar da öne çıkmaktadır. Bu araştırmalar, düşünce deneylerinin, özellikle yapılandırılmış akıl yürütme veya tartışma temelli yaklaşımlarla desteklendiğinde, eleştirel, yaratıcı ve analitik düşünme becerilerinin geliştirdiği bulgularıyla uyumludur (Tüysüz & Tüzün, 2020; Bademci & Sarı, 2014). Düşünce deneyleri ve teknoloji destekli düşünce deneyleri ile bütünleşmiş edilmiş argümantasyon gibi temalar hala daha az yaygın olmakla birlikte, Web 2.0 aracılı ortamları kullanan yeni çalışmalar dijital entegrasyonun potansiyelinin arttığını göstermektedir (Uyar & Karamustafaoğlu, 2025). Öte yandan, yanlış anlamalar ve kaçınma davranışlarıyla ilgili konular sınırlıdır ve ölçek geliştirme yalnızca bir kez görülmektedir. Bu durum, fen öğretmenleri için özel bir düşünce deneyi tutum ölçeğinin geliştirilmesiyle belirginleşen nispeten yeni metodolojik genişlemeyi yansıtmaktadır (Alp, Çetin & Ramazanoğlu, 2024). Genel olarak, bu bulgular literatürün bilişsel, kavramsal ve akıl yürütme odaklı boyutlara öncelik verdiğini, duygusal, teknolojik ve ölçüm odaklı perspektiflerin ise yeterince araştırılmadığını göstermektedir.

Kaynakça

- Acar, H. & Gürel, Z. (2015). Students' thought experimental reasoning on an imaginary solar system. *Balkan Physics Letters*, 23, 93-102.
- Acar, H. (2013). *Fizik öğrencilerinin düşünce deneyleri ile düşünme süreçlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Alp, M. Ş. (2023). *Fen bilimleri öğretmenlerine yönelik düşünce deneyleri tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve uygulanması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Siirt Üniversitesi, Siirt.
- Alp, M. Ş., Çetin, A., & Ramazanoğlu, M. (2024). Fen bilimleri öğretmenlerine yönelik düşünce deneyleri tutum ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Journal of Necmettin Erbakan University Ereğli Faculty of Education*, 6(1), 46-64.
- Bademci, S. & Sarı, M. (2014). Fizik problemleri çözmede düşünce deneyleri: Fizik öğretmen adayları üzerine bir inceleme. *Eğitim ve Bilim*, 39(175), 203-215.
- Bademci, S. (2008). *Fizik problemleri çözmede düşünce deneylerinin yeri: Birinci ve beşinci sınıf öğretmen adayları*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bancong, H. & Song, J. (2020). Exploring how students construct collaborative thought experiments during physics problem-solving activities. *Sci. Educ.*, 29, 617-45.
- Bascandziev, I. (2024a). Counterfactual reasoning as a core mechanism of causal cognition. *Trends in Cognitive Science*, 28(2), 115-127. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2023.11.004>
- Bascandziev, I. (2024b). Thought experiments as an error detection and correction tool. *Cognitive Science*, 48(1), e13401. <https://doi.org/10.1111/cogs.13401>
- Bascandziev, I., & Carey, S. (2022). How causal knowledge drives counterfactual reasoning. *Cognition*, 225, 105163. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105163>
- Bascandziev, I., Abutto, B. A., Walker, C., & Bonawitz, E. (2025). The mind lab: Thought experiments as a means to teaching science effectively and efficiently. https://doi.org/10.31234/osf.io/jr4nx_v2

- Brown, J. R. & Fehige, Y. (2019). *Thought Experiments*. In: Edward N. Zalta (ed.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy, Downloaded 2025, October 23 from <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/thought-experiment/>
- Brown, J.R. (1991). *The laboratory of the mind: Thought experiments in the natural sciences* (1st Edition). London and Newyork: Routledge.
- Çetinkaya, İ. (2019). *Basit makinalar ile ilgili geliştirilen düşünce deneyi etkinliklerinin 8.sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray.
- Demir, E. & Belge-Can, H. (2025). Düşünce deneylerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerileri gelişimine etkisinin incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 74, 648-666. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.1520449>
- Demir, E. (2024). *Düşünce deneylerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerilerinin gelişimine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
- DiBiase, D., & McDonald, J. (2015). Thought experiments in science education: A pedagogical tool for conceptual understanding. *Science & Education*, 24(7-8), 843-865. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9755-7>
- Egan, D. (2016). Literature and thought experiments. *J. Aesthet. Art Crit.*, 74, 139–50.
- Fleer, M. (2023). The role of imagination in science education in the early years: A Conceptual Play World approach. *International Journal of Child-Centered Educational Studies*, 12(3), 299-314. <https://doi.org/10.1016/j.ijcces.2023.100432>
- Galili, I. (2009). Thought experiments: Determining their meaning. *Science&Education*, 18, 1-23.
- Gelen, İ., Duran, V. & Özer, B. (2017). The analysis of some thought experiments in terms of the dimensions of hypothetico-creative reasoning skills. *Jökull Journal*, 67(2).
- Irikefe, P. O. (2022). The epistemology of thought experiments without exceptionality ingredients. *Synthese*, 200, 1–29.
- Karakuyu, Y. & Tortop, H. (2009). Düşünce deneyleriyle ilgili problem çözme etkinliğinin öğrencilerin mantıksal düşünme becerileri ve kavramsal anlama düzeylerine etkisinin araştırılması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 42-58.
- Khaleghi, A., & Arani, M.(2021). Thought experiments as tools for scientific understanding. *Science & Education*, 30, 433-451.
- Nersessian, N. J. (1992). In the theoretician's laboratory: Thought experimenting as mental modeling. In D. Hull, M. Forbes, & K. Okruhlik (Eds.), PSA 1992: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association (Vol. 2, pp.291-301). Philosophy of Science Association.
- Reiner, M.(1998). Thought experiments and collaborative learning in physics. *International Journal of Science Education*, 20(9), 1043-1059.
- Reiner, M. & Gilbert, J. K.(2000). Thought experiments in science education: potential and current realization. *International Journal of Science Education*, 22(3), 265-283.
- Stuart, M.(2021). Telling stories in science: Feyerabend and thought experiments. *Hopos*, 11 262–81.
- Tağluktimur, Ö. (2022). *Mekanik konusundakş düşünce deneylerinin tutum, kavramsal anlama ve argüman becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Tüysüz, M. & Tüzün, Ü. N. (2020). Astronomi-kimya düşünce deneyleri temelli argümantasyonun özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(3), 818-836.
- Tüzün, Ü. N. (2020). Kimya eğitiminde düşünce deneyleri kullanılarak lise öğrencilerinin argümantasyon becerilerinin ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 9(4), 1290-1314. <http://dx.doi.org/10.30703/cije.719232>
- Tüzün, Ü. N., Tüysüz, M. & Şardağ, M. (2022). Özel yetenekli öğrencilerin öğretmenlerinin argüman yapıları ve düşünce deneylerinin değerlendirilmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 12(3), 1234-1250.
- Uyar, F. K. & Karamustafaoğlu, O. (2022). Analysis of the thinking process of science teachers: the light absorption thought experiment. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(2), 96-106. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v18i2.34243>
- Uyar, F. K. & Karamustafaoğlu, O. (2025). Dialogic teaching in out of school environments through technology and thought experiment. *Journal of Pedagogical Research*, 9(4), 133-156. <https://doi.org/10.33902/JPR.202534283>
- Uyar, F. K. (2021). *Analysis of the thinking processes regarding the thought experiments of science teachers continuing their master of science education* (Publication No. 696138) [Master's thesis, Amasya University]. Council of Higher Education, Thesis Center.
- Uyar, F. K., & Karamustafaoğlu, O. (2021). *Academic studies on thought experiments in the Turkish national literature*. In *Proceedings of the Taras Şevçenko 6. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi* (Vol. 3, pp. 1037–1044).
- Uyar, F. K. & Karamustafaoğlu, O. (2023). A thought experiment on gravity based on falling objects: investigation of science teachers' thinking process. *MIER Journal of Educational Studies Trends & Practices*, 13(2), 404-423. <https://doi.org/10.52634/mier/2023/v13/i2/2456>

The Effect of the REACT Strategy on 6th Grade Students' Attitudes Towards Science

Kadir Ulaş Tekmanlı ¹ , Seda Okumus ² 

¹ Ministry of Education, Manisa, Türkiye, kadirulastekmanli798@gmail.com

² Kâzım Karabekir Faculty of Education, Atatürk University, Erzurum, Türkiye, seda.okumus@atauni.edu.tr

ABSTRACT

The study examined the effect of teaching the 6th grade “Sound and Its Properties” unit using the REACT strategy on students' attitudes toward science. A quasi-experimental design with pre- and post-tests was used in the study. The sample consisted of 46 middle school students in the 6th grade (25 in the experimental group-EG, 21 in the control group-CG). The Attitude Scale Towards Science Course (ASTSC) was used to collect data. The application lasted six weeks. Independent samples t-test and dependent samples t-test analyses were performed to analyze the data. No significant difference was observed in the pre-test data of the (ASTSC) ($p>.05$), while a significant difference was detected in the post-test for the EG ($p<.05$). It was determined that the science attitudes of the groups themselves increased significantly before and after the application ($p<.05$). The pre- and post-test data of the groups were also compared for the sub-factors of the scale. While there was no difference between the groups in the sub-factors in the pre-test ($p>.05$), there was a significant difference in favor of DG in the post-test ($p<.05$). It was observed that the REACT strategy positively affected students' attitudes towards science. It can be said that the content richness of the designed activities and teaching strategy was an important factor.

Keywords: REACT strategy, Sound and its properties, Attitudes towards science

REACT Stratejisinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Fene Yönelik Tutumlarına Etkisi

Kadir Ulaş Tekmanlı ¹ , Seda Okumus ² 

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, Manisa, Türkiye, kadirulastekmanli798@gmail.com

² Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, seda.okumus@atauni.edu.tr

ÖZET

Araştırmada 6. Sınıf “Ses ve Özellikleri” ünitesinin REACT stratejisi ile öğretiminin öğrencilerin fene yönelik tutumlarına etkisi incelenmiştir. Araştırma kapsamında ön- son test uygulamalı yarı deneysel desen kullanılmıştır. Örneklemi 6.sınıf düzeyinde 46 (25 deney grubu-DG, 21 kontrol grubu-KG) ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Verilerin toplanabilmesi amacıyla Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ölçeği (FBTÖ) kullanılmıştır. Uygulama altı hafta sürmüştür. Verilerin analizinde bağımsız örneklem t testi ve bağımlı örneklem t testi analizi yapılmıştır. FBTÖ ön test verilerinde anlamlı farklılık görülmemiş ($p>.05$), son testte DG’de anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<.05$). Grupların kendi içerisinde uygulamadan önce ve sonraki fene yönelik tutumlarının anlamlı şekilde arttığı belirlenmiştir ($p<.05$). Ölçeğin alt faktörleri için de grupların ön ve son test verileri karşılaştırılmıştır. Alt faktörlerde ön testte gruplar arasında fark yokken ($p>.05$), son testte DG lehine anlamlı fark vardır ($p<.05$). REACT stratejisinin öğrencilerin fene yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Tasarlanan etkinliklerin ve öğretim stratejisinin içerik zenginliğinin önemli bir etken olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: REACT stratejisi, Ses ve özellikleri, Fene yönelik tutum

1. Giriş

Teknolojinin zaman içerisinde ilerleme kaydetmesiyle birlikte bilgilere erişim daha kolay hale gelmiştir. Bununla birlikte, doğru bilgiye ulaşma ve bilgiyi doğru değerlendirme de önem kazanmıştır. Bu çerçevede bilgiyi anlama ve yorumlama alanında yetkin bireylerin gerekliliği artmıştır. Bireylerin bilgiyi anlama ve yorumlamada çeşitli bilişsel ve duyuşsal niteliklere sahip olmalarını sağlayan en uygun koşulların bulunduğu yerler okullardır ve burada sunulan eğitimin kalitesini belirleyen en önemli sebebi eğitim sistemleridir. Eğitim sistemleri, toplumların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla gelişmiş bir düzeyde olması gerekmektedir (Kara, 2020). Eğitimin seviyesinin yükselmesinin en etkili yolu eğitim programlarının güncel ihtiyaçları karşılayacak şekilde revize edilmesidir (Sbhatu, 2021).

Fen bilimleri, bilimi, doğayı evreni ve bunların insanlar üzerindeki etkileri araştıran, gündelik hayatla birebir ilişkili bir derstir. Bu nedenle bilim öğrenmede, bilimin toplum üzerindeki etkilerini anlamlandırmada fen bilimleri dersi oldukça önemlidir. Fen bilimleri dersinde yer alan terimlerin günlük yaşamla bağdaştırılması için eğitim programının ve müfredatın gelişen dünyaya uygun bir şekilde güncellenmesi şarttır (Taşcı ve Demirbaş, 2022). Bu çerçevede fen bilimleri eğitimi ile ilgili pek çok ülke, eğitim programlarını iyileştirmek amacıyla çeşitli çalışmalar içerisinde yer almaktadır (Ünal vd., 2004). 2004 yılından itibaren eğitim programlarında yapılan köklü güncellenmenin ardından 2013, 2018 ve son olarak 2024 yılında yapılan revizyonlarla fenin günlük hayatla ilişkilendirilmesi ve öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmeleri daha çok ön plana çıkmıştır. Bu çerçevede yaşam (bağlam) temelli öğrenmenin fen derslerinde uygulanması da tavsiye edilmiştir. Yaşam temelli öğrenme ile öğrencileri bilimi sosyal hayatla ilişkilendirmekte, günlük hayatta doğada karşılaştıkları olaylara bilim penceresinden bakabilmektedirler. Bağlam temelli eğitim, günlük yaşam ile fen bilimleri dersine bilgi aktarımı gibi birçok açıdan fayda sağladığı söylenebilir (Yıldırım ve Gültekin, 2017). Yaşam temelli öğrenme sürecinde çeşitli teknik ve yöntemlerin kullanılması, süreçlerin etkin olmasına olanak sağlamaktadır. Yaşam temelli öğrenmenin uygulama sürecinde en çok tercih edilen yol REACT stratejisidir (Karamustafaoğlu ve Tutar, 2020). REACT öğrencilerin derslerdeki konuları ve kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmesini sağlamaktadır, başarıyı artırmaktadır (Yalçın ve Demirhan, 2025).

Bu çalışmada REACT stratejisi ile öğretimin öğrencilerin fene yönelik tutumlarına etkisi incelenmiştir. Bu çerçevede günlük yaşamla kolay ilişkilendirilebilecek konulardan 6. Sınıf “Ses ve Özellikleri” ünitesi tercih edilmiştir. Araştırmanın sorusu “REACT stratejisinin 6. Sınıf öğrencilerinin fene yönelik tutumlarına etkisi var mıdır?” şeklindedir.

2. Materyal ve Yöntem / Metodoloji

Araştırmada nicel araştırma desenlerinden ön-son test uygulamalı yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desen, seçilen gruplara yapılan ön ve son test uygulaması sonrası verilerin karşılaştırılabildiği desendir. Araştırmada uygulama öncesi her iki gruba da FBTÖ uygulanmış, deney grubuna REACT stratejisi ile öğretim

yapılırken kontrol grubuna 2018 fen bilimleri öğretim programına göre dersler yürütülmüştür. Uygulama sonrası her iki gruba FBTÖ uygulandıktan sonra elde edilen veriler analiz edilmiştir (Tablo 1.).

Tablo 1. Araştırma Tasarımı

Gruplar	Ön Test	Uygulama	Son Test
Deney Grubu- (DG)	Fen Bilimleri Tutum Ölçeği (FBTÖ)	REACT stratejisi	FBTÖ
Kontrol Grubu- (KG)	FBTÖ	2018 Fen Bilimleri Öğretim Programına göre öğretim	FBTÖ

2.1. Örneklem

Araştırmanın örneklemi Manisa Turgutlu ilçesinde devlet okullarında öğrenim gören 46 (25 deney grubu-DG, 21 kontrol grubu-KG) ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Rastgele örnekleme ile örneklem grubu seçilmiştir.

2.2. Veri Toplama Aracı

Araştırmada öğrencilerin fene yönelik tutumlarının incelenebilmesi amacıyla FBTÖ kullanılmıştır. FBTÖ, Taşkın ve Aksoy (2019) tarafından geliştirilen ölçek, beşli Likert şeklindedir. Ölçekte yer alan maddeler puanlanması “5=kesinlikle katılıyorum”, “4=katılıyorum”, “3=kısmen katılıyorum”, “2=katılmıyorum” ve “1=kesinlikle katılmıyorum” olarak değerlendirilmiştir. Ölçekte üç alt faktör “Fen Bilimleri Dersi Yöntem Tekniklerine Karşı Tutumu- FB-YTKT”, “Fen Bilimleri Dersinin Günlük Hayatla İlişkilendirilmesine Karşı Tutumu-FB-GHİKT” ve “Fen Bilimleri Dersi İçeriğine Yönelik Görüşler- FB-İYG” şeklindedir. Ölçeğin Cronbach Alpha güvenirliği $\alpha=0,86$ olarak araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Alt faktörlerin güvenirliği, FB-YTKT için $\alpha=0,78$; FB-GHİKT için $\alpha=0,72$ ve FB-İYG için $\alpha=0,64$ olarak tespit edilmiştir. FBTÖ’nün, FB-YTKT’de altı madde (1-6), FB-GHİKT’de dört madde (7-10) ve FB-İYG’de iki (11-12) madde olmak üzere toplamda 12 maddesi vardır. Ölçekte ters madde yer almamakla birlikte ölçekten en çok 60 puan alınabilmektedir. Bu ölçeğin kullanımı için sahiplerinden gerekli izinler alınmıştır.

2.3. Uygulama Süreci

Araştırma kapsamında, öncelikle tasarım yapılırken 6. sınıf öğrencileri için Ses ve Özellikleri ünitesinde REACT stratejisine dayalı materyaller tasarlanmıştır. Materyal geliştirme aşamasında, literatür incelemesi yapıldıktan sonra kazanımlar ve kavramlar göz önünde bulundurulmuştur. Tasarlanması planlanan etkinliklerle ilgili kavram yanlışları dikkate alınmıştır. Üniteye yer alan kavramlar günlük yaşam ile bağlantılı bağlamlarda seçilmiştir. Araştırmacı tarafından tasarlanan öğretim materyalleri hakkında fen bilimleri alanında uzman kişilerle görüşülmüştür. Öğrencilerin materyallerle ilgili uygulama yaparken zorluk yaşamaması, düşüncelerini daha rahat bir şekilde aktarabilmesi ve uygulamaların düzenli olarak takip edilebilmesi adına çalışma kâğıtlarına dönüştürülmüştür.

Araştırma sürecinin başlangıcında, veri toplama araçları ön test olarak her iki gruba da uygulanmıştır. DG’de ön testler yapıldıktan sonra, REACT stratejisi ile tasarlanan etkinlikler sürdürülmüştür. Tasarlanan çalışma kâğıtları, belirlenen yönergelere uygun olarak toplam 14 ders saati boyunca (14x40) uygulanmıştır. Üniteye yer alan kavramların öğretilmesi amacıyla, REACT stratejisi doğrultusunda hazırlanan çalışma kâğıtlarında beş ana bölüm

bulunmaktadır. Bu bölümler, ilişkilendirme, tecrübe etme, uygulama, iş birliği yapma ve transfer etme aşamalarıdır. Uygulamanın sona ermesinin ardından deney grubuna veri toplama araçları son kez uygulanmıştır. KG’de ise ön testler yapıldıktan hemen sonra mevcut öğretime geçilmiştir. Süreçte herhangi bir müdahale olmaksızın 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı çerçevesinde derslere devam edilmiştir. Öğretim programında belirtilen kazanımlar doğrultusunda çeşitli etkinlikler gerçekleştirilerek dersler yapılmıştır. Her iki grup için uygulama süresi eşittir; uygulama toplamda altı hafta sürmüştür.

2.4. Verilerin Analizi

Araştırmada verilerin analizi yapılmadan önce elde edilen verilerin normalliği test edilmiştir. Verilerin normalliği test edildikten sonra grupların anlamlı farklılığının tespiti amacıyla ön ve son test verilerinde bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır. Ayrıca her iki grubun da tutumlarındaki değişimin belirlenmesi için gruplar kendi içlerinde ön-son uygulama verileri bakımından bağımlı t testi ile karşılaştırılmıştır. Yine, araştırmada kullanılan veri toplama aracında yer alan alt faktörlerin de karşılaştırılması yapılmıştır. Analizler sonucu etki büyüklüğünün tespit edilebilmesi amacıyla Cohen (1992) tarafından önerilen sınıflandırma baz alınmıştır. Cohen (1992) etki büyüklüğü .01 ise düşük, .06 ise orta ve .14 büyüklükte yüksek düzeyde etki olarak değerlendirmiştir.

3. Bulgular ve Tartışmalar

Araştırma kapsamında "Ses ve Özellikleri" ünitesinin REACT stratejisi ile öğretiminin öğrencilerin fene karşı tutumları üzerine bir etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. REACT stratejisi uygulanan DG ile müfredata göre uygulamanın yapıldığı KG öğrencilerinin fene yönelik tutum düzeylerine etkisinin incelenmesi amacıyla ön test puanlarının istatistiksel olarak farklılık düzeyi analiz edilmiş ve bağımsız örneklem t testi bulguları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. FBTÖ Ön Test Verilerinin Analizi

Grup	n	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
DG	25	39.36	6.43	44	1.125	.267
KG	21	37.10	7.22			

Tablo 2’de elde edilen sonuçlarda, gruplar arasında öğrencilerin fene dersine yönelik tutum puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($t_{(44)} = 1.125$ $p > .05$). Yapılan analiz sonucu grupların ön test puanlarının denk olduğu söylenebilir.

Uygulama sonrasında FBTÖ son test olarak araştırma gruplarına tekrar uygulanmıştır. FBTÖ’nün bağımsız örneklem t Testi bulguları Tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 3. FBTÖ Son Test Verilerinin Analizi

Grup	n	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
DG	25	45.68	4.82	44	7.605	.001
KG	21	34.52	5.11			

Tablo 3’te yapılan analiz sonucu gruplardaki öğrencilerin FBTÖ son test puanları arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür ($t_{(44)} = 7.605$ $p < .05$). Verilerin gruplar arasındaki analiz sonucu etki büyüklüğünün $\eta^2 = .57$ ve yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler sonucu puanların DG lehine olduğu görülmektedir.

FBTÖ’de yer alan alt faktörlerin de grup karşılaştırmaları yapılmıştır. FB-YTKYT’nin ön test verilerinin bağımsız örneklem t testi analiz sonuçları Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 4. FB-YTKYT Ön Test Verilerinin Analizi

Grup	n	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
DG	25	20.44	4.12	44	1.018	.314
KG	21	19.24	3.82			

Tablo 4'te analiz sonucu FB-YTKYT ön test verileri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($t_{(44)}=1,018$ $p>.05$). Verilerin analizi sonucu ön test puanlarının denk olduğu söylenebilir.

FB-YTKYT'nin son test verilerinin Bağımsız Örneklem t Testi analiz sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. FB-YTKYT Son Test Verilerinin Analizi

Grup	n	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
DG	25	22.12	3.64	44	3.219	.002
KG	21	18.24	4.54			

Tablo 5'te analiz sonucu FB-YTKYT son test verileri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($t_{(44)}=3,219$ $p<.05$). Analiz sonucu etki büyüklüğünün $\eta^2=.19$ ve yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler sonucu puanların DG lehine olduğu görülmektedir.

FB-GHİKT'nin ön test verilerinin Bağımsız Örneklem t Testi analiz sonuçları Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. FB-GHİKT Ön Test Verilerinin Analizi

Grup	n	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
DG	25	13.04	2.35	44	1.210	.233
KG	21	12.05	3.20			

Tablo 6'da analiz sonucu öğrencilerin FB-GHİKT ön test verileri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($t_{(44)}=1,210$ $p>.05$). Elde edilen veriler sonucu grup puanlarının benzer olduğu söylenilebilir.

FB-GHİKT'nin son test verilerinin Bağımsız Örneklem t Testi analiz sonuçları Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7. FB-GHİKT Son Test Verilerinin Analizi

Grup	n	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
DG	25	14.96	2.76	44	4.007	.001
KG	21	11.43	3.22			

Tablo 7'de analiz sonucu FB-GHİKT son test verileri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($t_{(44)}=4,007$ $p<.05$). Analiz sonucu etki büyüklüğünün $\eta^2=.27$ ve yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Yapılan analiz sonucunda puanların DG lehine olduğu görülmektedir.

FB-İYG'nin ön test verilerinin bağımsız örneklem t testi analiz sonuçları Tablo 8'de yer almaktadır.

Tablo 8. FB-İYG Ön Test Verilerinin Analizi

Grup	n	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
DG	25	6.08	1.82	44	.471	.640
KG	21	5.86	1.28			

Tablo 8'de alt faktör olan FB-İYG ön test puanları karşılaştırıldığında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($t_{(44)}=.471$ $p>.05$). Yapılan analiz sonucu etki büyüklüğünün $\eta^2=.01$ ve küçük düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler sonucunda grup puanlarının benzer olduğu söylenilebilir.

FB-İYG'nin son test verilerinin bağımsız örneklem t testi analiz sonuçları Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 9. FB-İYG Son Test Verilerinin Analizi

Grup	n	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
DG	25	6.12	1.86	44	2.202	.033
KG	21	4.86	2.03			

Tablo 9'da alt faktör olan FB-İYG son test verileri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($t_{(44)} = 2.202$ $p < .05$). Yapılan analiz sonucu etki büyüklüğünün $\eta^2 = .10$ ve yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen sonucunda puanların DG lehine olduğu görülmektedir.

Ayrıca uygulama öncesi ve sonrası grupların FBTÖ puanları kendi içerisinde analiz edilmiş ve anlamlı farklılığın tespiti için öğrencilerin puanları karşılaştırılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında DG öğrencilerinin FBTÖ puanları anlamlı farklılığının tespiti için analiz edilmiş, bağımlı örneklem t testi analiz sonuçları Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 10. DG'nin FBTÖ Ön test-Son Test Verilerinin Analizi

Grup	Testler	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
DG	Ön test	25	39.36	6.43	24	-5.293	.019
	Son test		45.68	4.82			

Yapılan analiz sonucu DG öğrencilerinin ön ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($t_{(24)} = -5.293$ $p < .05$). Yapılan analizi sonucu etki büyüklüğünün $\eta^2 = .39$ ve yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar ışığında REACT stratejisinin DG öğrencilerinin fene karşı tutum düzeylerine olumlu katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır.

KG öğrencilerinin FBTÖ puanlarının uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı farklılığının incelenmesi amacıyla analiz edilmiş, Bağımlı örneklem t testi analiz sonuçları Tablo 11'de yer almaktadır

Tablo 11. KG'nin FBTÖ Ön Test- Son Test Verilerinin Analizi

Grup	Testler	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
KG	Ön test	21	37.10	7.22	20	1.903	.011
	Son test		34.52	5.11			

Tablo 11'de yapılan analiz sonucu KG'nin uygulama öncesi ve sonrası aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak ön test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($t_{(20)} = 1.903$ $p < .05$). Analiz sonucu etki büyüklüğünün $\eta^2 = .08$ ve orta düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar ışığında mevcut öğretimin KG öğrencilerinin fene karşı tutumlarına katkıda bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Araştırma öncesi gruplardan elde edilen verilerin karşılaştırılması sonucu ön test puanları bakımından anlamlı farklılık söz konusu değildir ($p > .05$). Grupların ön test puanlarının ortalamalarında önemli bir fark gözlemlenmemesinin sebebinin, öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı tutumlarının benzerlik göstermesinden kaynaklandığı söylenilebilir. Bu durumun arkasında, öğrencilerin dersi veren öğretmene karşı duyduğu tutumların rol oynaması muhtemeldir. Öğretmenlerini seven öğrencilerin derse olan ilgi düzeylerinin de yüksek olabileceği düşünülebilir. Öğrencilerin uygulama öncesi bu dersi sevmeleri ve fen bilimlerine değer vermeleri de bu konuda etkili bir unsur olarak değerlendirilebilir (Fensham ve Rennie, 2013).

Uygulama bitiminde son test olarak gruplara FBTÖ tekrar uygulanmıştır. Elde edilen son test puanları incelendiğinde

deney grubu lehine anlamlı farklılık söz konusudur ($p<.05$). Öğrencilerin uygulama aşamasında gerçekleştirdikleri etkinliklerin, öğrenmelerine ve derse karşı olan ilgi düzeylerinin yükselmesine katkıda bulunduğu söylenilebilir. Fene yönelik tutumlarındaki artışın en önemli sebeplerinden biri, öğrencilere yaptırılan etkinliklerin günlük yaşamları ile ilişkili olmasından kaynaklanabilir. REACT stratejisi ile öğretimin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerinde faydalı bir etkisi olduğu söylenilebilir. Fen bilimleri içerisinde bulunan konuların öğretiminde deney ve etkinliklerin kullanılması derse bakış açılarına da yön verecektir. Araştırma sürecinde öğrencilere deney yapmalarını ve grupça etkinliklerinde yer alma fırsatı sunulması fen bilimleri dersine karşı olumlu düşüncelere sahip olmalarına katkı sağlamaktadır. Literatür taraması yapıldığında mevcut araştırmalar da bu araştırmanın bulgularını destekler niteliktedir (Güneş-Koç, 2013). Güneş (2022) çalışmasında REACT stratejisinin 6.sınıf öğrencilerinin fene karşı tutumlarına olumlu etki sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Peşman (2012) bağlam temelli yaklaşımın fizik dersinde öğrencilerin tutumlarına olumlu katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Ulusoy (2013) bağlam temelli yaklaşımın kimya dersinde yer alan öğrencilerin tutumlarına olumlu katkıda bulunduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmanın bulgularından farklı bulgulara sahip çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Kutu (2011) ve Baran (2013) öğrencilerin tutumlarına bağlam temelli yaklaşımın anlamlı farklılık yaratmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Erdoğan Karaş ve Gül (2019) yaptıkları çalışmada REACT stratejisini öğrencilerin fen dersine karşı tutumlarına olan etkisini inceledikleri ve elde ettikleri veriler doğrultusunda deney ve kontrol gruplarının puanlarının kendi içerisinde istatistiksel olarak farklılık göstermediğini tespit etmişlerdir.

FBTÖ'de üç alt faktör yer bulunmaktadır. Alt faktörlerin başlıkları fen bilimleri dersinin günlük hayatla ilişkisine karşı tutumları, dersin içeriğine yönelik karşı görüşleri ve dersin yöntem tekniklerine karşı tutumları yer almaktadır. Bu çalışmada alt faktörler bakımından da gruplar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Tüm alt faktörlerde ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık söz konusu değildir ($p>.05$). Tüm alt faktörlerde grupların son test puanları arasında ise bir anlamlı farklılık söz konusudur ($p<.05$). Fen bilimleri dersinin öğretiminde REACT stratejisine göre tasarlanan etkinliklerin içeriğinin günlük yaşamla bağlantılı olması, deney grubunda yer alan öğrencilerin fen bilimleri dersinin gündelik hayatla bağlantısı konusundaki tutumlarına olumlu katkı yaptığı ifade edilebilir. Bu bağlamda, öğrencilerin bu konuya verdikleri yanıtların uygulanan stratejinin hedefleri ile doğrudan ilişkilendirilebileceği söylenilebilir. İkinci alt faktörde, dersin içeriği ile ilgili düşüncelerinin deney grubuna katkı sağlamasının nedeni, öğrencilerin bu yaklaşım sayesinde dersi daha zengin ve deneysel içeriklerle dolu bir şekilde deneyimlediklerini düşünmeleridir. Üçüncü alt faktörde ise dersin yöntem ve teknikleri hakkında sonuçların deney grubuna lehine olmasının nedeni, uygulama sürecinde REACT stratejisinin düzenli ve dikkat çekici bir şekilde tasarlanan etkinliklerle dolu olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

REACT stratejisinin uygulandığı deney grubunun ön ve son test bulgularında anlamlı farklılığın çıkmasının nedenlerinden birinin tasarlanan etkinliklerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesinden dolayı öğrenmelerine katkı düzeyinin yüksek olması olduğu düşünülmektedir. Öğrencilere bu etkinliklerle birlikte öğretim yapılması öğrencilerin derse karşı olan ilgilerinin ve merak duygularının artmasına neden olarak kalıcılığını arttıracaktır. Dolayısıyla deney grubunda yer alan öğrencilere, kontrol grubundaki öğrencilere göre daha zengin içeriğe sahip etkinliklerle öğretim yapılması fene karşı olan tutumlarına olumlu anlamda etkisi vardır. Kontrol grubundaki öğrencilerin ön ve son test verilerinde elde ettikleri puanın düşmesi mevcut öğretimin fene yönelik tutumlara istenen

seviyede etki etmediği sonucuna varmamıza neden olmaktadır. Öğrencilere fen öğretimi yapılırken öğrenci merkezli aktivitelerin istenen seviyede olmaması bu bulguların ortaya çıkmasına neden olabilir. Öğretim sürecinde etkinlik düzeyinin ve grupça etkinliklerin az sayıda olması öğrencilerin sadece bilgiye dayalı öğrenmelerini sebebiyet verebilir. Ayrıca öğrencilerin öğrendikleri konu ve kavramların zihinlerinde kalabilmeleri için günlük yaşamla ilişkilendirebilmelerinin büyük önem taşıdığı sonucuna varılabilir.

Kaynakça

- Baran, M. (2013). *Yaşam temelli probleme dayalı öğretim yönteminin termodinamik konusunun öğretimine etkisi*. (Tez No. 345295) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi- Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98–101. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10768783>
- Erdoğan-Karaş, Ö., & Gül, Ş. (2019). ‘Hücre ve bölünmeler’ ünitesinin REACT stratejisiyle öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin tutum ve motivasyonuna etkisi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(13), 30-50. <https://doi.org/10.46778/goputeb.578264>
- Fensham, P. J., & Rennie, L. J. (2013). Towards an authentically assessed science curriculum. In *Valuing assessment in science education: Pedagogy, curriculum, policy* (pp. 69-100). Springer, Dordrecht.
- Güneş, L. (2022). Altıncı sınıf elektriğin iletimi ünitesinin react stratejisi ile öğretiminin öğrencilerin tutumuna etkisi. *Ejons International Journal*, 6(23), 627–634. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7501551>
- Güneş-Koç, R.S. (2013). *5E modeli ile desteklenen bağlam temelli yaklaşımın yedinci sınıf öğrencilerinin ışık ünitesindeki başarılarına, bilgilerinin kalıcılığına ve fen dersine karşı olan tutumlarına etkisi*. (Tez No. 349031) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi- Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kara, M. (2020). Eğitim paydaşlarının görüşleri doğrultusunda Türk eğitim sisteminin sorunları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 1650- 1694. <https://doi.org/10.29299/kefad.853999>
- Karamustafaoğlu, O., & Tutar, M. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretimde REACT stratejisinin kullanımı hakkında görüşleri. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 1-12.
- Kutu, H. (2011). *Yaşam temelli ARCS öğretim modeliyle 9. sınıf kimya dersi hayatımızda kimya ünitesinin öğretimi*. (Tez No. 299754) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi- Erzurum].Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Peşman, H. (2012). *Yöntem-yaklaşım etkileşimi: Öğrenme döngüsüne karşı geleneksel ve bağlam temelliye karşı bağlamsız öğretimlerin 11. sınıf öğrencilerinin fizikteki başarı ve tutumlarına etkileri*. (Tez No.313637) [Doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Sbhatu, D. B. (2021). Challenges of 20th century Ethiopian Science education. *Heliyon*, 7(6), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07157>
- Taşcı, Z., & Demirbaş, M. (2022). Fen bilimleri dersi öğretim programındaki yaşam becerilerinin 7. sınıf ders kitabındaki yansımaları. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(3), 40-49.
- Taşkın, A., & Aksoy, G. (2019). Fen bilimleri dersine yönelik tutum ölçeği geliştirme; Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(12), 20-35. <https://doi.org/10.29129/inujgse.542568>
- Ulusoy, M. (2013). *Bağlam temelli öğrenme ile desteklenen bütünleştirici öğrenme modelinin öğrencilerin kimya*

öğretimine yönelik tutum, motivasyon ve başarılarına etkisi. (Tez No. 334759) [Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Ünal, S., Çoştı, B., & Karataş, F. Ö. (2004). Türkiye’de fen bilimleri eğitimi alanındaki program geliştirme çalışmalarına genel bir bakış. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 183-202.

Yalçın, F. S., & Demirhan, E. (2025). Ortaokul öğrencilerinin akademik başarı, günlük hayatla ilişkilendirme ve fene yönelik merak duygularında react stratejisinin etkisinin incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 26(3), 345-370. <https://doi.org/10.12984/egeefd.1602633>

Yıldırım, G., & Gültekin, M. (2017). İlkokul 4. sınıf fen ve teknoloji dersinde bağlam temelli öğrenme uygulamaları. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 81-101.

Secondary School Students' Perceptions and Awareness of Agriculture

Yasin Çalışır¹ , Berna Gücüm² , Volkan Göksu³ 

¹ Ministry of Education, Kars, Türkiye, yasin2315@gmail.com

² Education Faculty, Hacettepe University, Ankara, Türkiye, gucumberna@gmail.com

³ Education Faculty, Kafkas University, Kars, Türkiye, volkangoksu36@gmail.com

ABSTRACT

This study examined the views of 1,113 middle school students studying in Kars province regarding agricultural literacy. Data obtained from four open-ended questions in the survey-based study were analyzed thematically. The findings showed that students living in villages defined agriculture and animal husbandry in a broader context than students in city and district centers. However, it was determined that the number of students who did not want to take agriculture classes was higher in all settlements. Students mostly perceive agriculture as a difficult, uninteresting field that will not be preferred as a profession in the future. In addition, it was concluded that a significant proportion of students have low levels of awareness regarding the role of agriculture in the country's development and its environmental impacts.

Keywords: Agricultural literacy, Students' views, Agricultural education

Ortaokul Öğrencilerinin Tarım Algısı ve Farkındalıkları

Yasin Çalışır¹ , Berna Gücüm² , Volkan Göksu³ 

¹ MEB, Kars, Türkiye, yasin2315@gmail.com

² Eğitim Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, gucumberna@gmail.com

³ Eğitim Fakültesi, Kafkas Üniversitesi, Kars, Türkiye, volkangoksu36@gmail.com

ÖZET

Bu araştırmada, Kars ilinde öğrenim gören 1113 ortaokul öğrencisinin tarım okuryazarlığına ilişkin görüşleri incelenmiştir. Tarama modeliyle yürütülen çalışmada dört açık uçlu sorudan elde edilen veriler tematik olarak analiz edilmiştir. Bulgular, köyde yaşayan öğrencilerin tarım ve hayvancılığı şehir ve ilçe merkezindeki öğrencilere göre daha geniş bir çerçevede tanımladıklarını göstermiştir. Bununla birlikte, tüm yerleşim birimlerinde tarım dersi almak istemeyen öğrencilerin sayısının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler tarımı çoğunlukla zor, ilgi çekmeyen ve gelecekte meslek olarak tercih edilmeyecek bir alan olarak görmektedir. Ayrıca öğrencilerin önemli bir kısmının tarımın ülke kalkınmasındaki rolüne ve çevresel etkilerine ilişkin farkındalık düzeylerinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarım okuryazarlığı, Öğrenci görüşleri, Tarım eğitimi

1. Giriş

Bireylerde davranışların, tutumların ve becerilerin kazandırılması ile bu niteliklerin sürekliliğinin sağlanması büyük ölçüde eğitim süreçleri aracılığıyla mümkün olmaktadır. Eğitimin toplumsal gelişme ve sürdürülebilir kalkınmadaki rolü dikkate alındığında, tarım ve tarım okuryazarlığı günümüzde birçok ülkede stratejik bir alan

olarak ele alınmakta ve eğitim politikalarının önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Buna karşın Türkiye’de, Cumhuriyet’in ilk yıllarında yürütülen köy enstitüleri gibi model uygulamalar dışında tarım eğitimi ve tarım okuryazarlığı uzun yıllar boyunca yeterli düzeyde önem görmemiştir. Bu durum, tarımsal üretimde verimlilik, bilinçli tüketim, sürdürülebilir çevre yönetimi ve gıda güvenliği gibi alanlarda çeşitli yapısal sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar dokuz milyara ulaşacağı öngörülmektedir (Hodges, 2005; Johnson & Jorgensen, 2006; Sayers, 2011). Birleşmiş Milletler de benzer şekilde küresel nüfusun 2050 yılına kadar 9,75 milyara, 2100 yılına kadar ise 11,2 milyara ulaşacağını öngörmektedir (Nations, 2015). Bu demografik artış, gıda üretiminden su ve toprak yönetimine, sürdürülebilir tarım uygulamalarından gıda güvenliğine kadar pek çok alanda ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Nüfustaki bu hızlı artış, sağlıklı beslenmeyi mümkün kılan gıdaların azalması, çevresel bozulmaların artması ve mevsimsel değişimlerin belirginleşmesi gibi unsurlar nedeniyle tarımın toplumlar için taşıdığı önemi daha da artırmaktadır (Akgül & Akgül, 2011). Nitelikli tarım alanlarının kontrolsüz kentleşme nedeniyle barınma alanları tarafından kuşatılması, su kaynaklarının giderek artan biçimde tehdit altında bulunması ve ekolojik dengenin bozulmasına yönelik risklerin çoğalması, tarımsal sürdürülebilirlik konusunda disiplinlerarası planlamaların zorunlu hâle gelmesine yol açmaktadır. Bu durum yalnızca tarım bilimlerinin değil, çevre bilimleri, eğitim bilimleri, şehir planlama ve sosyoloji gibi birçok alanın ortak çalışma yürütmesini gerektirmektedir. Tüm bu süreçte, toplumda tarımsal farkındalık ve çevresel duyarlılık geliştirebilecek bilinçli bireyler yetiştirilmesi ise eğitimcilerin üstlendiği kritik bir sorumluluk alanıdır (Wright, 1992).

Toplumsal tarımı stratejik ve yaşamsal bir alan olarak görmesi, tarımsal üretim ve tüketim süreçlerine ilişkin bilinçli kararlar alabilmesi ve küresel ölçekte etkili olabilecek ihtiyatlı seçimler yapabilmesi için bu konularda etkin bir eğitim sürecinden geçmesi büyük önem taşımaktadır (Kovar & Ball, 2013). Son yıllarda öğrenciler ve veliler arasında kariyer planlaması, gelir düzeyi beklentileri, yaşam standartları, tarım sektörünün toplumsal değerinin göz ardı edilmesi ve çiftçilerin çoğunlukla düşük gelir düzeyiyle ilişkilendirilmesi gibi etkenler, tarıma yönelik tutumların belirgin biçimde olumsuzlaşmasına yol açmaktadır. Bu olumsuz algının bir sonucu olarak gençlerin, özellikle de öğrencilerin kariyer planlamalarında tarım ve tarımla ilişkili mesleklere yeterince yer vermedikleri görülmektedir (Adejoh et al., 2016; Dlamini, 1997). Benzer eğilimler Türkiye’de de görülmektedir. Öğrenciler ve veliler, benzer sosyoekonomik ve kültürel gerekçeler doğrultusunda meslek liselerine yeterli ilgiyi göstermemekte; tarım alanına yönelik eğitim veren programlar yerine daha popüler veya yüksek gelir beklentisi yaratan mesleklere yönelmeyi tercih etmektedir. Bu durum, tarım sektörünün gelecekte ihtiyaç duyacağı nitelikli iş gücünün oluşmasını güçleştirmekte ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Gıda, tarım ve doğal kaynaklar sistemi; öğretmenlere, öğrencilerin deneyimsel öğrenme süreçlerine aktif katılımını destekleyen, fen, matematik, sosyal bilimler ve dil sanatlarında edindikleri bilgileri uygulamaya dönüştürmelerine olanak tanıyan ve öğrenmeyi gerçek yaşam bağlamlarıyla ilişkilendiren zengin bir öğrenme alanı sunmaktadır. Bu kapsamda tarım temelli öğrenme ortamları, disiplinlerarası etkileşimi güçlendirmekte ve öğrencilerin hem bilişsel hem de psikomotor becerilerini geliştirmelerine önemli katkılar sağlamaktadır. Öğrencilerin öğrenme süreçlerinde daha yüksek başarı göstermeleri, içerikle gerçek dünya uygulamaları arasında anlamlı bağlantılar kurabilmelerine büyük ölçüde bağlıdır. Nitekim yapılan araştırmalar, öğrencilerin öğrendiklerini yaşamla ilişkilendirdiklerinde derinlemesine öğrenme, kalıcı bilgi edinme ve problem çözme becerilerinde belirgin gelişmeler sağladıklarını ortaya koymaktadır (Bottoms & Presson, 2000; Kaufman et al., 2000; Marks et al., 1996; Visher et al., 1999). Bu

bulgular, tarım temelli öğrenme ortamlarının yalnızca bilgi aktarımı değil, aynı zamanda uygulamaya dayalı bütüncül öğrenme açısından da kritik bir fırsat sunduğunu göstermektedir.

2. Yöntem

Bu araştırmada, katılımcıların tarıma yönelik tutumlarını ve tarım okuryazarlığına ilişkin algılarını belirlemek amacıyla betimsel araştırma yöntemlerinden tarama (survey) modeli tercih edilmiştir. Tarama modeli, geniş örneklem gruplarından elde edilen veriler aracılığıyla mevcut durumu betimlemek ve değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymak açısından uygun bir araştırma desendir.

2.1. Araştırmanın Evren ve Örenklemi : Araştırmanın çalışma grubunu, Kars ilinde yer alan çeşitli devlet okullarında öğrenim gören toplam 1.113 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcılar 5-8. sınıf düzeylerinde olup farklı sosyoekonomik ve kültürel özelliklere sahip heterojen bir öğrenci grubunu temsil etmektedir. Örneklem seçimi yapılırken okulun il merkezi, ilçe merkezi ve köy olması kriterleri dikkate alınarak 2022-2023 eğitim öğretim yılında nihai uygulama için örneklem seçimi yapılmıştır.

2.2. Veri Toplama Araçları: Gerekli alan yazın taraması yapıldıktan ve ilgili aşamalar tamamlandıktan sonra geliştirilen Tarım Okuryazarlığı Ölçeği (TOY), veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ölçekte yer alan dört açık uçlu soru aracılığıyla öğrencilerin tarım okuryazarlığına ilişkin bilgi, farkındalık ve algı düzeyleri belirlenmiştir. Veri toplama sürecine başlamadan önce ilgili kurumlardan gerekli yasal ve etik izinler alınmış; ardından ölçek, çalışma grubundaki öğrencilere araştırma yönergeleri doğrultusunda uygulanmıştır.

2.3. Tablolar ve Şekiller: Açık uçlu sorulardan elde edilen öğrenci ifadeleri içerik analizi yöntemiyle incelenmiş, kodlardan hareketle temalar oluşturulmuştur. Elde edilen temalar öğrencilerin yerleşim yerine (köy/ilçe/il merkezi) göre karşılaştırılmış ve farklılaşan bulgular betimsel olarak sunulmuştur.

Araştırmada öğrencilere yöneltilen ‘Tarım ve hayvancılıktan ne anlıyorsunuz?’ sorusu kapsamında elde edilen yanıtlar içerik analizine tabi tutulmuş, bu doğrultuda belirlenen temalara ilişkin frekans ve yüzde dağılımları Tablo 1’de verilmiştir.”

Table 1. Tarım ve hayvancılıktan ne anlıyorsunuz?

N o	Yerleşim yeri	Diğer		Doğa ve Çevre		Geçim Kaynağı - Ekonomi		Gıda Besin		Hayvancılık ve Hayvan Bakımı		Hiç birşey Bilmiyor Anlamıyor		Tarım Bitki Yetiştirme		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	Ş. Merk.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17 9	16, 1	29 7	26, 7	111 3	10 0
	İlçe. Merk.	12 0	10, 8	0	0	19	1,7 1	3 5	3,1 4	96	8,6 3	78	7,0 1	0	0		
	Köy	70	6,2 9	8	0,7 2	91	8,1 8	0	0	73	6,5 6	6	0,5 4	41	3,6 8		
	Toplam	19 0	17, 1	8	0,7 2	11 0	9,8 8	3 5	3,1 4	16 9	15, 2	26 3	23, 6	33 8	30, 4		

Öğrencilerin “Tarım dersi almak ister misiniz?” sorusuna yönelik vermiş oldukları cevaplara ait istatistikler Tablo 2’de verilmiştir.

Table 2. Tarım dersi almak ister misiniz?

No	Soru	Yerleşim Yeri	Evet		Hayır		Toplam	
			f	%	f	%	f	%
2	Tarım dersi almak ister misiniz?	Şehir Merkezi	225	20,2	251	22,6	1113	100
		İlçe Merkezi	133	11,9	215	19,3		
		Köy	121	10,9	168	15,1		
		Toplam	479	43	634	57		

Öğrencilerin “Cevabınız “Evet” ise nedenini kısaca açıklayınız.” sorusuna yönelik vermiş oldukları cevaplara ait istatistikler Tablo 3’de verilmiştir.

Table 3. Tarım dersi almak ister misiniz? Cevabınız “Evet” ise nedenini kısaca açıklayınız.

No	Yerleşim Yeri	Diğer		Ekonomik Neden		Gelecek Meslek		Merak Öğrenme		Sevdiği İçin		Ülkeye Katkı		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
2/A	Ş. Merk.	68	14,2	1	0,21	7	1,46	112	23,4	26	5,43	11	2,3	479	100
	İlçe. Merk.	48	10	1	0,21	5	1,04	55	11,5	15	3,13	9	1,88		
	Köy	42	8,77	0	0	3	0,63	59	12,3	13	2,71	4	0,84		
	Toplam	158	33	2	0,42	15	3,13	226	47,2	54	11,3	24	5,01		

Öğrencilerin “Cevabınız “Hayır” ise nedenini kısaca açıklayınız.” sorusuna yönelik vermiş oldukları cevaplara ait istatistikler Tablo 4’de verilmiştir.

Table 4. Tarım dersi almak ister misiniz? Cevabınız “Hayır” ise nedenini kısaca açıklayınız.

No	Yerleşim yeri	Başka Meslek Hedefi		Diğer		Gerek Duymuyor / Gereksiz		İlgisini Çekmiyor		İstemiyor		Nedenini Bilmiyor		Sevmiyor		Zaten Bildiğini Düşünüyor		Zor / Yorucu Buluyor		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
2/B	Ş. Merk.	29	4,57	62	9,78	5	0,79	54	8,52	8	1,26	9	1,42	29	4,57	39	6,15	16	2,52	634	100
	İlçe. Merk.	17	2,68	49	7,73	3	0,47	44	6,94	7	1,1	18	2,84	40	6,31	26	4,1	11	1,74		

No	Yerleşim yeri	Başka Meslek Hedefi		Diğer		Gerek Duymuyor / Gereksiz		İlgisini Çekmiyor		İstemiyor		Nedenini Bilmiyor		Sevmiyor		Zaten Bildiğini Düşünüyor		Zor / Yorucu Buluyor		Toplam
	Köy	9	1,42	44	6,94	6	0,95	23	3,63	16	2,52	14	2,21	24	3,79	23	3,63	9	1,42	
	Toplam	55	8,68	155	24,4	14	2,21	121	19,1	31	4,89	41	6,47	93	14,7	88	13,9	36	5,68	

Öğrencilerin “Tarım ve hayvancılık ülke kalkınması (gelişmesi) için ne ifade ediyor?” sorusuna yönelik vermiş oldukları cevaplara ait istatistikler Tablo 5’de verilmiştir.

Table 5. Tarım ve hayvancılık ülke kalkınması (gelişmesi) için ne ifade ediyor?

No	Yerleşim Yeri	Bilmiyor		Diğer		Ekonomik Katkı		Gıda / Temel İhtiyaç		İstihdam / İş		Kalkınma / Gelişme		Üretim / Dışa Bağımlılık		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
3	Ş. Merk.	89	8	101	9,07	85	7,64	43	3,86	4	0,36	98	8,81	56	5,03	1113	100
	İlçe. Merk.	97	8,72	71	6,38	54	4,85	34	3,05	3	0,27	41	3,68	48	4,31		
	Köy	96	8,63	51	4,58	37	3,32	31	2,79	2	0,18	43	3,86	29	2,61		
	Toplam	282	25,3	223	20	176	15,8	108	9,7	9	0,81	182	16,4	133	11,9		

Öğrencilerin “Araştırmalar, Kelaynak kuşlarının türünün tükenmesinin nedenini kuşların tarım ilacı kullanılmış meyve ve bitkileri yemesi olduğunu söylüyor. Buradan nasıl bir sonuç çıkarıyorsunuz?” sorusuna yönelik vermiş oldukları cevaplara ait istatistikler Tablo 6’de verilmiştir.

Table 6. Araştırmalar, Kelaynak kuşlarının türünün tükenmesinin nedenini kuşların tarım ilacı kullanılmış meyve ve bitkileri yemesi olduğunu söylüyor. Buradan nasıl bir sonuç çıkarıyorsunuz? Böyle bir bulgu sizi nasıl etkiler?

No	Yerleşim Yeri	Bilmiyor / Anlamadı		Diğer		Duygusal Tepki		Etik Kaygı / Tepki		Kimyasal Kullanımını Eleştiriyor		Olumsuz Etkiyi Belirtiyor		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
4	Ş. Merk.	104	9,344	71	6,379	10	0,898	0	0	96	8,625	195	17,52	1113	100
	İlçe. Merk.	98	8,805	58	5,211	3	0,27	2	0,18	62	5,571	125	11,23		
	Köy	93	8,356	54	4,852	7	0,629	3	0,27	43	3,863	89	7,996		
	Toplam	295	26,5	183	16,44	20	1,797	5	0,449	201	18,06	409	36,75		

3. Bulgular ve Tartışma

Öğrencilerin yerleşim yerine göre sorulara verdikleri yanıtlardan elde edilen temalar incelendiğinde, birinci soru olan “Tarım ve hayvancılıktan ne anlıyorsunuz?” sorusuna ilişkin anlamlandırmaların yerleşim birimine göre farklılık

gösterdiği belirlenmiştir. Köyde ikamet eden öğrencilerin tarım ve hayvancılığı daha geniş bir çerçevede ele aldıkları, faaliyetlerin süreçleri ve çeşitliliğine ilişkin daha ayrıntılı ifadeler kullandıkları görülmüştür. Buna karşılık, il ve ilçe merkezlerinde yaşayan öğrencilerin tarım ve hayvancılık konusunda sınırlı bilgiye sahip oldukları ya da bu kavramları daha çok “tarım ürünleri yetiştirmek” şeklinde genel bir tanımla açıkladıkları tespit edilmiştir.

İkinci soru olan “Tarım dersi almak ister misiniz?” sorusuna verilen yanıtlar incelendiğinde, şehir merkezi, ilçe merkezi ve köyde ikamet eden öğrencilerin büyük bir kısmının tarım dersi almak istemediği görülmüştür. Yerleşim birimlerine göre farklılaşma olmakla birlikte, tüm gruplarda tarım dersi almak istemeyen öğrenci sayısının isteyen öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İkinci sorunun devamı niteliğindeki “Evet ise nedenini kısaca açıklayınız” sorusuna verilen yanıtlar incelendiğinde, şehir merkezinde ikamet eden öğrencilerin tarım dersi almak isteme nedenlerinin çoğunlukla merak, öğrenme isteği ve ülkeye katkı sağlama düşüncesi etrafında yoğunlaştığı görülmüştür. Şehir merkezi dışındaki (ilçe merkezi ve köy) öğrenciler de benzer gerekçeler belirtmiş olsalar da, bu motivasyonların şehir merkezinde yaşayan öğrenciler arasında daha belirgin ve daha yüksek oranda dile getirildiği tespit edilmiştir.

İkinci sorunun devamı niteliğindeki “Hayır ise nedenini kısaca açıklayınız” sorusuna verilen yanıtlar incelendiğinde, şehir ve ilçe merkezlerinde ikamet eden öğrencilerin tarım dersi almak istememelerinin başlıca nedenlerinin; tarım ve hayvancılığı gelecekte bir meslek olarak düşünmemeleri, bu alanlara ilgi duymamaları ve tarım-hayvancılık faaliyetlerini zor olarak değerlendirmeleri olduğu görülmüştür. Bu gerekçeler doğrultusunda, şehir ve ilçe merkezlerindeki öğrencilerin, köyde yaşayan akranlarına kıyasla tarım dersi almaya karşı daha isteksiz oldukları tespit edilmiştir.

Üçüncü soru olan “Tarım ve hayvancılık ülke kalkınması için ne ifade ediyor?” sorusuna verilen yanıtlar incelendiğinde, köyde ikamet eden öğrencilerin tarım ve hayvancılığın ülke kalkınmasındaki önemine ilişkin görüşlerini, il ve ilçe merkezlerinde yaşayan öğrencilere kıyasla daha sınırlı bir düzeyde ifade ettikleri görülmüştür. Bu durum, yerleşim yeri farklılıklarına bağlı olarak öğrencilerin tarımsal üretimin ulusal kalkınmaya katkısına yönelik farkındalık düzeylerinde değişiklik olabileceğini düşündürmektedir.

Dördüncü soru olan “Araştırmalar, Kelaynak kuşlarının türünün tükenmesinin nedenini, kuşların tarım ilacı kullanılmış meyve ve bitkileri yemesi olduğunu söylüyor. Buradan nasıl bir sonuç çıkarıyorsunuz? Böyle bir bulgu sizi nasıl etkiler?” sorusuna verilen yanıtlar değerlendirildiğinde, köyde ikamet eden öğrencilerin duygusal tepki ve etik duyarlılık temaları hariç diğer temalara ilişkin ifadeleri, il ve ilçe merkezlerinde yaşayan öğrencilere göre daha düşük düzeyde dile getirdikleri görülmüştür. Bu sonuç, öğrencilerin yaşadıkları yerleşim biriminin çevresel farkındalık ve ekolojik etkileri yorumlama biçimlerinde belirleyici olabileceğine işaret etmektedir.

4. Sonuç

Yukarıda sunulan veriler bütüncül olarak değerlendirildiğinde, köyde ikamet eden öğrenciler dışında, tarım ve

hayvancılığı gelecekte bir meslek olarak tercih etmek isteyen öğrenci sayısının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin önemli bir bölümünün tarım ve hayvancılığın ülke ekonomisine katkılarını yeterince bilmedikleri ve bu alanlara ilişkin bilgi düzeylerinin sınırlı olduğu anlaşılmaktadır.

Kaynakça

- Adejoh, S. O., Edoka, M. H., & Shaibu, M. U. (2016). Assessment of students' attitude towards agricultural science subject in secondary schools in Olamaboro Local Government Area of Kogi State, Nigeria. *International of Journal of Agricultural and Veterinary Sciences* 2(1), 18-27. <https://doi.org/10.18819/ijavs.2016.1548>
- Akgül, H. C., & Akgül, E. M. (2011). Fen eğitimde yeni bir kavram: Tarımsal farkındalık ilköğretim öğretmen adaylarının genel, fen bilgisi öğretmen adaylarının özel durumu. *Sakarya University Journal of Education*, 1(1), 15-25.
- Bottoms, G., & Presson, A. (2000). Finishing the job: Improving the achievement of vocational students.
- Dlamini, B. M. (1997). Attitudes of secondary school students toward agriculture in Swaziland. *European Journal of Agricultural Education and Extension*, 4(2), 125-132. <https://doi.org/10.1080/13892249785300231>.
- Hodges, J. (2005). Cheap Food and Feeding the World Sustainably. *Livestock Production Science*, 92(1), 1-16.
- Johnson, I., & Jorgensen, S. (2006). The road to 2050-sustainable development for the 21st century. (No. 36021, p. 1). The World Bank.
- Kaufman, P., Bradby, D., & Teitelbaum, P. (2000). " High schools that work" and whole school reform: raising academic achievement of vocational completers through the reform of school practice.
- Kovar, K. A., & Ball, A. L. (2013). Two decades of agricultural literacy research: A synthesis of the literature. *Journal of Agricultural Education*, 54(1), 167-178.
- Marks, H. M., Newmann, F. M., & Gamoran, A. (1996). Does authentic pedagogy increase student achievement. *Authentic Achievement: Restructuring Schools for Intellectual Quality*, 49-73.
- Nations, U. (2015). World population prospects the 2015 revision, key findings and advance tables. Working paper no. ESA/P/WP.241., Department of economic and social affairs, population division, New York.
- Sayers, I. (2011). New approaches to feeding the world's population. In *International Trade Forum* (No. 3, p. 30-33). International Trade Centre.
- Visher, M. G., Emanuel, D., & Teitelbaum, P. (1999). Key high school reform strategies: An overview of research findings. Washington, DC: U.S. Department of Education, Office of Vocational and Adult Education.
- Wright, D. E. (1992). Agricultural knowledge and perceptions of eleventh-grade students in out-state missouri schools [Doctoral dissertation, University of Missouri, Columbia].

The Use of Artificial Intelligence in Quantitative Research

Çağdaş İskender Demirok¹ , Arzu Cansaran² 

¹ Institute of Science, Amasya University, Amasya, Türkiye, cagdasdemirok93@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, arzu.cansaran@amasya.edu.tr

ABSTRACT

Artificial intelligence tools are support tools that save time in academic studies, enable more accurate analysis of data, and make the research process more efficient and organized. This study aims to examine the contribution of artificial intelligence tools in academic studies conducted with quantitative research methods. This study was conducted using the document analysis method. No primary data collection tools were used in the research; instead, existing literature and secondary data collection tools were analyzed. The initial search yielded six articles related to the topic. The studies examined evaluated the role of AI-supported statistical software in data processing, modeling, and result interpretation processes. The findings show that artificial intelligence saves time, especially in the analysis of large data sets, reduces error rates, and increases the reliability of research outputs. The study reveals that artificial intelligence can be considered a tool that increases methodological efficiency in quantitative research.

Keywords: Artificial intelligence, Quantitative research, Data analysis

Nicel Araştırmalarda Yapay Zekâ Kullanımı

Çağdaş İskender Demirok¹ , Arzu Cansaran² 

¹ Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, cagdasdemirok93@gmail.com

² Eğitim Fakültesi, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, arzu.cansaran@amasya.edu.tr

ÖZET

Yapay zekâ araçları, akademik çalışmalarda zaman tasarrufu sağlayan, verilerin daha doğru analiz edilmesine olanak sağlayan ve araştırma sürecini daha verimli ve düzenli hale getiren destek araçlarıdır. Bu çalışma, nicel araştırma yöntemleriyle yürütülen akademik çalışmalarda yapay zekâ araçlarının katkısını incelemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma doküman analizi yöntemi ile yapılmış olup araştırmada birincil veri toplama araçları kullanılmamış, bunun yerine mevcut literatür ve ikincil veri kaynakları analiz edilmiştir. Yapılan temel sorgulamada konuyla ilgili altı adet makaleye ulaşılmıştır. İncelenen çalışmalarda, yapay zekâ destekli istatistiksel yazılımların veri işleme, modelleme ve sonuç yorumlama süreçlerindeki rolü değerlendirilmiştir. Bulgular, yapay zekanın özellikle büyük veri setlerinin analizinde zaman tasarrufu sağladığını, hata oranlarını azalttığını ve araştırma çıktılarının güvenilirliğini artırdığını göstermektedir. Çalışma, yapay zekanın nicel araştırmalarda metodolojik verimliliği artıran bir araç olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, Nicel araştırma, Veri analizi

1. Giriş

Bilimsel araştırma süreçleri, teknolojik gelişmelerle birlikte sürekli olarak dönüşmekte ve bu dönüşüm araştırma yöntemleri üzerinde doğrudan etkiler oluşturmaktadır (Creswell & Creswell, 2018). Özellikle dijitalleşme, büyük

veri ve hesaplama gücündeki artış, araştırmacıların daha karmaşık veri yapılarıyla çalışmasını kaçınılmaz hâle getirmiştir. Bu durum, geleneksel istatistiksel yöntemlerin tek başına yetersiz kalmasına neden olmakta ve daha gelişmiş, esnek analiz araçlarının kullanımını zorunlu kılmaktadır (Hair vd., 2019).

Yapay zekâ teknolojileri, akademik araştırmalar açısından önemli bir paradigma değişimini temsil etmektedir. Yapay zekâ destekli sistemler yalnızca veriyi işleyen araçlar değil; aynı zamanda örüntü tanıma, tahminleme ve karar destek süreçlerini güçlendiren bütüncül yapılar olarak öne çıkmaktadır (Russell & Norvig, 2021). Nicel araştırmalar bağlamında değerlendirildiğinde, bu teknolojilerin özellikle büyük ölçekli veri setlerinin analizinde sunduğu olanaklar dikkat çekmektedir.

Nicel araştırmalar, sayısal verilerin istatistiksel teknikler aracılığıyla analiz edilmesine dayanan ve genellenebilir sonuçlar elde etmeyi amaçlayan araştırma türleridir (Büyüköztürk vd., 2020). Ancak veri miktarının ve değişken çeşitliliğinin artması; analiz sürecinde zaman kaybı, hata riski ve yorumlama güçlüklerini beraberinde getirmektedir. Yapay zekâ destekli analiz yaklaşımları, bu sorunlara çözüm sunarak araştırmacıların daha sistematik, hızlı ve güvenilir sonuçlara ulaşmasına katkı sağlamaktadır (Jordan & Mitchell, 2015).

Bu çalışmada, yapay zekâ uygulamalarının nicel araştırmalardaki rolü ele alınmakta; özellikle veri analizi süreçlerine sağladığı katkılar literatür temelinde eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın temel amacı, nicel araştırma yöntemleriyle yürütülen akademik çalışmalarda yapay zekâ destekli araçların metodolojik süreçlere sağladığı katkıları incelemektir. Bu doğrultuda, yapay zekâ uygulamalarının veri analizi sürecinde zaman yönetimi, hata oranları ve araştırma çıktılarının güvenilirliği üzerindeki etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda araştırmanın temel problemi, yapay zekâ destekli araçların nicel araştırmalarda ne ölçüde metodolojik verimlilik sağladığı ve bu araçların araştırma sürecine hangi açılardan katkı sunduğu sorusu etrafında şekillenmektedir. Bu kapsamda çalışmada aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- Yapay zekâ destekli araçlar nicel araştırmalarda hangi aşamalarda kullanılmaktadır?
- Yapay zekâ uygulamalarının veri analizi sürecine sağladığı temel avantajlar nelerdir?
- Yapay zekâ kullanımının araştırma sonuçlarının güvenilirliği üzerindeki etkileri nelerdir?

2. Yöntem

2.1. Araştırma Deseni

Bu araştırma, nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan döküman analizi desenine göre yürütülmüştür. Döküman analizi, belirli bir araştırma problemine ilişkin mevcut yazılı kaynakların sistematik biçimde incelenmesini ve yorumlanmasını amaçlayan bir yöntemdir (Özmen & Karamustafaoğlu, 2024). Bu desen, çalışmanın amacına uygun olarak yapay zekâ ve nicel araştırmalar arasındaki ilişkinin bütüncül biçimde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

2.2. Veri Toplama ve Analiz Süreci

Araştırmada birincil veri toplama araçları kullanılmamıştır. Veri kaynağı olarak, yapay zekâ ve nicel araştırma ilişkisini ele alan akademik çalışmalar tercih edilmiştir. Yapılan sistematik literatür taraması sonucunda konu ile doğrudan ilişkili akademik çalışmalar araştırma kapsamına alınmıştır.

Seçilen çalışmalar, yapay zekâ destekli araçların nicel araştırmalarda hangi aşamalarda kullanıldığı, sağladığı

avantajlar ve sınırlılıklar açısından incelenmiştir. Elde edilen veriler tematik olarak sınıflandırılmış ve bulgular bu doğrultuda yorumlanmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2021). Analiz sürecinde özellikle zaman yönetimi, hata oranları ve sonuçların tekrarlanabilirliği gibi ölçütler ön plana çıkarılmıştır.

3. Bulgular

Bu araştırma kapsamında yapılan temel literatür sorgulamasında konuyla ilgili altı adet makaleye ulaşılmıştır. Bu araştırmaların 2019 yılı ve sonrasında yapıldığı görülmektedir (Alan, Zengin & Keçeci, 2024; Ercan, 2020; Gülşen, 2019; Orhan Göksun, 2025; Tapan Broutin, 2023; Yalçın-Çelik & K. Çoban, 2023). İlgili çalışmalar irdelendiğinde, yapay zekâ uygulamalarının nicel araştırmalarda özellikle üç temel aşamada yoğunlaştığını göstermektedir: veri işleme, istatistiksel modelleme ve sonuçların yorumlanması (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Yapay zekâ tabanlı algoritmaların büyük hacimli veri setleri üzerinde hızlı ve tutarlı analizler gerçekleştirebildiği belirlenmiştir.

Bulgular, yapay zekâ destekli yazılımların veri temizleme ve ön işleme süreçlerinde insan kaynaklı hataları önemli ölçüde azalttığını ortaya koymaktadır. Özellikle eksik veri tamamlama, aykırı değer tespiti ve veri dönüşümü gibi işlemlerin otomatikleştirilmesi, analiz sürecinin daha sistematik bir yapıya kavuşmasını sağlamaktadır (Hair vd., 2019).

İstatistiksel modelleme aşamasında, yapay zekâ uygulamalarının farklı değişken kombinasyonlarını kısa sürede test edebilme imkânı sunduğu görülmektedir. Bu sayede alternatif modeller arasında karşılaştırma yapılabilmekte ve en uygun model daha nesnel ölçütlere dayalı olarak seçilebilmektedir (Jordan & Mitchell, 2015).

Sonuçların yorumlanması aşamasında ise yapay zekâ destekli araçların, elde edilen çıktıları görselleştirme ve örüntüleri ortaya koyma konusunda önemli katkılar sunduğu tespit edilmiştir. Bu durum, bulguların daha anlaşılır biçimde sunulmasına ve yorumlanmasına yardımcı olmaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırma bulguları, yapay zekâ teknolojilerinin nicel araştırmalarda yalnızca işlem hızını artıran araçlar olmadığını, aynı zamanda araştırma sürecinin metodolojik niteliğini güçlendiren yapılar olduğunu göstermektedir (Russell & Norvig, 2021). İncelenen çalışmalar, yapay zekâ destekli analizlerin veri işleme ve modelleme aşamalarında sağladığı avantajların araştırma çıktılarının güvenilirliğini doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır.

Literatürde yer alan bulgularla paralel olarak, bu çalışmada da yapay zekâ kullanımının özellikle büyük veri setleriyle yürütülen nicel araştırmalarda önemli bir kolaylaştırıcı rol üstlendiği görülmüştür (Goodfellow vd., 2016).

Analiz sürecinin otomatikleştirilmesi, araştırmacıların zaman ve emek tasarrufu sağlamasına olanak tanırken, aynı zamanda daha derinlemesine yorumlar yapılabilmesine imkân tanımaktadır.

Bununla birlikte, yapay zekâ uygulamalarının sunduğu avantajların yanı sıra bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Yapay zekâ temelli analiz araçlarının yanlış veya yetersiz veriyle beslenmesi durumunda hatalı sonuçlar üretebileceği göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, araştırmacıların metodolojik bilgi ve alan uzmanlığına sahip olmaları, yapay zekâ araçlarının etkin kullanımında kritik bir öneme sahiptir (Büyüköztürk vd., 2020).

Bu çalışma, yapay zekâ uygulamalarının nicel araştırmalarda yalnızca analiz süreçlerini hızlandıran teknik araçlar olmadığını, aynı zamanda araştırma tasarımının bütünlüğünü ve metodolojik niteliğini güçlendiren önemli bir destek unsuru olduğunu ortaya koymaktadır. İncelenen çalışmalar, yapay zekâ destekli sistemlerin özellikle büyük ve karmaşık veri setleriyle yürütülen araştırmalarda analiz sürecini daha sistematik ve yönetilebilir hâle getirdiğini

göstermektedir.

Araştırma bulguları, yapay zekânın veri işleme ve istatistiksel modelleme aşamalarında araştırmacılara önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir. Veri temizleme, model karşılaştırma ve sonuçların görselleştirilmesi gibi süreçlerin otomatikleştirilmesi, araştırmacıların teknik işlemlerden ziyade bilimsel yorum ve kuramsal çıkarımlara odaklanabilmesine olanak tanımaktadır.

Sonuç olarak, yapay zekâ teknolojileri nicel araştırmalar açısından bir tehdit unsuru değil; doğru, bilinçli ve kontrollü biçimde kullanıldığında bilimsel üretkenliği artıran güçlü bir imkân sunmaktadır.

Kaynakça

- Alan, B., Zengin, F., & Keçeci, G. (2024). Yapay zekâ tutum ölçeği (YZTÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 13(4), 789-800. <https://doi.org/10.30703/cije.1327949>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (28. baskı). Pegem Akademi.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Ercan, F. (2020). Turizm pazarlamasında yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı ve uygulama örnekleri, *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Turizm Fakültesi Dergisi*, 23(2), 394-410.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Gülşen, İ. (2019). İşletmelerde yapay zeka uygulamaları ve faydaları: perakende sektöründe bir derleme, *Tüketici ve Tüketim Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 407-436.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255–260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- Orhan Göksün, D. (2025). Öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojileri tabanlı teknolojik pedagojik içerik bilgisi durumlarının belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (50), 1-35. <https://doi.org/10.14520/adyusbd.1688360>
- Özmen, H. & Karamustafaoğlu, O. (Ed.) (2024). *Eğitimde araştırma yöntemleri* (4. baskı), Ankara: Pegem Akademi.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Tapan Broutin, M. S. (2023). Matematik öğretmen adaylarının ChatGPT ile başlangıç deneyimlerinde sordukları soruların incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 707-732. <https://doi.org/10.19171/uefad.1299680>
- Yalçın-Çelik, A. & K. Çoban, Ö. (2023). Kimya sorularının cevaplanmasında yapay zekâ tabanlı sohbet robotlarının performansının incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 21(3), 1540-1561. <https://doi.org/10.37217/tebd.1361401>

The Use of Reflective Diaries in Science Teaching

Cansu Söylemez¹ , Sevilay Karamustafaoğlu 

¹ Institute of Science, Amasya University, Amasya, Türkiye, cansusoylemecns@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, sevilayt2000@yahoo.com

ABSTRACT

The science course, which encompasses different disciplines, explains natural phenomena encountered in daily life and develops students' problem-solving skills based on the working principles of scientific disciplines. Students use the topics and concepts they learn on this course to understand events in their lives and find solutions to the problems they encounter. It is undeniable that reflective diaries, used to develop reflective thinking skills as part of the Turkey Century Education Model that has been implemented, should be well understood by educators. This study aims to introduce reflective science diaries and explain how they are used. In line with the stated objective, the study examined reflective diaries used in academic publications using the document analysis method and provided examples of reflective diaries used by the researchers. According to the studies conducted, it has been understood that reflective diaries help to concretise lesson content and that students apply their existing knowledge to solve problems encountered in daily life. At the end of the research, some results were shared with the teachers, indicating that reflective diaries enabled students to gain knowledge about their own learning, to organise the information they had learned, and to apply the knowledge they had acquired in different areas of life.

Keywords: Science teaching, Reflective diaries, Student diaries

Fen Öğretiminde Yansıtıcı Günlüklerin Kullanımı

Cansu Söylemez , Sevilay Karamustafaoğlu 

¹ Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, cansusoylemecns@gmail.com

² Eğitim Fakültesi, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, sevilayt2000@yahoo.com

ÖZET

Farklı disiplinleri içinde barındıran fen bilimleri dersi, günlük hayatta karşılaşılan doğa olaylarını açıklar ve bilim dallarının çalışma prensibinden yola çıkarak öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir. Öğrenciler bu ders kapsamında öğrendikleri konu ve kavramları yaşantılarındaki olayları anlamak ve karşılaştıkları problemlere çözüm yolu bulmak için kullanırlar. Uygulanmaya başlanan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde yer verilen yansıtıcı düşünme becerisinin geliştirilmesi amacıyla kullanılan yansıtıcı günlüklerin, öğretmenler tarafından iyi bilinmesi yadsınmaz. Gerçekleştirilen bu çalışmada, yansıtıcı fen günlüklerinin tanıtılması ve kullanımının nasıl olduğunun açıklanması amaçlanmıştır. Belirtilen amaç doğrultusunda çalışmada doküman analizi yöntemi kullanılarak akademik yayınlarda kullanılan yansıtıcı günlükler incelenmiş ve araştırmacıların uyguladığı yansıtıcı günlüklerden örnekler sunulmuştur. Yapılan incelemelere göre, yansıtıcı günlükler sayesinde ders içeriklerinin somutlaştırıldığı, öğrencilerin mevcut bilgilerini günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm bulmak için işe koştukları anlaşılmıştır. Araştırmanın sonunda yansıtıcı günlük kullanımının öğrencilerin kendi öğrenmeleri ile ilgili bilgi edindiği, öğrendiği bilgileri düzenlemeye yararlanabildiği, ulaştığı bilgi birikimini hayatın farklı alanlarında kullanabildiği şeklinde ulaşılan bazı sonuçlar öğretmenlerle paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen öğretimi, Yansıtıcı günlükler, Öğrenci günlükleri

1. Giriş

Eğitim, eğitmek fiilinden türemektedir. Eğitmek, "birinin akla uygun, fiziksel ve moral gelişmesi üzerine etki yaparak çeşitli davranış yatkınlıkları, bilgi ve görgü aşılayarak önceden tespit edilmiş amaçlara göre onun belirli bir yönde gelişmesini sağlamak" anlamına gelmektedir (URL-1, 2025). Bu bağlamda eğitim, insanların bilgi, beceri, değerler ve tutumlar kazanarak kendilerini geliştirmelerini sağlayan bir öğrenme sürecidir. Bu süreç, okullar, üniversiteler veya diğer eğitim kurumları gibi yapılandırılmış ortamlarda gerçekleşebileceği gibi, günlük yaşam deneyimlerinden de öğrenme yoluyla elde edilebilir. Eğitim, bireyin düşünme, problem çözme ve iletişim becerilerini geliştirerek topluma faydalı bireyler olmasını amaçlamaktadır. Aynı zamanda eğitim, bilgi aktarımının ötesine geçerek eleştirel düşünme, sosyal uyum, kültürel farkındalık ve etik değerlerin kazanılmasını da sağlamaktadır. İnsanların potansiyellerini ortaya çıkararak hem bireysel hem de toplumsal gelişime katkı sunan bir araçtır. Eğitim, her yaşta ve her koşulda hayat boyu bitmek bilmeyen bir süreçtir (URL-2, 2023). Eğitim boyunca, bireyin hem kişisel gelişimini hem de toplumsal uyumunu destekleyen dinamik bir yapıdır. Günümüzde eğitim anlayışı, yalnızca bilgi aktarımı değil, bireyin öğrenmeyi öğrenmesini, eleştirel düşünmesini ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bir sistem hâline gelmiştir (Demirel, 2012). Eğitim sürecinde öğrencilerin aktif katılımı ve öğrenilen bilgileri anlamlandırma becerisi, öğrenme çıktılarının kalıcılığı açısından kritik öneme sahiptir. Bu durum eğitimin yalnızca bilgiyi aktaran bir süreç olmadığı bireyin zihinsel ve sosyal becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bütüncül bir yapı taşıması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda eğitimin amacı, bireyleri sadece bilgi birikimine boğmak değil, aynı zamanda bu bilgiyi analiz etme, değerlendirme ve günlük yaşamda kullanma becerilerini geliştirmektir (Sönmez, 2015). Bu kapsamda eğitim; bireyin kendini gerçekleştirmesi, topluma uyum sağlaması ve yaşam boyu öğrenme anlayışını benimsemesi için bir araçtır (Küçükahmet, 2009).

21. yüzyılda bilginin önemi yadsınamaz, bilgi ve teknolojiadaki gelişimi takip edebilen nesiller yetiştirilmesi için yeni bilgi ve becerilerin kazandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır, öğrenme etkinliğinin artırılmasının öncelik olması getirmektedir (Akkuzulu, 2011). Günümüzde bilginin kaynağı değil, bunun yerine bilgiyi elde etmenin yolu, elde edinilen bilginin nasıl aklında tutabileceği ve nasıl kullanıldığı önem kazanmaktadır (Çardak, 2010). Bu gibi değişimler sonucu eğitim öğretim faaliyetleri tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de değişim göstermektedir. Bu değişimin önemli noktalarından biri de kişinin yaparak ve yaşayarak öğrenmesi yoluyla etkin öğrenmenin gerçekleştirilmesidir (Aydın, 2014). Bu yaklaşımların tümü, 21. yüzyıl becerilerini (eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim, iş birliği) geliştirmeyi hedefleyen çağdaş bir fen eğitimi anlayışını yansıtmaktadır (Yıldırım, 2021).

Fen bilimleri eğitimi, öğrencilerin doğa olaylarını gözlemleyerek, araştırarak ve sorgulayarak anlamlandırmalarını sağlayan bir öğrenme ortamı sunar. Fen bilimleri, bireyin kendisine ve etkileşimde bulunduğu ortama dair merak ettiği birçok soruya yanıt bulduğu bir derstir. Konularını bireyin yaşadığı çevreden ve doğadan almaktadır. Fen eğitiminin amaçları bireylerin doğaya ilişkin sorularına etkili bir biçimde cevap bulmak ve bireylerin sürekli değişen çevreyle uyumuna katkı sağlamaktır (Kaptan, 1998). Bu uyum da eğitimin bizzat içinde bulunmasıyla mümkün olmaktadır. Fen bilimleri eğitiminin özel amacı ise bireylerin doğayı anlama, bilimsel süreç becerilerini kullanma ve bilimsel okuryazarlık düzeylerini artırmaktır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Dolayısıyla eğitimin genel amaçları, fen bilimleri eğitimi aracılığıyla somut uygulama alanı bulmaktadır. Ayrıca öğrencilere

sadece fen kavramlarını öğretmekle kalmaz; aynı zamanda bilimsel süreç becerilerini, eleştirel düşünmeyi ve problem çözme yeteneklerini kazandırmaktadır (Lederman, 2007).

Geleneksel eğitim anlayışı, genellikle bilgi aktarımına dayalı olup öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını sınırlamaktadır. Günümüzde ise aktif öğrenme, öğrencilerin bilgiyi anlamlandırması ve kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmesi açısından önem kazanmıştır (Bonwell & Eison, 1991). Bu bağlamda yansıtıcı günlükler, öğrencilerin deneyimlerini, duygularını ve öğrenme süreçlerini yazılı olarak değerlendirmelerine olanak tanıyan güçlü bir pedagojik araçtır (Moon, 2004; Schön, 1983). Yansıtıcı düşünmenin öğrenme ortamlarında etkili biçimde geliştirilmesi, uygun araç ve yöntemlerin kullanılmasına bağlıdır. Bu araçlar arasında yansıtıcı günlükler, e-portfolyolar, öz-değerlendirme formları, video temelli öz izleme ve grup tartışmaları yer almaktadır (Boud, Keogh ve Walker, 1985; Korthagen, 2001). Yansıtıcı düşünme, bireyin kendi öğrenme süreci üzerine sistematik biçimde düşünmesi, deneyimlerini analiz etmesi ve gelecekteki öğrenme veya öğretim uygulamalarını buna göre düzenlemesidir (Dewey, 1933; Schön, 1983). Eğitim bağlamında yansıtıcı düşünme, öğrencinin pasif bilgi alıcısı olmaktan çıkıp aktif, sorgulayıcı bir öğrenen hâline gelmesini sağlamaktadır (Cengiz ve Karataş, 2015).

Eğitimde yansıtıcı günlük kullanımı, yalnızca bilgi aktarımına dayalı geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak, öğrencilerin deneyimlerini ve düşüncelerini yazılı olarak ifade etmelerine olanak tanır. Öğrencilerin kendi öğrenme stratejilerini geliştirmelerine, problem çözme becerilerini artırmalarına ve akademik başarılarını desteklemelerine katkı sağlamaktadır (Boud, Keogh ve Walker, 1985). Öğretmenler açısından yansıtıcı günlükler, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha yakından gözlemlene ve ihtiyaçlarını belirleme imkânı sunmaktadır. Yansıtıcı günlükler, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini, deneyimlerini ve duygusal tepkilerini sistematik bir şekilde kaydettikleri araçlardır. Bu bağlamda, yansıtıcı günlükler öğrencilere hem kendi öğrenme süreçlerini değerlendirme hem de eleştirel düşünme becerilerini geliştirme imkânı sunmaktadır (Moon, 2004). Yansıtıcı günlükler, özellikle fen bilimleri, sosyal bilimler ve öğretmen yetiştirme programlarında giderek yaygınlaşmaktadır. Öğrenciler, günlük tutarken sadece öğrenilen bilgileri değil, aynı zamanda kendi düşünce ve duygularını da analiz eder. Bu süreç, öğretmenler ve öğrencilerin öğrenme süreçlerini anlamada ve öğretim yöntemlerini bireyselleştirmede önemli bir araçtır (Dyment ve O'Connell, 2011). Yansıtıcı günlükler, yalnızca öğrencilerin akademik bilgilerini pekiştirmelerini sağlamakla kalmaz; aynı zamanda eleştirel düşünme, problem çözme, öz farkındalık ve duyuşsal gelişim gibi becerilerin kazandırılmasına da katkıda bulunmaktadır. Bu araç, öğrencilerin deneyimlerini yapılandırmalarına, hatalarını analiz etmelerine ve öğrenme süreçlerini geliştirmelerine yardımcı olur (Boud, Keogh ve Walker, 1985). Eğitimde öğrencilerin aktif katılımı ve öğrenme süreçlerini anlamlandırabilmesi, öğrenme çıktılarının kalıcılığı açısından kritik öneme sahiptir. Yansıtıcı günlükler, öğrencilerin deneyimlerini, duygularını ve öğrenme süreçlerini sistematik şekilde yazıya dökerek değerlendirmelerini sağlayan araçlardır (Schön, 1983). Yansıtıcı günlükler, öğrencilerin eleştirel düşünme, yansıtıcı düşünme, problem çözme ve öz farkındalık, duyuş ve düşüncelerini organize etme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. Öğretmenler için ise, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha yakından izleme ve bireyselleştirilmiş geri bildirim sağlama imkânı sunar (Dyment ve O'Connell, 2011; Moon, 2004;).

Yansıtıcı düşünme, öğretmen ve öğretmen adayları için de oldukça önemlidir. Öğretmen adaylarının yansıtıcı günlükler tutmaları, öğretim uygulamalarını gözden geçirmeleri ve öğrenme süreçlerini eleştirel biçimde değerlendirmeleri, mesleki gelişimlerini desteklemektedir (Akar ve Şahin, 2020). Yapılan araştırmalar, yansıtıcı

düşünmenin fen eğitiminde öğrenci başarısını ve öz değerlendirme becerilerini artırdığını göstermektedir (Cengiz ve Karataş, 2015; Koç, 2021). Fen bilimleri eğitiminde yansıtıcı araçların kullanımı, öğrencilerin deneysel süreçleri anlamlandırmalarına, hatalarından öğrenmelerine ve yeni stratejiler geliştirmelerine katkıda bulunur (Koç, 2021). Yansıtıcı yazma olarak görülen günlükler bireylerin öğrendikleri bilgi birikimi ile günlük hayatta yaşanan olaylar arasında kurdukları bağı anlamlandırmalarına katkıda bulunur (Özdemir, 2015).

Öğrenciler bir ürün oluşturdıkları için mutluluk duyarlar ve kendilerine güven duymaya başlarlar (Güney, 2008). Yapılandırılmış günlüklerde kullanılan sorular öğrencilerin kolaylıkla yazılarını oluşturabilmelerini destekler (Kalay, 2013). Günlüklerdeki sorular konu ve kavramlara dair yorum yapılmasına ve öğrenilen bilgilerin kullanılmasına olanak sağlar (Alparslan, 2015). Bu günlüklerden daha ayrıntılı ve bireyin iç dünyasını, düşünce yapısını açığa çıkaran bilgiler elde edilmektedir (Güvenç, 2011). Yapılandırılmamış günlüklerin kullanımında ise öğrenciler duygu ve düşüncelerine hiçbir sınırlama olmaksızın ifade edebilirler (Eker ve Arsal, 2014).

Bu çalışmada, yansıtıcı fen günlüklerinin tanıtılması ve kullanımının nasıl olduğunun açıklanması amaçlanmıştır. Belirtilen amaç doğrultusunda çalışmada, akademik yayınlarda kullanılan yansıtıcı günlükler incelenmiş ve araştırmacıların öğrencilere uyguladığı yansıtıcı günlüklerden örnekler sunulmuştur.

2. Yöntem

Bu araştırma nitel yaklaşımla yapılmış bir doküman incelemesidir. Doküman incelemesi, araştırma konusu ile ilgili mevcut dergi, kitap ve çeşitli belge tarzı benzeri materyallerin belirli bir özelliklerine göre analiz etmektir (Özmen ve Karamustafaoğlu, 2019). Bu çalışmada da amaca uygun olarak tamamlanmış tezler incelenmiştir. YÖKTEZ veri merkezinden tez adında ‘‘yansıtıcı günlük’’ ifadesi yer alan, 2013-2024 yılları arasında yayınlanan 5 tez çalışmasına ulaşılmıştır. Bu tez çalışmalarının tez adı, yazar adı, çalışmanın yapıldığı yıl, çalışmanın yöntemi, örnekleme ve sonuçları incelenmiştir. Çalışmada ayrıca, Amasya ilinde öğrenim göre 5. ve 6. sınıf öğrencilerinden 15 öğrenciye örneği verilen fen günlüğü 2. ve 3. üniteler için uygulanmıştır. Uygulama öncesi çalışmada kullanılan günlük (Gürbüz, 2022) tanıtılmış ve günlüğün bölümleri için nasıl bir yol izleneceği hakkında bilgi verilmiştir.

3. Bulgular

YÖKTEZ veri merkezinden tez adında ‘‘yansıtıcı günlük’’ ifadesi yer alan, 2013-2024 yılları arasında yayınlanan 5 tez çalışmasına ulaşılmıştır. Bu tez çalışmalarının tez adı, yazar adı, çalışmanın yapıldığı yıl, çalışmanın yöntemi, örnekleme ve sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

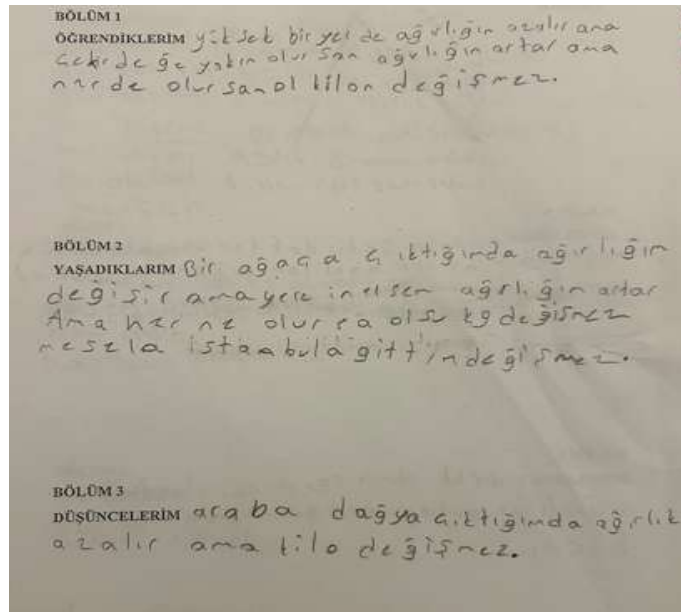
Tablo 1. Yansıtıcı Günlüklerle İlgili Tez Çalışmaları

Tez Adı	Yazar	Yıl	Yöntem	Örnekleme	Sonuç
Fen ve teknoloji laboratuvar uygulamalarında sınıf öğretmeni adaylarının yansıtıcı günlük yazım ve epistemolojik inançlarının incelenmesi	G. Güven	2013	Nitel – Özel Durum Yöntemi	20 Lisans Öğrencisi	Akademik başarı ve bilimsel dil kullanma becerisinde artış gözlemlenmiştir.
Fen bilgisi öğretmen adaylarının genel kimya laboratuvarı dersinde hazırladıkları yansıtıcı günlüklerin yansıtıcı düşünme ve akademik	C. Cengiz	2014	Nitel – Yarı Deneysel Desen	28 Lisans Öğrencisi	Yansıtıcı günlük yazmanın üstbilişsel farkındalık, motivasyon ve duygu durumunu

Tez Adı	Yazar	Yıl	Yöntem	Örneklem	Sonuç
başarıları üzerine etkisi					olumlu etkilediği bulunmuştur.
Yansıtıcı günlük yazımının sınıf öğretmeni adaylarının yaratıcı düşünme eğilimlerine ve yansıtma düzeylerine etkisi	M. Elmas Ahlatcıoğlu	2020	Karma – Yarı deneysel + Görüşme + Günlükler	30 Lisans Öğrencisi	Yansıtıcı günlüklerin yaratıcı ve yansıtıcı düşünmeyi geliştirdiği ifade edilmiştir.
Yansıtıcı günlük yazımının İngilizceyi yabancı dil olarak öğrenen öğrencilerin yabancı dil öğrenme kaygısı ve İngilizce öz-yeterlikleri üzerine etkisi	K. Aksoy	2020	Nicel Deneysel	39 Lisans Öğrencisi	Değişkenler arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.
Yapay zekâ destekli yansıtıcı günlükler aracılığıyla yazma becerilerinin geliştirilmesi için öğrenen özerkliğinin güçlendirilmesi	S. Könez	2024	Nicel Deneysel	36 Lisans Öğrencisi	Öğrencilerin kendilerini değerlendirme becerilerinde belirgin gelişme görülmüştür.

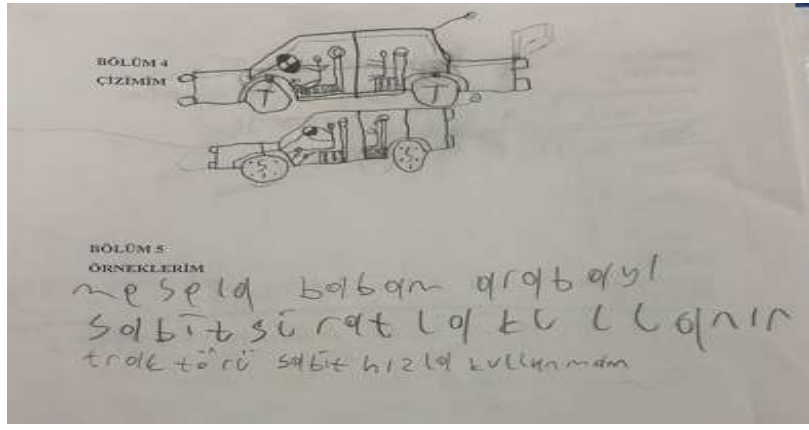
Tabloda yer alan tez çalışmalarında kullanılan yöntemlerin farklı olmasının yanında nicel yöntemin tercih edildiği görülmektedir. Çalışmalar 2013-2024 yılları arasında yapılmış olup son yıllarda çalışmaların arttığı dikkat çekmektedir. Örneklem olarak lisans öğrencilerinin kullanıldığı görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde genellikle öğrencilerin gelişimine olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmada 15 öğrenciye örneği verilen fen günlükleri de değerlendirilmiş ve onlardan iki örnek aşağıda sunulmuştur.



Görsel 1. 5. sınıf 2. Ünite Kuvveti Tanıyalım sonrasında oluşturulan bir yansıtıcı fen günlüğü

Öğrencinin konuya ilişkin günlük hayattan örnekler sunması yansıtma gücünün yeterli düzeyde iyi olduğunu gösterir. Öğrendiklerini yazıyla aktarırken bilgilerini düzenlemede başarılıdır.



Görsel 2. 6. sınıf 2. Ünite: Kuvvet ve Hareket sonrasında oluşturulan bir yansıtıcı fen günlüğü

Öğrencinin konuya ilişkin günlük hayattan örnekler sunması yansıtma gücünün yeterli düzeyde iyi olduğunu gösterir. Burada öğrencinin çizim yeteneğinin gelişmiş düzeyde olduğunu, ayrıntıları yansıtabildiği görülmektedir.

İncelenen tezler ve öğrenci günlüklerinden yola çıkarak, yansıtıcı günlüklerin öğretmen ve öğrencilere olan kazanımları aşağıdaki tablolardaki gibi özetlenebilir.

Tablo 2. Yansıtıcı günlüklerin öğretmenlere kazanımları

Öğretmen Kazanımı	Açıklama
Öğrenci ilerlemesini takip eder	Günlükler sayesinde öğrencinin ders içindeki gelişimi gözlemlenebilir.
Geri bildirim sağlar	Öğrencinin yazdıkları üzerinden bireysel ve yapıcı geri bildirim verilebilir.
Öğretim uygulamalarını geliştirir	Öğrencilerin dönütleri, dersin yöntem ve materyallerinin iyileştirilmesini sağlar.

Tablo 3. Yansıtıcı günlüklerin öğrencilere kazanımları

Öğrenci Kazanımları / Kazanım Türü	Açıklama	Örnek Öğrenci İfadesi
Eleştirel düşünme	Öğrencilerin olayları analiz etme ve çözüm üretme becerisi	"Ders sırasında yaptığımız deneyde beklenmedik sonuçlarla karşılaştım. Bunun nedenlerini araştırdım ve farklı bir yaklaşım denedim."
Öz farkındalık	Kendi güçlü ve zayıf yönlerini fark etme	"Matematikte problem çözme konusunda zorlandığımı fark ettim, daha fazla pratik yapmam gerekiyor."
Öğrenme süreci izleme	Öğrencilerin kendi öğrenme stratejilerini değerlendirmesi	"Bu konuyu öğrenirken not alma yöntemimin yeterli olmadığını gördüm; bundan sonra özet çıkaracağım."
Akademik motivasyon	Öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonunu artırması	"Günlük yazmak, ders sırasında daha dikkatli olmamı sağladı ve öğrenmeye ilgimi artırdı."

4. Sonuç ve Tartışma

Yapılan araştırmalar, yansıtıcı günlüklerin özellikle öğretim uygulamalarına yönelik farkındalık, öz-değerlendirme, eleştirel düşünme ve mesleki kimlik gelişimi üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Örneğin, Türkiye’de yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının haftalık olarak tutulan günlükler sayesinde ders içi uygulamaları eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirdikleri ve pedagojik farkındalıklarının arttığı gözlemlenmiştir (Akkoyunlu vd., 2015; Ulusoy ve Altun, 2018). Araştırmalar, yansıtıcı günlük tutan öğrencilerin bilgiyi uzun süre hatırlama ve uygulama becerisinin arttığını göstermektedir (Moon, 2004). Ayrıca öğrenciler, sınav ve proje performansında daha yüksek başarı göstermektedir. Yansıtıcı günlükler, eğitim alanında öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin kendi öğrenme ve öğretim deneyimlerini sistematik olarak gözden geçirmelerini sağlayan etkili bir

araçtır. Bu günlükler, bireylerin ders planlama, uygulama, değerlendirme ve mesleki gelişim süreçlerini yazılı olarak analiz etmelerine olanak tanır. Yansıtıcı günlükler aracılığıyla bireyler, hem kendi güçlü ve zayıf yönlerini fark eder hem de gelecekteki öğretim deneyimleri için stratejiler geliştirebilirler (Dewey, 1933; Schön, 1983). Yansıtıcı günlük yazımı söz konusu olduğunda, öğrencilere uygulamadaki prosedürün net bir şekilde açıklanması gerekir. Öğrencilerin görevleri, gözlemleri ve kendi deneyimlerini yansıtmak için yapısal bir yardıma ihtiyaçları vardır. Bu çalışmada, çalışmanın sonuç olarak, öğrencilerin öğrenme aşamalarını net bir şekilde anlamaları ve bunun sonucunda öz mekanizma becerilerinin gelişmesi gibi yeni kavrayışlar kazanmaları hedeflenmiştir (Thornbury, 1997). Yansıtıcı günlükler eğitim süreçlerinde önemli bir araçtır. Öğrencilerin eleştirel düşünme, öz farkındalık ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmasının yanı sıra, öğretmenlerin öğrenme sürecini daha etkin yönetmelerini sağlamaktadır. Bu bağlamda, yansıtıcı günlüklerin özellikle fen bilimleri, sosyal bilimler ve öğretmen eğitiminde düzenli olarak kullanılması önerilmektedir. Yazarak öğrenme hem geleneksel hem de klasik bir yaklaşım yaygın olarak kullanılmaktadır. Fen günlüğü yazmak öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenmelerini açığa çıkarmaktadır. Fen günlükleri ayrıca öğrencilerin kendilerini özgürce ifade etmelerine ortam sağlamaktadır (Çardak, 2010). Fen günlükleri, öğrencilerin öğrenmiş olduğu bilgileri kendi zihinlerinde yapılandırarak gözden geçirmelerine destek olur. Öğretmenlere öğrencilerin öğrenmeleri hakkında bilgi verir. Etkili ve kalıcı bir şekilde öğrenilen bilgiler günlük hayatta kullanılabilir (Aydın, 2014). Elde edilen bulgular, yansıtıcı günlüklerin öğrencilerde bilişsel, duyuşsal ve akademik kazanımlar sağladığını göstermektedir. Öğrenciler, yazılı olarak düşüncelerini ifade ettikçe kendi öğrenme süreçlerini değerlendirir ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirir. Öğretmenler ise öğrencilerin gelişimlerini takip etme ve öğretim yöntemlerini uyarlama imkânı bulur.

Eğitim programındaki eksikliklerin tespit edilmesi, öğretmenler için öğretim stratejileri ve bu eksiklikler ile eğitim sistemlerine dayalı olarak öğretim uygulamalarının değiştirilmesi önerilebilir (Thornbury, 1997). Yansıtıcı günlüklerin etkin kullanımının sağlanabilmesi için öğretmenlerin öğrencileri doğru yönlendirmesi, yazılı ifadelerin değerlendirilmesi ve düzenli geribildirim sunması gerekmektedir. Gelecek araştırmalarda, farklı disiplinlerde yansıtıcı günlük kullanımının öğrenci başarısına etkisinin nicel ve nitel yöntemlerle detaylı şekilde incelenmesi önerilmektedir. Yansıtıcı günlüklerin etkinliği, düzenli yazım, doğru yönlendirme ve öğretmen geri bildirimi ile artmaktadır. Bu nedenle eğitim kurumlarında yansıtıcı günlük uygulamalarının sistematik olarak entegre edilmesi önerilmektedir. Yansıtıcı günlüklerin uygulama sürecinde zaman kısıtlamaları, yapılandırılmamış format ve bazı öğrencilerin günlükleri yalnızca özetleme düzeyinde yazmaları yer almaktadır. Bu nedenle, yansıtıcı günlüklerin etkili olabilmesi için öğretmen eğitimi programlarında düzenli, yönlendirilmiş ve yapılandırılmış bir şekilde uygulanmaları önerilmektedir (Kaplan, 2021; Şahin, 2022).

Kaynakça

- Akar, D., & Şahin, Ç. (2020). Sınıf öğretmenlerinin yansıtıcı düşünme eğilimleri. *Ahi Bilge Eğitim Dergisi*, 6(2), 15–32.
- Akkoyunlu, B., Telli, E., Menzi Çetin, N., & Dağhan, G. (2015). Öğretmen eğitiminde yansıtıcı günlüklere ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 6(1), 1–28.
- Akkuzulu, D. (2011). *Yedinci sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi çevre ve insan ünitesinde yansıtıcı fen günlükleri tutmasının başarı ve tutuma etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara

- Alparslan, G. U. (2015). *Fakülte ölçekli sanat eğitiminde sanat felsefesi dersinin yeri ve önemi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tez, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Aydın, A. (2014). *Fen günlükleri kullanımının akademik başarı, bilginin kalıcılığı ve günlük yaşamla ilişkilendirilmesine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1.
- Boud, D., Keogh, R., & Walker, D. (1985). *Reflection: Turning experience into learning*. London: Kogan Page.
- Cengiz, C., & Karataş, K. (2015). Yansıtıcı düşünme ve öğretimi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 276–286.
- Çardak, Ü. (2010). Fen ve teknoloji dersine ilişkin günlük tutmanın öğrenci başarısı ve tutumu üzerine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Demirel, Ö. (2012). *Eğitimde program geliştirme: Kuramdan uygulamaya*. Ankara: Pegem Akademi.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: D.C. Heath and Company.
- Dyment, J. E., & O'Connell, T. S. (2011). The value of reflective journals in undergraduate teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 27(3), 489–498.
- Eker, C., & Arsal, Z. (2014). Öz düzenleme stratejileri öğretimi sürecinde ders günlükleri kullanımının öz düzenleme stratejileri öğretimin etkisi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 80-93.
- Güney, K. (2008). Mikro-yansıtıcı öğretim yönteminin öğretmen adaylarının sunu performansı ve yansıtıcı düşünmesine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Güvenç, H. (2011). Çalışma günlüklerinin 6. sınıf öğrencilerinin öz düzenlemeli öğrenmeleri üzerindeki etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41), 206-218.
- Kalay, A. (2013). Ritme dayalı müzik öğretim programının, öğrencilerin akış deneyimleri, müzik dersi başarıları ve müzik dersine yönelik tutumları üzerindeki etkileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Kaplan, T. (2021). The use of reflective journals in the process of distance education: Teaching practices. *International Journal of Online and Distance Education*, 4(2), 45–60.
- Kaptan, F. (1998). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Koç, S. (2021). Fen eğitiminde yansıtıcı düşünme uygulamalarının öğrenci başarısına etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(2), 56–71.
- Korthagen, F. A. J. (2001). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Küçükahmet, L. (2009). *Eğitim bilimine giriş*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3–8. sınıflar)*. Ankara: MEB Yayınları.
- Moon, J. A. (2004). *A handbook of reflective and experiential learning: Theory and practice*. London: RoutledgeFalmer.

- Özdemir, N. (2015). *Fen öğretiminde yansıtıcı yazma etkinliklerinin öğrencilerin üst biliş becerilerine ve duyuşsal değişkenlere etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (Ed.) (2024). *Eğitimde araştırma yöntemleri*, 4. Baskı, Ankara: Pegem Akademi.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York, NY: Basic Books.
- Sönmez, V. (2015). *Eğitim felsefesi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Şahin, F. (2022). *Early childhood preservice teachers' experiences with reflective journal writing*. *European Journal of Educational Research*, 11(2), 765–778.
- Thornbury, S. (1997). Reformulation and reconstruction: Tasks that promote 'noticing'. *ELT Journal*, 51(4), 326-335.
- Ulusoy, M., & Altun, D. (2018). *Öğretmen adaylarının yansıtıcı yazılı anlatımlarının değerlendirilmesi*. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(4), 900–919.
- URL-1 (2025). *Vikipedi, özgür ansiklopedi*, <https://tr.wikipedia.org/wiki/E%C4%9Fitim#:~:text=E%C4%9Fitim%20terimi%2C%20T%C3%BCrk%C3%A7ede%20e%C4%9Fitmek%20filinden,y%C3%B6nde%20geli%C5%9Fmesini%20sa%C4%9Flamak%22%20anlam%C4%B1na%20gelir>.
- URL-2 (2023). *Eğitim nedir?* <https://boenstitu.com/blog/egitim-nedir>
- Yıldırım, B. (2021). *Fen eğitiminde 21. yüzyıl becerileri*. İKSAD Yayınevi.

Soft Symmetric Difference Complement-Symmetric Difference Product of Groups

İbrahim Durak ¹ , Aslihan Sezgin ² , Thiagarajan Manikantan ³ 

¹ Graduate School of Natural and Applied Sciences, Amasya University, Amasya, Türkiye, ibrahimdurak391919@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, aslihan.sezgin@amasya.edu.tr

³ Thiruvalluvar Government Arts College, Affiliated to Periyar University, Tamilnadu, India, manikantan_slm@rediffmail.com

ABSTRACT

This research introduces the soft symmetric difference complement-symmetric difference product, which is defined for soft sets with parameter domains of group-theoretic structure. Based on the axiomatic foundation, this operation's key algebraic properties such as closure, associativity, commutativity, and idempotency are explored, while also showing that it is consistent with broader notions of soft equality and subset relationships. The study provides an in-depth analysis of the operation's features concerning identity and absorbing elements, as well as its interactions with null and absolute soft sets, all within the framework of group-parameterized domains. This research sets the stage for the development of a generalized soft group theory, where soft sets indexed by group-based parameters emulate classical group behaviors through abstract soft operations.

Keywords: Soft sets, Soft subsets, Soft equalities, Soft symmetric difference complement-symmetric difference product

1. Introduction

Molodtsov introduced soft set theory, Maji et al. (2003) and Pei and Miao (2005) later improved the theory from an information-theoretic viewpoint. This groundwork was further advanced by Ali et al. (2009), and several subsequent studies by Yang (2008), Feng et al. (2010), Jiang et al. (2010), Ali et al. (2011), Neog and Sut (2011), Fu (2011), Ge and Yang (2011), Singh and Onyeozili (2012a, 2012b, 2012c, 2012d), Zhu and Wen (2013), Onyeozili and Gwary (2014), and Sen (2014), have progressed the field by clarifying definitions, proposing new binary operations, and formalizing generalized soft equivalences.

In recent years, the mathematical framework of soft set theory has greatly expanded, as shown by various initiatives aimed at developing coherent and extensible parallel operations by Eren and Çalışıcı (2019), Stojanović (2021), Sezgin et al. (2023a, 2023b), Sezgin and Aybek (2023), Sezgin and Dağtoros (2023), Sezgin and Demirci (2023), Sezgin and Çalışıcı (2024), Sezgin and Yavuz (2023a, 2023b; 2024), Sezgin and Çağman (2024, 2025), Sezgin and Sarıaloğlu (2024a, 2024b), and Sezgin and Şenyiğit (2025). These developments have concentrated on also generalizing the core concepts of soft subethood and equivalence. Significant contributions from Pei and Miao (2005), Feng et al. (2010), and Qin and Hong (2010) laid the foundation for broader theoretical models, which were later refined by Jun and Yang (2010) and Liu et al. (2012) through the creation of J-soft and L-soft equivalence relations. Feng and Li (2013) further advanced the theory by classifying soft subsets under L-equality and demonstrating that certain remainder structures fulfill essential semigroup properties, such as associativity,

commutativity, and distributivity. g-soft, gf-soft, and T-soft equivalences—have been introduced by Abbas et al. (2014,2017), Al-shami (2019), and Al-shami and El-Shafei (2020), incorporating congruence-based and lattice-theoretic approaches into the mathematical study of soft sets. Çağman and Enginoğlu (2010), who established a coherent and mathematically robust basis for further theoretical developments, achieved a major breakthrough. This theoretical foundation has enabled the systematic incorporation of soft set operations into classical mathematical frameworks by Sezer (2012), Sezgin (2016), and Muştuoğlu et al. (2016). In contrast, the soft union-union product, has been utilized within group-theoretic, semigroup-theoretic, and ring-theoretic frameworks by Kaygısız (2012), Sezer et al. (2015a), Sezgin et al. (2017).

The research presents the soft symmetric difference complement-symmetric difference product, which is defined over soft sets with parameters of groups. Closure, associativity, commutativity, and idempotency, identity element, its relation with null and absolute soft sets, and absorbing elements are investigated. This operation establishes a foundation for a generalized soft group theory. Section 2 outlines the essential algebraic foundations and formal definitions. Section 3 presents the soft symmetric difference complement- symmetric differene product and thoroughly explores its related algebraic theory. Finally, Section 4 summarizes the key findings and suggests possible avenues for further development of soft algebra in systems that tackle uncertainty.

2. Preliminaries

The foundational basis for all subsequent definitions, operations, and algebraic developments presented herein, we refer to by Çağman and Enginoğlu (2010).

Definition 2.1. Let E be a parameter set, U be a universal set, $P(U)$ be the power set of U , and $\mathcal{H} \subseteq E$. Then, the soft set $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}$ over U is a function such that $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}: E \rightarrow P(U)$, where for all $\varrho \notin \mathcal{H}$, $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}(\varrho) = \emptyset$. That is,

$$\mathcal{L}_{\mathcal{H}} = \{(\varrho, \mathcal{L}_{\mathcal{H}}(\varrho)): \varrho \in E\}$$

From now on, the soft set over U is abbreviated by $\mathcal{SS}$ (Çağman and Enginoğlu, 2010)

Definition 2.2. Let $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}$ be an $\mathcal{SS}$. If $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}(\varrho) = \emptyset$ for all $\varrho \in E$, then $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}$ is called a null $\mathcal{SS}$ and indicated by $\emptyset_E$, and if $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}(\varrho) = U$, for all $\varrho \in E$, then $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}$ is called an absolute $\mathcal{SS}$ and indicated by U_E (Çağman and Enginoğlu, 2010).

Definition 2.3. Let $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}$ and $\mathcal{A}_{\mathcal{K}}$ be two $\mathcal{SS}$ s. If $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}(\varrho) \subseteq \mathcal{A}_{\mathcal{K}}(\varrho)$, for all $\varrho \in E$, then $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}$ is a soft subset of $\mathcal{A}_{\mathcal{K}}$ and indicated by $\mathcal{L}_{\mathcal{H}} \subseteq \mathcal{A}_{\mathcal{K}}$. If $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}(\varrho) = \mathcal{A}_{\mathcal{K}}(\varrho)$, for all $\varrho \in E$, then $\mathcal{L}_{\mathcal{H}}$ is called soft equal to $\mathcal{A}_{\mathcal{K}}$, and denoted by $\mathcal{L}_{\mathcal{H}} = \mathcal{A}_{\mathcal{K}}$ (Çağman and Enginoğlu, 2010).

Definition 2.4. Let $f_{\mathcal{H}}$ be an $\mathcal{SS}$. Then, the complement of $f_{\mathcal{H}}$ denoted by $f_{\mathcal{H}}^c$, is defined by the $\mathcal{SS}$ $f_{\mathcal{H}}^c: E \rightarrow P(U)$ such that $f_{\mathcal{H}}^c(e) = U \setminus f_{\mathcal{H}}(e) = (f_{\mathcal{H}}(e))'$, for all $e \in E$ (Çağman and Enginoğlu, 2010).

Definition 2.5. Let $\mathcal{L}_K$ and $\mathcal{F}_K$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, $\mathcal{L}_K$ is called a soft S-subset of $\mathcal{F}_K$, denoted by $\mathcal{L}_K \tilde{\subseteq}_S \mathcal{F}_K$ if for all $\varrho \in E$, $\mathcal{L}_K(\varrho) = \mathcal{M}$ and $\mathcal{F}_K(\varrho) = \mathcal{D}$, where $\mathcal{M}$ and $\mathcal{D}$ are two fixed sets and $\mathcal{M} \subseteq \mathcal{D}$. Moreover, two $\mathcal{SS}$ s $\mathcal{L}_K$ and $\mathcal{F}_K$ are said to be soft S-equal, denoted by $\mathcal{L}_K =_S \mathcal{F}_K$, if $\mathcal{L}_K \tilde{\subseteq}_S \mathcal{F}_K$ and $\mathcal{F}_K \tilde{\subseteq}_S \mathcal{L}_K$ (Sezgin et al., 2025b).

It is obvious that if $\mathcal{L}_K =_S \mathcal{F}_K$, then $\mathcal{L}_K$ and $\mathcal{F}_K$ are the same constant functions, that is, for all $\varrho \in E$, $\mathcal{L}_K(\varrho) = \mathcal{F}_K(\varrho) = \mathcal{M}$, where $\mathcal{M}$ is a fixed set (Sezgin et al., 2025b).

Definition 2.6. [51] Let $\mathcal{B}_K$ and $\mathcal{F}_K$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, $\mathcal{B}_K$ is called a soft A-subset of $\mathcal{F}_K$, denoted by $\mathcal{B}_K \tilde{\subseteq}_K \mathcal{F}_K$, if, for each $a, b \in E$, $\mathcal{B}_K(a) \subseteq \mathcal{F}_K(b)$.

Definition 2.7. Let $\mathcal{L}_K$ and $\mathcal{F}_K$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, $\mathcal{L}_K$ is called a soft S-complement of $\mathcal{F}_K$, denoted by $\mathcal{L}_K =_S (\mathcal{F}_K)^c$, if, for all $\varrho \in E$, $\mathcal{L}_K(\varrho) = \mathcal{M}$ and $\mathcal{F}_K(\varrho) = \mathcal{D}$, where $\mathcal{M}$ and $\mathcal{D}$ are two fixed sets and $\mathcal{M} = \mathcal{D}'$. Here, $\mathcal{D}' = U \setminus \mathcal{D}$ (Sezgin et al., 2025b).

For additional information on operation of sets, we refer to Sezgin et al. (2023c), and more on $\mathcal{SS}$ s, we refer to Aktas and Çağman (2007), Alcantud et al. (2024), Ali et al. (2015), Ali et al. (2022), Atagün et al. (2019), Atagün and Sezgin (2015), Atagün and Sezer (2015), Atagün and Sezgin (2017), Atagün and Sezgin (2018), Atagün and Sezgin (2022), Feng et al. (2008), Gulistan and Shahzad (2014), Gulistan et al. (2018), Sezgin (2018), Jana et al. (2019), Karaaslan (2019), Khan et al. (2017), Mahmood et al. (2015), Mahmood et al. (2018), Manikantan et al. (2023), Memiş (2022), Özlü and Sezgin (2020), Riaz et al. (2023), Sezer and Atagün (2016), Sezer et al. (2017), Sezer et al. (2013), Sezer et al. (2014a, 2014b), Sezgin et al. (2019a, 2019b), Sezgin and İlgin (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin et al. (2022), Sezgin and Onur (2024), Sezgin et al. (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin and Orbay (2022), Sezgin et al. (2025a, 2025b), Tunçay and Sezgin (2016), Ullah et al. (2018).

3. Soft Symmetric Difference Complement-Symmetric Difference Product of Groups

This section presents a comprehensive algebraic analysis of the soft symmetric difference complement– symmetric difference product, a novel binary operation defined on soft sets whose parameter domains possess inherent group-theoretic structure.

From now on, let G be a group, and $S_G(U)$ denotes the collection of all $\mathcal{SS}$ s over U , whose parameter sets are G ; that is, each element of $S_G(U)$ is an $\mathcal{SS}$ parameterized by G . Moreover, let Δ represent the classical symmetric difference operation, which is commutative and associative, in classical set theory. The symmetric difference complement of the family $\mathfrak{B} = \{C_i : i \in I\}$ such that I is an index set, is denoted by

$$\prod \mathfrak{B} = \prod_{i \in I} C_i = (C_1 \Delta C_2 \Delta \dots \Delta C_n)'$$

Definition 3.1. Let $\mathcal{B}_G$ and $\mathcal{F}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, the soft symmetric difference complement-symmetric difference product $\mathcal{B}_G \otimes_{s'/s} \mathcal{F}_G$ is defined by

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\mathfrak{q}} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \mathbb{A}_G(\mathfrak{q})), \quad \varrho, \mathfrak{q} \in G$$

for all $\varphi \in G$.

Note here that since G is a group, there always exist $\varrho, \mathfrak{q} \in G$ such that $\varphi = \varrho\mathfrak{q}$, for all $\varphi \in G$. Let the order of the group G be n , that is, $|G| = n$. Then, it is obvious that there exist n distinct representations combinations for each $\varphi \in G$ such that $\varphi = \varrho\mathfrak{q}$, where $\varrho, \mathfrak{q} \in G$.

Note 3.2. The soft symmetric difference complement-symmetric difference product is well-defined in $S_G(U)$. In fact, let $\mathbb{B}_G, \mathbb{A}_G, \mathbb{m}_G, \mathbb{k}_G \in S_G(U)$ such that $(\mathbb{B}_G, \mathbb{A}_G) = (\mathbb{m}_G, \mathbb{k}_G)$. Then, $\mathbb{B}_G = \mathbb{m}_G$ and $\mathbb{A}_G = \mathbb{k}_G$, implying that $\mathbb{B}_G(\varphi) = \mathbb{m}_G(\varphi)$ and $\mathbb{A}_G(\varphi) = \mathbb{k}_G(\varphi)$, for all $\varphi \in G$. Thereby, for all $\varphi \in G$,

$$\begin{aligned} (\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(\varphi) &= \prod_{\varphi=\varrho\mathfrak{q}} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \mathbb{A}_G(\mathfrak{q})) \\ &= \prod_{\varphi=\varrho\mathfrak{q}} (\mathbb{m}_G(\varrho) \Delta \mathbb{k}_G(\mathfrak{q})) \\ &= (\mathbb{m}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{k}_G)(\varphi) \end{aligned}$$

Hence, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = \mathbb{m}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{k}_G$.

Example 3.3. Consider the group $G = \{\sigma, \rho\}$ with the following operation:

$\cdot$	σ	ρ
σ	σ	ρ
ρ	ρ	σ

Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s over $U = D_2 = \{< x, y >: x^2 = y^2 = e, xy = yx\} = \{e, x, y, yx\}$ as follows:

$$\mathbb{B}_G = \{(\sigma, \{yx\}), (\rho, \{e, x\})\} \text{ and } \mathbb{A}_G = \{(\sigma, \{e, y\}), (\rho, \{x\})\}$$

Since $\sigma = \sigma\sigma = \rho\rho$, $(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(\sigma) = ((\mathbb{B}_G(\sigma) \Delta \mathbb{A}_G(\sigma)) \Delta (\mathbb{B}_G(\rho) \Delta \mathbb{A}_G(\rho)))' = \{e, x\}$, and since $\rho = \sigma\rho = \rho\sigma$, $(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(\rho) = ((\mathbb{B}_G(\sigma) \Delta \mathbb{A}_G(\rho)) \Delta (\mathbb{B}_G(\rho) \Delta \mathbb{A}_G(\sigma)))' = \{e, x\}$ is obtained. Hence,

$$\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = \{(\sigma, \{e, x\}), (\rho, \{e, x\})\}$$

Proposition 3.4. The set $S_G(U)$ is closed under the soft symmetric difference complement-symmetric difference product. That is, if $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ are two $\mathcal{SS}$ s, then so is $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G$.

PROOF. It is obvious that the soft symmetric difference complement-symmetric difference product is a binary operation in $S_G(U)$. Thereby, $S_G(U)$ is closed under the soft symmetric difference complement-symmetric difference product.

Proposition 3.5. The soft symmetric difference complement-symmetric difference product is not associative in $S_G(U)$.

PROOF. Consider the group G and the $\mathcal{SS}$ s $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ in Example 3.3. Let $\mathbb{A}_G$ be an $\mathcal{SS}$ over $U = \{e, x, y, yx\}$ such that $\mathbb{A}_G = \{(\sigma, \{x, y\}), (\rho, \{yx\})\}$.

Since $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = \{(\sigma, \{e, x\}), (\rho, \{e, x\})\}$, then

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G) \otimes_{s'/s} \lambda_G = \{(\sigma, \{e\}), (\rho, \{e\})\}$$

Moreover, since $\mathbb{A}_G \otimes_{s'/s} \lambda_G = \{(\sigma, \{x, y\}), (\rho, \{x, y\})\}$, then

$$\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} (\mathbb{A}_G \otimes_{s'/s} \lambda_G) = \{(\sigma, \{y\}), (\rho, \{y\})\}$$

Thereby, $(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G) \otimes_{s'/s} \lambda_G \neq \mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} (\mathbb{A}_G \otimes_{s'/s} \lambda_G)$.

Proposition 3.6. The soft symmetric difference complement-symmetric difference product is not commutative in $S_G(U)$. However, if G is an abelian group, then the soft symmetric difference complement-symmetric difference product is commutative in $S_G(U)$.

PROOF. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s and G be an abelian group. Then, for all $q \in G$,

$$\begin{aligned} (\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(q) &= \coprod_{q=\varrho q} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \mathbb{A}_G(q)) \\ &= \coprod_{q=q\varrho} (\mathbb{A}_G(q) \Delta \mathbb{B}_G(\varrho)) \\ &= (\mathbb{A}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G)(q) \end{aligned}$$

implying that $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = \mathbb{A}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G$.

Proposition 3.7. The soft symmetric difference complement-symmetric difference product is not idempotent in $S_G(U)$.

PROOF. Consider the $\mathcal{SS}$ $\mathbb{B}_G$ in Example 3.3. Then,

$$\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = \{(\sigma, U), (\rho, U)\}$$

implying that $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G \neq \mathbb{B}_G$.

Proposition 3.8. Let $\mathbb{B}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$. Then, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = U_G$.

PROOF. Let $\mathbb{B}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$. Then, for all $q \in G$,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G)(q) = \coprod_{q=\varrho q} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \mathbb{B}_G(q)) = (\emptyset_G)^c(q) = U_G(q)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = U_G$.

Remark 3.9. Let $S_G^*(U)$ be the collection of all constant $\mathcal{SS}$. Then, the soft symmetric difference complement-symmetric difference product is not idempotent in $S_G^*(U)$ either.

Proposition 3.10. Let $\mathbb{B}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$. Then,

- i. $U_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = \mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} U_G = \mathbb{B}_G$, where $|G| = o$ and o is a positive odd integer.
- ii. $U_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = \mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} U_G = U_G$, where $|G| = o$ and o is a positive even integer.

PROOF. $\mathbb{B}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$ such that, for all $q \in G$, $\mathbb{B}_G(q) = K$, where K is a fixed set.

- i. Let $q \in G$ and $|G| = o$, where o is a positive odd integer. Then, for all $q \in G$,

$$(U_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (U_G(\varrho) \Delta \mathbb{B}_G(\varphi)) = \underbrace{(\mathbb{K}' \Delta \mathbb{K}' \Delta \dots \Delta \mathbb{K}')'}_{\text{o times } \mathbb{K}', \text{ where o is odd}} = \mathbb{B}_G(\varphi)$$

Thus, $U_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = \mathbb{B}_G$. Similarly,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} U_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta U_G(\varphi)) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta U) = \mathbb{B}_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} U_G = \mathbb{B}_G$.

ii. Let $\varphi \in G$ and $|G| = \text{o}$, where o is a positive even integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(U_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (U_G(\varrho) \Delta \mathbb{B}_G(\varphi)) = \underbrace{(\mathbb{K}' \Delta \mathbb{K}' \Delta \dots \Delta \mathbb{K}')'}_{\text{o times } \mathbb{K}', \text{ where o is even}} = U_G(\varphi)$$

Thus, $U_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = U_G$. Similarly,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} U_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta U_G(\varphi)) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta U) = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} U_G = U_G$.

Remark 3.11. U_G is the identity element of the soft symmetric difference complement-symmetric difference product in $S_G^*(U)$, where $|G| = \text{o}$ and o is a positive odd integer by Proposition 3.10 (i). Besides, U_G is the absorbing element of the soft symmetric difference complement-symmetric difference product in $S_G^*(U)$, where $|G| = \text{o}$ and o is a positive even integer by Proposition 3.10 (ii).

Proposition 3.12. Let $\mathbb{B}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$. Then,

- i. $\emptyset_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = \mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \emptyset_G = \mathbb{B}_G^c$, where $|G| = \text{o}$ and o is a positive odd integer.
- ii. $\emptyset_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = \mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \emptyset_G = U_G$, where $|G| = \text{o}$ and o is a positive even integer.

PROOF. $\mathbb{B}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$ such that, for all $\varphi \in G$, $\mathbb{B}_G(\varphi) = \mathbb{K}$, where $\mathbb{K}$ is a fixed set.

i. Let $\varphi \in G$ and $|G| = \text{o}$, where o is a positive odd integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\emptyset_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\emptyset_G(\varrho) \Delta \mathbb{B}_G(\varphi)) = \underbrace{(\mathbb{K} \Delta \mathbb{K} \Delta \dots \Delta \mathbb{K})'}_{\text{o times } \mathbb{K}, \text{ where o is a positive odd integer}} = \mathbb{B}_G^c(\varphi)$$

Thus, $\emptyset_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = \mathbb{B}_G^c$. Similarly,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \emptyset_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \emptyset_G(\varphi)) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \emptyset) = \mathbb{B}_G^c(\varphi)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \emptyset_G = \mathbb{B}_G^c$.

ii. Let $\varphi \in G$ and $|G| = \text{o}$, where o is a positive even integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\emptyset_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\emptyset_G(\varrho) \Delta \mathbb{B}_G(\varphi)) = \underbrace{(\mathbb{K} \Delta \mathbb{K} \Delta \dots \Delta \mathbb{K})'}_{\text{o times } \mathbb{K}, \text{ where o is a positive even integer}} = U_G(\varphi)$$

Thus, $\emptyset_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = U_G$. Similarly,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \emptyset_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \emptyset_G(\varphi)) = \prod_{\varphi=\varrho\varphi} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \emptyset) = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \emptyset_G = U_G$.

Proposition 3.13. Let $\mathbb{B}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$. Then,

- i. $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G^c = \mathbb{B}_G^c \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = \emptyset_G$, where $|G| = o$ and o is a positive odd integer.
- ii. $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G^c = \mathbb{B}_G^c \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = U_G$, where $|G| = o$ and o is a positive even integer.

PROOF. Let $\mathbb{B}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$ such that, for all $q \in G$, $\mathbb{B}_G(q) = K$, where K is a fixed set.

i. Let $|G| = o$, where o is a positive odd integer. Then, for all $q \in G$,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G^c)(q) = \prod_{q=\ell q} (\mathbb{B}_G(\ell) \Delta \mathbb{B}_G^c(q)) = \underbrace{(U \Delta U \Delta \dots \Delta U)'}_{o \text{ times } U, \text{ where } o \text{ is odd}} = \emptyset_G(q)$$

Thus, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G^c = \emptyset_G$. Similarly,

$$(\mathbb{B}_G^c \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G)(q) = \prod_{q=\ell q} (\mathbb{B}_G^c(\ell) \Delta \mathbb{B}_G(q)) = \emptyset_G(q)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G^c \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = \emptyset_G$.

ii. Let $|G| = o$, where o is a positive even integer. Then, for all $q \in G$,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G^c)(q) = \prod_{q=\ell q} (\mathbb{B}_G(\ell) \Delta \mathbb{B}_G^c(q)) = \underbrace{(U \Delta U \Delta \dots \Delta U)'}_{o \text{ times } U, \text{ where } o \text{ is even}} = U_G(q)$$

Thus, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G^c = U_G$. Similarly,

$$(\mathbb{B}_G^c \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G)(q) = \prod_{q=\ell q} (\mathbb{B}_G^c(\ell) \Delta \mathbb{B}_G(q)) = U_G(q)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G^c \otimes_{s'/s} \mathbb{B}_G = U_G$.

Proposition 3.14. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\mathbb{B}_G =_S \mathbb{A}_G$. Then, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$.

PROOF. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s and $\mathbb{B}_G =_S \mathbb{A}_G$. Then, for all $q \in G$, $\mathbb{B}_G(q) = K$, $\mathbb{A}_G(q) = B$, where K and B are two fixed sets and $K = B$. Hence, for all $q \in G$,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(q) = \prod_{q=\ell q} (\mathbb{B}_G(\ell) \Delta \mathbb{A}_G(q)) = \underbrace{(\emptyset \Delta \emptyset \Delta \dots \Delta \emptyset)'}_{o \text{ times } \emptyset, \text{ where } o \text{ is a positive integer}} = U_G(q)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$.

Proposition 3.15. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\mathbb{B}_G =_S (\mathbb{A}_G)^c$. Then,

- i. $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = \emptyset_G$, where $|G| = o$ and o is a positive odd integer.
- ii. $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$, where $|G| = o$ and o is a positive even integer.

PROOF. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s and $\mathbb{B}_G =_S (\mathbb{A}_G)^c$. Then, for all $q \in G$, $\mathbb{B}_G(q) = K$, $\mathbb{A}_G(q) = B$, where K and B are two fixed sets and $K = B'$. Hence, for all $q \in G$,

i. Let $|G| = o$, where o is a positive odd integer. Then, for all $q \in G$,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varphi q} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \mathbb{A}_G(q)) = \underbrace{(U \Delta U \Delta \dots \Delta U)'}_{\text{o times } \emptyset, \text{ where o is odd}} = \emptyset_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = \emptyset_G$.

ii. Let $|G| = \text{o}$, where o is a positive even integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varphi q} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \mathbb{A}_G(q)) = \underbrace{(U \Delta U \Delta \dots \Delta U)'}_{\text{o times } \emptyset, \text{ where o is even}} = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$.

Proposition 3.16. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\mathbb{B}_G \widetilde{\subseteq}_S \mathbb{A}_G$, $|G| = \text{o}$, where o is a positive even integer. Then, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$.

PROOF. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s, $|G| = \text{o}$, where o is a positive even integer and $\mathbb{B}_G \widetilde{\subseteq}_S \mathbb{A}_G$. Then, for all $\varphi \in G$, $\mathbb{B}_G(\varphi) = \mathbb{H}$, $\mathbb{A}_G(\varphi) = B$, where $\mathbb{H}$ and B are two fixed sets and $\mathbb{H} \subseteq B$. Hence, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varphi q} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \mathbb{A}_G(q)) = \prod_{\varphi=\varphi q} (\mathbb{A}_G(q) \setminus \mathbb{B}_G(\varrho)) = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$.

Proposition 3.17. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\mathbb{A}_G \widetilde{\subseteq}_S \mathbb{B}_G$, $|G| = \text{o}$, where o is a positive even integer. Then, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$.

PROOF. The proof is similar to the proof of Proposition 3.16.

Proposition 3.18. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\mathbb{B}_G \widetilde{\subseteq}_S (\mathbb{A}_G)^c$, $|G| = \text{o}$, where o is a positive even integer. Then, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$.

PROOF. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s, $|G| = \text{o}$, where o is a positive even integer and $\mathbb{B}_G \widetilde{\subseteq}_S (\mathbb{A}_G)^c$. Then, for all $\varphi \in G$, $\mathbb{B}_G(\varphi) = \mathbb{H}$, $\mathbb{A}_G(\varphi) = B$, where $\mathbb{H}$ and B are two fixed sets and $\mathbb{H} \subseteq B'$. Hence, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varphi q} (\mathbb{B}_G(\varrho) \Delta \mathbb{A}_G(q)) = \prod_{\varphi=\varphi q} (\mathbb{B}_G(\varrho) \cup \mathbb{A}_G(q)) = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$.

Proposition 3.19. Let $\mathbb{B}_G$ and $\mathbb{A}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $(\mathbb{B}_G)^c \widetilde{\subseteq}_S \mathbb{A}_G$, $|G| = \text{o}$, where o is a positive even integer. Then, $\mathbb{B}_G \otimes_{s'/s} \mathbb{A}_G = U_G$.

PROOF. The proof is similar to the proof of Proposition 3.18.

4. Conclusions

This research introduces the soft symmetric difference complement-symmetric difference product, a novel binary operation on soft sets that is influenced by group-theoretic structures. The operation is examined within a comprehensive algebraic framework, emphasizing its connection to generalized soft equality and its role across various types of soft subethood. The study also explores its relationship with null and absolute soft sets, as well as its coherence within group-parameterized binary operations. Key algebraic properties—like closure, associativity,

commutativity, and idempotency—are thoroughly examined, including identity, inverse, and absorbing elements. This study both strengthens the theoretical basis of soft set theory and broadens its potential applications in algebraic modeling and decision-making.

References

- Abbas, M., Ali, B., & Romaguera, S. (2014). On generalized soft equality and soft lattice structure. *Filomat*, 28(6), 1191–1203. <https://doi.org/10.2298/FIL1406191A>
- Abbas, M., Ali, M. I., & Romaguera, S. (2017). Generalized operations in soft set theory via relaxed conditions on parameters. *Filomat*, 31(19), 5955–5964. <https://doi.org/10.2298/FIL1719955A>
- Aktas, H., & Çağman, N. (2007). Soft sets and soft groups. *Information Sciences*, 177(13), 2726–2735. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2006.12.008>
- Alcantud, J. C. R., Khameneh, A. Z., Santos-García, G., & Akram, M. (2024). A systematic literature review of soft set theory. *Neural Computing and Applications*, 36, 8951–8975. <https://doi.org/10.1007/s00521-024-09552-x>
- Ali, M. I., Feng, F., Liu, X., Min, W. K., & Shabir, M. (2009). On some new operations in soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 57(9), 1547–1553. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.11.009>
- Ali, M. I., Mahmood, M., Rehman, M. U., & Aslam, M. F. (2015). On lattice ordered soft sets. *Applied Soft Computing*, 36, 499–505. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.05.052>
- Ali, B., Saleem, N., Sundus, N., Khaleeq, S., Saeed, M., & George, R. (2022). A contribution to the theory of soft sets via generalized relaxed operations. *Mathematics*, 10(15), 26–36. <https://doi.org/10.3390/math10152636>
- Ali, M. I., Shabir, M., & Naz, M. (2011). Algebraic structures of soft sets associated with new operations. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(9), 2647–2654. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.03.011>
- Al-shami, T. M. (2019). Investigation and corrigendum to some results related to g-soft equality and gf-soft equality relations. *Filomat*, 33(11), 3375–3383. <https://doi.org/10.2298/FIL1911375A>
- Al-shami, T. M., & El-Shafei, M. (2020). T-soft equality relation. *Turkish Journal of Mathematics*, 44(4), 1427–1441. <https://doi.org/10.3906/mat-2005-117>
- Atagün, A. O., Kamacı, H., Taştekin, İ., & Sezgin, A. (2019). P-properties in near-rings. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 51(2), 152–167. <https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2019.51.2.5>
- Atagün, A. O., & Sezer, A. S. (2015). Soft sets, soft semimodules and soft substructures of semimodules. *Mathematical Sciences Letters*, 4(3), 235–242. <http://dx.doi.org/10.12785/msl/040303>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2015). Soft subnear-rings, soft ideals and soft N-subgroups of near-rings. *Mathematical Sciences Letters*, 7(1), 37–42. DOI: 10.18576/msl/070106
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2017). Int-soft substructures of groups and semirings with applications. *Applied Mathematics & Information Sciences*, 11(1), 105–113. <http://dx.doi.org/10.18576/amis/110113>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2018). A new view to near-ring theory: Soft near-rings. *South East Asian Journal of Mathematics & Mathematical Sciences*, 14(3), 1–14.
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2022). More on prime, maximal and principal soft ideals of soft rings. *New*

- Mathematics and Natural Computation*, 18(1), 195–207. <https://doi.org/10.1142/S1793005722500119>
- Çağman, N., & Enginoğlu, S. (2010). Soft set theory and uni-int decision making. *European Journal of Operational Research*, 207(2), 848–855. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.05.004>
- Eren, Ö. F., & Çalışıcı, H. (2019). On some operations of soft sets. In *The Fourth International Conference on Computational Mathematics and Engineering Sciences*.
- Feng, F., & Li, Y. (2013). Soft subsets and soft product operations. *Information Sciences*, 232(20), 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.01.001>
- Feng, F., Li, Y. M., Davvaz, B., & Ali, M. I. (2010). Soft sets combined with fuzzy sets and rough sets: A tentative approach. *Soft Computing*, 14, 899–911. <https://doi.org/10.1007/s00500-009-0465-6>
- Fu, L. (2011). Notes on soft set operations. *ARP Journal of Systems and Software*, 1, 205–208.
- Ge, X., & Yang, S. (2011). Investigations on some operations of soft sets. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 75, 1113–1116.
- Gulistan, M., & Shahzad, M. (2014). On soft KU-algebras. *Journal of Algebra, Number Theory: Advances and Applications*, 11(1), 1–20.
- Gulistan, M., Feng, F., Khan, M., & Sezgin, A. (2018). Characterizations of right weakly regular semigroups in terms of generalized cubic soft sets. *Mathematics*, 6, 293. <https://doi.org/10.3390/math6120293>
- Jana, C., Pal, M., Karaaslan, F., & Sezgin, A. (2019). (α, β) -soft intersectional rings and ideals with their applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 15(2), 333–350. DOI: 10.1142/S179300571950018
- Jiang, Y., Tang, Y., Chen, Q., Wang, J., & Tang, S. (2010). Extending soft sets with description logics. *Computers and Mathematics with Applications*, 59(6), 2087–2096. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2009.12.014>
- Jun, Y. B., & Yang, X. (2011). A note on the paper combination of interval-valued fuzzy set and soft set. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(5), 1468–1470. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2010.12.077>
- Karaaslan, F. (2019). Some properties of AG*-groupoids and AG-bands under SI-product operation. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 36(1), 231–239. <https://doi.org/10.3233/JIFS-181208>
- Kaygisiz, K. (2012). On soft int-groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 4(2), 363–375.
- Khan, M., Ilyas, F., Gulistan, M., & Anis, S. (2015). A study of soft AG-groupoids. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(4), 621–638.
- Khan, A., Izhar, I., & Sezgin, A. (2017). Characterizations of Abel Grassmann's groupoids by the properties of their double-framed soft ideals. *International Journal of Analysis and Applications*, 15(1), 62–74. <https://hdl.handle.net/20.500.12450/1095>
- Liu, X., Feng, F., & Jun, Y. B. (2012). A note on generalized soft equal relations. *Computers and Mathematics with Applications*, 64(4), 572–578. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.12.052>
- Maji, P. K., Biswas, R., & Roy, A. R. (2003). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 45(1), 555–562. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(02\)00216-X](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(02)00216-X)
- Mahmood, T., Waqas, A., & Rana, M. A. (2015). Soft intersectional ideals in ternary semiring. *Science International*, 27(5), 3929–3934.

- Mahmood, T., Rehman, Z. U., & Sezgin, A. (2018). Lattice ordered soft near rings. *Korean Journal of Mathematics*, 26(3), 503–517.
- Manikantan, T., Ramasany, P., & Sezgin, A. (2023). Soft quasi-ideals of soft near-rings. *Sigma Journal of Engineering and Natural Science*, 41(3), 565–574. DOI: 10.14744/sigma.2023.00062
- Memiş, S. (2022). Another view on picture fuzzy soft sets and their product operations with soft decision-making. *Journal of New Theory*, 38, 1–13. <https://doi.org/10.53570/jnt.1037280>
- Molodtsov, D. (1999). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 37(1), 19–31. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(99\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(99)00056-5)
- Muştuoğlu, E., Sezgin, A., & Türk, Z. K. (2016). Some characterizations on soft uni-groups and normal soft uni-groups. *International Journal of Computer Applications*, 155(10), 1–8. 10.5120/ijca2016912412
- Neog, I. J., & Sut, D. K. (2011). A new approach to the theory of softset. *International Journal of Computer Applications*, 32(2), 1–6. DOI=10.5120/3874-5415
- Onyeozili, I. A., & Gwary, T. M. (2014). A study of the fundamentals of soft set theory. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(4), 132–143.
- Özlü, Ş., & Sezgin, A. (2020). Soft covered ideals in semigroups. *Acta Universitatis Sapientiae Mathematica*, 12(2), 317–346.
- Pei, D., & Miao, D. (2005). From soft sets to information systems. In X. Hu, Q. Liu, A. Skowron, T. Y. Lin, R. R. Yager, & B. Zhang (Eds.), *Proceedings of Granular Computing* (Vol. 2, pp. 617–621). IEEE. DOI: 10.1109/GRC.2005.1547365
- Riaz, M., Hashmi, M. R., Karaaslan, F., Sezgin, A., Shamiri, M. M. A. A., & Khalaf, M. M. (2023). Emerging trends in social networking systems and generation gap with neutrosophic crisp soft mapping. *CMES-Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 136(2), 1759–1783. <https://doi.org/10.32604/cmes.2023.023327>
- Qin, K., & Hong, Z. (2010). On soft equality. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 234(5), 1347–1355. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2010.02.028>
- Sen, J. (2014). On algebraic structure of soft sets. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 7(6), 1013–1020.
- Sezer, A. S. (2012). A new view to ring theory via soft union rings, ideals and bi-ideals. *Knowledge-Based Systems*, 36, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.04.031>
- Sezer, A. S. (2014a). A new approach to LA-semigroup theory via the soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(5), 2483-2495.
- Sezer, A. S. (2014b). Certain characterizations of LA-semigroups by soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(2), 1035-1046.
- Sezer, A. S., & Atagün, A. O. (2016). A new kind of vector space: Soft vector space. *Southeast Asian Bulletin of Mathematics*, 40(5), 753–770.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2017). N-group SI-action and its applications to N-group theory. *Fasciculi Mathematici*, 52, 139–153.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2013). A new view to N-group theory: Soft N-groups. *Fasciculi Mathematici*, 51, 123–140.

- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2014). Soft intersection interior ideals, quasi-ideals and generalized bi-ideals; A new approach to semigroup theory II. *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, 23(1–2), 161–207.
- Sezer, A. S., Çağman, N., Atagün, A. O., Ali, M. I., & Türkmen, E. (2015a). Soft intersection semigroups, ideals and bi-Ideals; A new application on semigroup theory I. *Filomat*, 29(5), 917–946. <https://dx.doi.org/10.2298/FIL1505917S>
- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2015b). Uni-soft substructures of groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(2), 235–246.
- Sezgin, A. (2016). A new approach to semigroup theory I: Soft union semigroups, ideals and bi-ideals. *Algebra Letters*, 3, 1–46.
- Sezgin, A. (2018). A new view on AG-groupoid theory via soft sets for uncertainty modeling. *Filomat*, 32(8), 2995–3030. DOI: 10.2298/FIL1808995S
- Sezgin, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2025a). A complete study on and-product of soft sets. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 43(1), 1–14. DOI: 10.14744/sigma.2025.00002
- Sezgin, A., Atagün, A. O., Çağman, N., & Demir, H. (2022). On near-rings with soft union ideals and applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 18(2), 495–511.
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise gamma operation. *Matrix Science Mathematic*, 7(1), 27–45. <http://doi.org/10.26480/msmk.01.2023.27.45>
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2024). New restricted and extended soft set operations: restricted gamma and extended gamma operations, *Big Data and Computing Vision*, 4(4), 272–306. <https://doi.org/10.22105/bdcv.2024.478983.1199>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Atagün, A. O. (2023a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise intersection operation. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 6(4), 330–346. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1319873>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Güngör, N. B. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise union operation. *Acta Informatica Malaysia*, 7(1), 38–53.
- Sezgin, A., & Çağman, N. (2024). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise difference operation. *Osmaniye Korkut Ata University Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 1–37. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1308379>
- Sezgin, A., & Çağman, N. (2025). An extensive study on restricted and extended symmetric difference operations of soft sets. *Utilitas Mathematica*, in press.
- Sezgin, A., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2017). A completely new view to soft intersection rings via soft uni-int product. *Applied Soft Computing*, 54, 366–392. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.10.004>
- Sezgin, A., Çağman, N., Atagün, A. O., & Aybek, F. (2023c). Complemental binary operations of sets and their application to group theory. *Matrix Science Mathematic*, 7(2), 99–106. <http://doi.org/10.26480/msmk.02.2023.114.121>
- Sezgin, A., Çağman, N., & Çıtak, F. (2019a). α -inclusions applied to group theory via soft set and logic. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics*, 68(1), 334–352. <https://doi.org/10.31801/cfsuasmas.420457>

- Sezgin, A., & Çalışıcı, H. (2024). A comprehensive study on soft binary piecewise difference operation. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 12(1), 1–23. DOI:10.20290/estubtdb.1356881
- Sezgin, A., & Dagtoros, K. (2023). Complementary soft binary piecewise symmetric difference operation: A novel soft set operation. *Scientific Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 6(2), 31–45.
- Sezgin, A., & Demirci, A. M. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise star operation. *Ikonion Journal of Mathematics*, 5(2), 24–52. <https://doi.org/10.54286/ikjm.1304566>,
- Sezgin, A., Durak, İ., & Ay, Z. (2025b). Some new classifications of soft subsets and soft equalities with soft symmetric difference-difference product of groups. *Amesia*, 6(1), 16–32. <https://doi.org/10.54559/amesia.1730014>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost subsemigroups of semigroups. *International Journal of Mathematics and Physics*, 15(1), 13–20. <https://doi.org/10.26577/ijmph.2024v15i1a2>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024b). Soft intersection almost ideals of semigroups. *Journal of Innovative Engineering and Natural Science*, 4(2), 466–481. <https://doi.org/10.61112/jiens.1464344>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024c). Soft intersection almost bi-quasi ideals of semigroups, *Soft Computing Fusion with Applications*, 1(1), pp. 28–43 <https://doi.org/10.22105/scfa.v1i1.26>
- Sezgin, A., İlgin, A. & Atagün, A. O. (2024c). Soft intersection almost tri-bi-ideals of semigroups, *Science & Technology Asia*, 29(4), 1–13. doi: 10.14456/scitechasia.2024.66
- Sezgin, A., & Onur, B. (2024). Soft intersection almost bi-ideals of semigroups. *Systemic Analytics*, 2(1), 95–105.
- Sezgin, A., Onur, B., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost tri-ideals of semigroups. *SciNexuses*, 1, 126–138.
- Sezgin, A., & Orbay, M. (2022). Analysis of semigroups with soft intersection ideals. *Acta Universitatis Sapientiae, Mathematica*, 14(2), 166–210. <https://doi.org/10.2478/ausm-2022-0012>
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise theta operation. *Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences*, 4(2), 325–357.
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024b). Complementary extended gamma operation: A new soft set operation. *Natural and Applied Sciences Journal*, 7(1), 15–44. <https://doi.org/10.38061/idunas.1482044>
- Sezgin, A., Shahzad, A., & Mehmood, A. (2019b). A new operation on soft sets: Extended difference of soft sets. *Journal of New Theory*, 27, 33–42.
- Sezgin, A., & Şenyiğit, E. (2025). A new product for soft sets with its decision-making: Soft star-product. *Big Data and Computing Visions*, 5(1), 52–73. <https://doi.org/10.22105/bdcv.2024.492834.1221>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023a). A new soft set operation: Soft binary piecewise symmetric difference operation. *Necmettin Erbakan University Journal of Science and Engineering*, 5(2), 150–168. DOI: 10.47112/neufmbd.2023.18
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise lambda operation. *Sinop University Journal of Natural Sciences*, 8(2), 101–133. <https://doi.org/10.33484/sinopfdb.1320420>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2024). Soft binary piecewise plus operation: A new type of operation for soft sets.

- Sezgin, A., Yavuz, E., & Özlü, Ş. (2024b). Insight into soft binary piecewise lambda operation: A new operation for soft sets. *Journal of Umm al-Qura University for Applied Sciences*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s43994-024-00187-1>
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012a). Notes on soft matrices operations. *ARPN Journal of Science and Technology*, 2(9), 861–869.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012b). On some new properties on soft set operations. *International Journal of Computer Applications*, 59(4), 39–44.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012c). Some results on distributive and absorption properties on soft operations. *IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM)*, 4(2), 18–30.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012d). Some conceptual misunderstanding of the fundamentals of soft set theory. *ARPN Journal of Systems and Software*, 2(9), 251–254.
- Stojanovic, N. S. (2021). A new operation on soft sets: Extended symmetric difference of soft sets. *Military Technical Courier*, 69(4), 779–791. <https://doi.org/10.5937/vojtehg69-33655>
- Tunçay, M., & Sezgin, A. (2016). Soft union ring and its applications to ring theory. *International Journal of Computer Applications*, 151(9), 7–13. [10.5120/ijca2016911867](https://doi.org/10.5120/ijca2016911867)
- Ullah, A., Karaaslan, F., & Ahmad, I. (2018). Soft uni-abel-Grassmann's groups. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 11(2), 517–536.
- Yang, C. F. (2008). A note on: Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 56(7), 1899–1900. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.03.019>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zhu, P., & Wen, Q. (2013). Operations on soft sets revisited. *Journal of Applied Mathematics*, 2013, Article ID 105752, 7 pages. <https://doi.org/10.1155/2013/105752>

Essential and 0-Essential Soft Intersection Subsemigroups of Semigroups with More on Essential Subsemigroups

Aleyna İlgin¹ , Aslıhan Sezgin² , Thiti Gaketem³ 

¹ Graduate School of Natural and Applied Sciences, Amasya University, Amasya, Türkiye, aleynailgin@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, aslihan.sezgin@amasya.edu.tr

³ Fuzzy Algebras and Decision-Making Problems Research Unit, University of Phayao, Phayao, Thailand, thiti.ga@up.ac.th

ABSTRACT

In this study, we, firstly, correct some properties of the essential subsemigroups of the semigroups, define the essential and 0-essential soft intersection subsemigroups of semigroups and examine their properties in detail, especially in terms of some soft set operations. We showed that, unlike essential ideals, not every subsemigroup of a semigroup with zero is an essential subsemigroup. Our fundamental theorem, which shows that if the soft characteristic function of a subset of a semigroup is an essential soft intersection subsemigroup, then that subset is an essential subsemigroup, provides a transition from soft set theory to semigroup theory. Furthermore, we introduce the concept of nontrivial soft intersection subsemigroup to define the concept of 0-essential soft intersection subsemigroup. Moreover, we define the concepts of minimal (prime, semiprime) essential (soft intersection) subsemigroups of semigroups and 0-essential soft intersection subsemigroups of semigroups, with supporting examples.

Keywords: Essential subsemigroups, Essential soft intersection subsemigroups, 0-essential soft intersection subsemigroups

1. Introduction

The concept of semigroups first emerged in the early 1900s and has been developed largely in pieced studies. Semigroups have applications in many disciplines of mathematics, including theoretical computer science, automata, coding theory, formal languages, and probability theory. Semigroups also play a fundamental role as algebraic structures in graph theory and optimization theory.

Ideals are crucial for the advanced study of algebraic structures and their applications. Dedekind first introduced the concept of an ideal to simplify a more systematic study of algebraic structures, and Noether generalized this concept to associative rings. The idea of a one-sided ideal of any algebraic structure is an extension of the idea of an ideal, and one-sided and two-sided ideals are still considered fundamental concepts in ring theory. The concept of a bi-ideal for semigroups was first introduced by Good and Hughes (1952). The idea of quasi-ideals was first developed by Steinfeld (1956) for semigroups and later for rings. Quasi-ideals are a generalization of left ideals and right ideals, while bi-ideals are a generalization of quasi-ideals. The concept of an interior ideal of a semigroup was defined by Lajos (1976) and later studied by Szasz (1977, 1981). The concept of the interior ideal of any algebraic structure is a generalization of the concept of ideal.

Molodtsov (1999) introduced "Soft Set Theory" to model uncertainty and apply it to problems involving uncertainty. Feng et al. (2008) studied the concept of soft semirings. Later, Çağman and Enginoğlu (2010) redefined definition of a soft set of Molodtsov (1999) and soft set operations to make them more useful. Maji et al. (2003), Pei and Miao (2005), Ali et al. (2009), Yang (2008), Feng et al. (2010), Jiang et al. (2010), Ali et al. (2011), Neog and Sut (2011), Fu (2011), Ge and Yang (2011), Singh and Onyeozili (2012a, 2012b, 2012c, 2012d), Zhu and Wen (2013), Onyeozili and Gwary (2014), and Sen (2014), Eren and Çalışıcı (2019), Stojanović (2021), Sezgin et al. (2023a,2023b), Sezgin and Aybek (2023), Sezgin and Dağtoros (2023), Sezgin and Demirci (2023), Sezgin and Çalışıcı (2024), Sezgin and Yavuz (2023a, 2023b; 2024), Sezgin and Çağman (2024, 2025), Sezgin and Sarıaloğlu (2024a, 2024b), and Sezgin and Şenyiğit (2025), Feng et al. (2010), Qin and Hong (2010), Jun and Yang (2010), Liu et al. (2012), Feng and Li (2013), Abbas et al. (2014, 2017), Al-shami (2019), and Al-shami and El-Shafei (2020), Sezer (2012), Sezgin (2016), Muştuoğlu et al. (2016), Kaygısız (2012), Sezer et al. (2015a), Sezgin et al. (2017) are some of the important contributions of soft sets. Sezer et al. (2015a) introduced the concepts of soft intersection semigroups, ideals, and (generalized) bi-ideals of semigroups. Moreover, they demonstrated the relationships between these various soft intersection ideals and systematically presented the results on soft set operations and concepts existing in the literature. Lately, Sezgin and İlgin (2024) studied soft intersection almost subsemigroups of semigroup as a generalization of soft intersection subsemigroups of semigroups. Medhi et al. (2008) defined fuzzy essential ideals of rings and investigated different properties of them. Recently, Baupradist et al. (2021) studied the essential ideals and essential fuzzy ideals of semigroups. Chinram et al. (2021) extended the idea of essential ideals of semigroups to the idea of essential (m, n) -ideals and fuzzy essential (m, n) -ideals of semigroups. Furthermore, Panpetch et al. (2023) and Gaketem and Iampan (2023) studied the essential bi-ideals and essential fuzzy bi-ideals of semigroups.

In this study, we correct some properties of the essential subsemigroups of the semigroups proposed by Panpetch et al (2023), define the essential and 0-essential soft intersection subsemigroups of semigroups and examine in terms of some soft set operations. We showed that, unlike essential ideals, not every subsemigroup of a semigroup with zero is an essential subsemigroup. Moreover, the union of essential subsemigroups of semigroups need not to be an essential subsemigroup. Our fundamental theorem, which shows that if the soft characteristic function of a subset of a semigroup is an essential soft intersection subsemigroup, then that subset is an essential subsemigroup, provides a transition from soft set theory to semigroup theory. Additionally, the case that the support set of a soft set is an essential subsemigroup does not require that the soft set be an essential soft intersection subsemigroup. Furthermore, we introduce the concept of nontrivial soft intersection subsemigroup to define the concept of 0-essential soft intersection subsemigroup. Moreover, we define the concepts of minimal (prime, semiprime) essential (soft intersection) subsemigroups of semigroups and 0-essential soft intersection subsemigroups of semigroups, and support examples. This paper is structured into four sections. Section 1 presents an introductory overview of the topic. Section 2 offers some definitions and propositions of semigroups and soft sets. In Section 3, 4 and 5, respectively, the concept of essential subsemigroups of semigroups, the concept of essential soft intersection subsemigroups of semigroups and the concept of 0-essential soft intersection subsemigroups of semigroups was introduced, analysed of their properties, substantiated with concrete examples. Section 6 concludes with a summary

of the main findings and suggestions for future research.

2. Preliminaries

In this section, we remind the basic concepts regarding semigroups and soft sets. Throughout this paper, S denotes a semigroup. A nonempty subset K of S is called a subsemigroup of S if $KK \subseteq K$.

Definition 2.1. Let E be the parameter set, U be the universal set, $P(U)$ be the power set of U , and $V \subseteq E$. The soft set f_V over U is a function such that $f_V: E \rightarrow P(U)$, where for all $n \notin V$, $f_V(n) = \emptyset$. That is, $f_V = \{(n, f_V(n)): n \in E, f_V(n) \in P(U)\}$ (Molodtsov, 1999; Çağman and Enginoğlu, 2010). The set of all soft sets over U is designated by $S_E(U)$ throughout this paper.

Definition 2.2. Let $f \in S_E(U)$. If $f(e) = \emptyset$ for all $e \in E$, then f is called a null soft set and indicated by $\emptyset_E$ (Çağman and Enginoğlu, 2010).

Definition 2.3. Let $f, g \in S_E(U)$. If $f(e) \subseteq g(e)$ for all $e \in E$, then f is a soft subset of g and indicated by $f \subseteq g$. If $f(e) = g(e)$, for all $e \in E$, then f is called soft equal to g and denoted by $f = g$ (Çağman and Enginoğlu, 2010).

Definition 2.4. Let $f_P, f_K \in S_E(U)$. The union (intersection) of f_P and f_K is the soft set $f_P \tilde{\cup} f_K$ ($f_P \tilde{\cap} f_K$) where $(f_P \tilde{\cup} f_K)(e) = f_P(e) \cup f_K(e)$ ($(f_P \tilde{\cap} f_K)(e) = f_P(e) \cap f_K(e)$), for all $e \in E$, respectively (Çağman and Enginoğlu, 2010).

Definition 2.5. For a soft set f_A , the support of f_A is defined by $supp(f_A) = \{x \in A: f_A(x) \neq \emptyset\}$ (Feng et al., 2008). It is obvious that a soft set with an empty support is a null soft set, otherwise the soft set is nonnull.

Note 2.6. Let $f_A, f_B \in S_E(U)$. If $f_A \subseteq f_B$, then $supp(f_A) \subseteq supp(f_B)$ (Sezgin and İlgin, 2024a).

Definition 2.7. Let $\emptyset \neq R \subseteq S$. The soft characteristic function of R , denoted by R , is defined as

$$S_R(b) = \begin{cases} U, & \text{if } b \in R \\ \emptyset, & \text{if } b \in S \setminus R \end{cases} \quad (\text{Sezer et al., 2015a}).$$

Corollary 2.8. $supp(S_A) = A$ (Sezgin and İlgin, 2024a).

Definition 2.9. $\alpha_S \in S_S(U)$ is called a soft intersection subsemigroup of S over U if $\alpha_S(\rho) \supseteq \alpha_S(\sigma) \cap \alpha_S(\tau)$ for all $\sigma, \tau \in S$ (Sezer et al., 2015a).

Here note that in Sezer et al. (2015a), the definition of “soft intersection subsemigroup of S over U ” is given as “soft intersection semigroup of S over U ”; however, in this paper, we prefer to use “soft intersection subsemigroup of S over U ”. For the sake of brevity, soft intersection subsemigroup of S over U is abbreviated by $S - int S$. It is

easy to see that if $\hat{u}_S(\wp) = U$ for all $\wp \in S$, then $\hat{u}_S$ is an $S - int \mathcal{S}$. We denote such a kind of $S - int \mathcal{S}$ by $\tilde{\mathcal{S}}$. It is obvious that $\tilde{\mathcal{S}} = S_S$, that is, $\tilde{\mathcal{S}}(\wp) = U$ for all $\wp \in S$ (Sezer et al., 2015a).

For additional information on operation of sets, we refer to Sezgin et al. (2023c), and more on SSs, we refer to Aktas and Çağman (2007), Alcantud et al. (2024), Ali et al. (2015), Ali et al. (2022), Atagün et al. (2019), Atagün and Sezgin (2015), Atagün and Sezer (2015), Atagün and Sezgin (2017), Atagün and Sezgin (2018), Atagün and Sezgin (2022), Feng et al. (2008), Gulistan and Shahzad (2014), Gulistan et al. (2018), Sezgin (2018), Jana et al. (2019), Karaaslan (2019), Khan et al. (2017), Mahmood et al. (2015), Mahmood et al. (2018), Manikantan et al. (2023), Memiş (2022), Özlü and Sezgin (2020), Riaz et al. (2023), Sezer and Atagün (2016), Sezer et al. (2017), Sezer et al. (2013), Sezer et al. (2014a, 2014b), Sezgin et al. (2019a, 2019b), Sezgin and İlgin (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin et al. (2022), Sezgin and Onur (2024), Sezgin et al. (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin and Orbay (2022), Sezgin et al. (2025a, 2025b), Sun et al. (2008), Tunçay and Sezgin (2016), Ullah et al. (2018).

3. Essential Subsemigroups of Semigroups

In this section, we remind essential subsemigroups of semigroups proposed by Panpetch et al (2023) and correct some properties of it.

Definition 3.1. A subsemigroup $\mathcal{L}$ of S is called an essential subsemigroup of S if $\mathcal{L} \cap \mathcal{J} \neq \emptyset$ for every subsemigroup $\mathcal{J}$ of S (Panpetch et al., 2023).

It is obvious that if the semigroup has at least one nonessential subsemigroup, then it has at least two, and S is a trivial essential subsemigroup of S . For the sake of brevity, essential subsemigroup of S is abbreviated by $\mathcal{ES}$.

Corollary 3.2. Let S is a semigroup with zero. Under this assumption, although every ideal of S is automatically an essential ideal (since ever ideal contains the zero of S), this is not the case for $\mathcal{ES}$ (since a subsemigroup needs not contain the zero of the semigroup).

Example 3.3. Let $S = \{q, \omega, \mathfrak{z}\}$ be the semigroup with the following Cayley Table

Table 1. Cayley table of binary operation

::	q	ω	$\mathfrak{z}$
q	q	q	q
ω	ω	ω	ω
$\mathfrak{z}$	$\mathfrak{z}$	$\mathfrak{z}$	$\mathfrak{z}$

All the subsemigroups are $\{q\}$, $\{\omega\}$, $\{\mathfrak{z}\}$, $\{q, \omega\}$, $\{q, \mathfrak{z}\}$, $\{\omega, \mathfrak{z}\}$ and $\{q, \omega, \mathfrak{z}\}$, and none of them, except $S = \{q, \omega, \mathfrak{z}\}$, are $\mathcal{ES}$ s. In fact, $\{q\} \cap \{\omega\} = \emptyset$, thus neither $\{q\}$ nor $\{\omega\}$ is $\mathcal{ES}$. Similarly, $\{q, \omega\} \cap \{\mathfrak{z}\} = \emptyset$, thus neither $\{q, \omega\}$ nor $\{\mathfrak{z}\}$ is $\mathcal{ES}$ s, and since $\{q, \mathfrak{z}\} \cap \{\omega\} = \emptyset$ and $\{\omega, \mathfrak{z}\} \cap \{q\} = \emptyset$, $\{q, \mathfrak{z}\}$ and $\{\omega, \mathfrak{z}\}$ are not $\mathcal{ES}$ s. Here, $S = \{q, \omega, \mathfrak{z}\}$ is naturally an $\mathcal{ES}$.

Example 3.4. Let $S = \{q, \omega, \mathfrak{z}\}$ be the semigroup with the following Cayley Table. .

Table 2. Cayley table of binary operation

::	q	ω	$\mathfrak{z}$
q	$\mathfrak{z}$	ω	$\mathfrak{z}$
ω	ω	ω	ω
$\mathfrak{z}$	$\mathfrak{z}$	ω	$\mathfrak{z}$

All the subsemigroups are $\{\omega\}$, $\{\mathfrak{z}\}$, $\{q, \mathfrak{z}\}$, $\{\omega, \mathfrak{z}\}$, $\{q, \omega, \mathfrak{z}\}$. Here, since $\{\omega\} \cap \{q, \mathfrak{z}\} = \emptyset$, neither $\{\omega\}$ nor $\{q, \mathfrak{z}\}$ is $\mathcal{ES}$. Moreover, since $\{\omega\} \cap \{\mathfrak{z}\} = \emptyset$, $\{\mathfrak{z}\}$ is also not an $\mathcal{ES}$. However, $\{\omega, \mathfrak{z}\}$ and $\{q, \omega, \mathfrak{z}\}$ are all $\mathcal{ES}$ s. It is obvious that, although S is a semigroup with zero, all the subsemigroups of S are not an $\mathcal{ES}$.

Note 3.5. In Panpetch et al. (2023), it is stated that the union of $\mathcal{ES}$ s is an $\mathcal{ES}$. However, this is not the case, since the union of subsemigroups of a semigroup needs not be a subsemigroup, hence $\mathcal{ES}$.

Example 3.6. Let $S = \{a, \omega, \mathfrak{z}, q\}$ be the semigroup with the following Cayley Table.

Table 3. Cayley Table of binary operation

::	a	ω	$\mathfrak{z}$	q
a	a	a	a	a
ω	a	a	q	a
$\mathfrak{z}$	a	a	a	a
q	a	a	a	a

All the subsemigroups are $\{a\}$, $\{a, \omega\}$, $\{a, \mathfrak{z}\}$, $\{a, q\}$, $\{a, \omega, q\}$ and $\{a, \omega, \mathfrak{z}, q\}$. Here, all the subsemigroups are $\mathcal{ES}$ s.

Note that, $\{a, \omega\} \cup \{a, \mathfrak{z}\} = \{a, \omega, \mathfrak{z}\}$ is not a subsemigroup, thus not an $\mathcal{ES}$.

Note that, 0-essential subsemigroup of a semigroup can not be defined logically for semigroups with zero, since the subsemigroups need not contain the zero of the semigroup.

4. Essential Soft Intersection Subsemigroups of Semigroups

In this section we present the introduction of essential soft intersection subsemigroups of semigroups, provide illustrative examples, and analyze in terms of some soft set concepts and operations.

Definition 4.1. A nonnull $S - \text{int } \mathcal{S} f_S$ is called an essential soft intersection subsemigroup of S over U if $f_S \tilde{\cap} h_S \neq \emptyset_S$ for every nonnull $S - \text{int } \mathcal{S} h_S$.

For the sake of brevity, essential soft intersection subsemigroup of S over U is abbreviated by $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

Example 4.2. Let $S = \{q, \omega, \mathfrak{z}\}$ be the semigroup with the following Cayley Table.

Table 4. Cayley Table of binary operation

::	q	ω	3
q	ω	3	3
ω	3	3	3
3	3	3	3

Let $\mathfrak{b}_S$ and $\mathfrak{g}_S$ be soft sets over $U = \{\mathfrak{x}, \mathfrak{y}\}$ as follows:

$$\mathfrak{b}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{y}\}), (3, U)\}, \mathfrak{g}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{x}\}), (3, \{\mathfrak{x}\})\}$$

Here, while both $\mathfrak{b}_S$ and $\mathfrak{g}_S$ are $S - int \mathcal{S}$ s, $\mathfrak{b}_S$ is an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$, however $\mathfrak{g}_S$ is not. In fact;

$$\mathfrak{b}_S(qq) = \mathfrak{b}_S(\omega) \supseteq \mathfrak{b}_S(q) \cap \mathfrak{b}_S(q), \mathfrak{b}_S(q\omega) = \mathfrak{b}_S(q) \supseteq \mathfrak{b}_S(q) \cap \mathfrak{b}_S(\omega), \mathfrak{b}_S(q3) = \mathfrak{b}_S(3) \supseteq \mathfrak{b}_S(q) \cap \mathfrak{b}_S(3),$$

$$\mathfrak{b}_S(\omega q) = \mathfrak{b}_S(3) \supseteq \mathfrak{b}_S(\omega) \cap \mathfrak{b}_S(q), \mathfrak{b}_S(\omega\omega) = \mathfrak{b}_S(3) \supseteq \mathfrak{b}_S(\omega) \cap \mathfrak{b}_S(\omega), \mathfrak{b}_S(\omega 3) = \mathfrak{b}_S(3) \supseteq \mathfrak{b}_S(\omega) \cap \mathfrak{b}_S(3),$$

$$\mathfrak{b}_S(3q) = \mathfrak{b}_S(3) \supseteq \mathfrak{b}_S(3) \cap \mathfrak{b}_S(q), \mathfrak{b}_S(3\omega) = \mathfrak{b}_S(3) \supseteq \mathfrak{b}_S(3) \cap \mathfrak{b}_S(\omega), \mathfrak{b}_S(33) = \mathfrak{b}_S(3) \supseteq \mathfrak{b}_S(3) \cap \mathfrak{b}_S(3)$$

Hence, $\mathfrak{b}_S$ is an $S - int \mathcal{S}$. Similarly, one can show that $\mathfrak{g}_S$ is an $S - int \mathcal{S}$. Now, we show that $\mathfrak{b}_S$ is an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$.

Considering all the nonnull $S - int \mathcal{S}$ s,

$$\mathfrak{b}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (3, \{\mathfrak{x}\})\}, \mathfrak{g}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{x}\}), (3, \{\mathfrak{x}\})\}, \mathfrak{a}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (3, \{\mathfrak{y}\})\},$$

$$\mathfrak{\lambda}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{y}\}), (3, \{\mathfrak{y}\})\}, \mathfrak{\mathfrak{H}}_S = \{(q, \{\mathfrak{x}\}), (\omega, \{\mathfrak{x}\}), (3, U)\}, \mathfrak{i}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{x}\}), (3, U)\}$$

$$\mathfrak{d}_S = \{(q, \{\mathfrak{y}\}), (\omega, \{\mathfrak{y}\}), (3, U)\}, \mathfrak{b}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{y}\}), (3, U)\}, \mathfrak{f}_S = \{(q, \{\mathfrak{x}\}), (\omega, U), (3, U)\},$$

$$\mathfrak{j}_S = \{(q, \{\mathfrak{y}\}), (\omega, U), (3, U)\}, \mathfrak{k}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, U), (3, U)\}, \mathfrak{h}_S = \{(q, \{\mathfrak{y}\}), (\omega, \{\mathfrak{y}\}), (3, \{\mathfrak{y}\})\},$$

$$\mathfrak{y}_S = \{(q, \{\mathfrak{x}\}), (\omega, \{\mathfrak{x}\}), (3, \{\mathfrak{x}\})\}, \mathfrak{t}_S = \{(q, U), (\omega, U), (3, U)\} = \widetilde{\mathfrak{S}}, \mathfrak{w}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (3, U)\}$$

$\mathfrak{b}_S$ is an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$. Similarly, one can show that $\mathfrak{\mathfrak{H}}_S, \mathfrak{i}_S, \mathfrak{d}_S, \mathfrak{f}_S, \mathfrak{j}_S, \mathfrak{k}_S, \mathfrak{w}_S$ and $\mathfrak{t}_S$ are also $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$ s. However,

$\mathfrak{g}_S$ is not an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$. In fact; $\mathfrak{g}_S \widetilde{\cap} \mathfrak{\lambda}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (3, \emptyset)\} = \emptyset_S$. Thereby, $\mathfrak{g}_S$ is not an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$.

Corollary 4.3. $\widetilde{\mathfrak{S}}$ is an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$.

Proposition 4.4. Let $\mathfrak{f}_S$ be an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$. If $\mathfrak{g}_S$ is an $S - int \mathcal{S}$ such that $\mathfrak{f}_S \widetilde{\subseteq} \mathfrak{g}_S$, then $\mathfrak{g}_S$ is also an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$.

Proof: Let $\mathfrak{f}_S$ be an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$ and $\mathfrak{g}_S$ be an $S - int \mathcal{S}$ such that $\mathfrak{f}_S \widetilde{\subseteq} \mathfrak{g}_S$. Let $\mathfrak{k}_S$ be any $S - int \mathcal{S}$. We need to show that $\mathfrak{g}_S \widetilde{\cap} \mathfrak{k}_S \neq \emptyset_S$. Since $\emptyset_S \neq \mathfrak{f}_S \widetilde{\cap} \mathfrak{k}_S \widetilde{\subseteq} \mathfrak{g}_S \widetilde{\cap} \mathfrak{k}_S$, $\mathfrak{g}_S \widetilde{\cap} \mathfrak{k}_S \neq \emptyset_S$ is obtained. Hence, $\mathfrak{g}_S$ is an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$.

Now, we give the relationship between $\mathcal{ES}$ and $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$ of a semigroup.

Theorem 4.5. Let $\mathfrak{A}$ be any subset of S . If $S_{\mathfrak{A}}$ is an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$, then $\mathfrak{A}$ is an $\mathcal{ES}$.

Proof: Assume that $S_{\mathfrak{A}}$ is an $\mathcal{ES} - int \mathcal{S}$. Then, $S_{\mathfrak{A}} \neq \emptyset_S$. Let $\mathcal{B}$ be a subsemigroup of S . Then, $S_{\mathcal{B}}$ is a nonnull $S - int \mathcal{S}$. Then, $S_{\mathfrak{A}} \widetilde{\cap} S_{\mathcal{B}} \neq \emptyset_S$. By the definition of soft characteristic function, it is obvious that $S_{\mathfrak{A}}(m) = \emptyset$ or $S_{\mathfrak{A}}(m) = U$ and $S_{\mathcal{B}}(m) = \emptyset$ or $S_{\mathcal{B}}(m) = U$ for $m \in S$. Hence, $S_{\mathfrak{A}} \widetilde{\cap} S_{\mathcal{B}} \neq \emptyset_S$ implies that there exists an $a \in S$ such that $S_{\mathfrak{A}}(a) = U$ and $S_{\mathcal{B}}(a) = U$. Thereby, $a \in \mathfrak{A}$ and $a \in \mathcal{B}$. So, $a \in \mathfrak{A} \cap \mathcal{B}$, and $\mathfrak{A} \cap \mathcal{B} \neq \emptyset$. Consequently, $\mathfrak{A}$ is an $\mathcal{ES}$.

Example 4.6. Let the semigroup $S = \{q, \omega, 3\}$ be defined by the following table.

Table 5. Cayley Table of binary operation

::	q	ω	z
q	z	q	q
ω	q	z	z
z	q	z	z

Considering all the nonnull $S - int$ $\mathcal{S}$ s over $U = \{\emptyset, \aleph\}$, that is,

$$\begin{aligned}
\mathcal{B}_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (z, \{\emptyset\})\}, \mathcal{A}_S = \{(q, \{\emptyset\}), (\omega, \{\emptyset\}), (z, \{\emptyset\})\}, \chi_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\emptyset\}), (z, \{\emptyset\})\}, \\
\tau_S &= \{(q, \{\emptyset\}), (\omega, \emptyset), (z, \{\emptyset\})\}, \mathcal{C}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (z, \{\aleph\})\}, \lambda_S = \{(q, \{\aleph\}), (\omega, \{\aleph\}), (z, \{\aleph\})\}, \\
\mathcal{G}_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, \{\aleph\}), (z, \{\aleph\})\}, \nu_S = \{(q, \{\aleph\}), (\omega, \emptyset), (z, \{\aleph\})\}, \mathfrak{H}_S = \{(q, \{\aleph\}), (\omega, \{\emptyset\}), (z, U)\}, \\
i_S &= \{(q, \{\emptyset\}), (\omega, \{\aleph\}), (z, U)\}, \mathcal{D}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (z, U)\}, \mathcal{G}_S = \{(q, \{\aleph\}), (\omega, \emptyset), (z, U)\}, \\
f_S &= \{(q, \{\emptyset\}), (\omega, \emptyset), (z, U)\}, j_S = \{(q, U), (\omega, \emptyset), (z, U)\}, \mathcal{K}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\emptyset\}), (z, U)\}, \\
h_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, \{\aleph\}), (z, U)\}, \mathfrak{L}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, U), (z, U)\}, \mathcal{T}_S = \{(q, U), (\omega, U), (z, U)\} = \widetilde{\mathcal{T}}, \\
u_S &= \{(q, \{\emptyset\}), (\omega, U), (z, U)\}, \mathcal{Y}_S = \{(q, \{\aleph\}), (\omega, U), (z, U)\}, \mathcal{R}_S = \{(q, U), (\omega, \{\aleph\}), (z, U)\}, \\
\Psi_S &= \{(q, \{\emptyset\}), (\omega, \{\emptyset\}), (z, U)\}, \Upsilon_S = \{(q, \{\aleph\}), (\omega, \{\aleph\}), (z, U)\}, \omega_S = \{(q, U), (\omega, \{\emptyset\}), (z, U)\}
\end{aligned}$$

By Definition 4.1, $\mathfrak{H}_S, i_S, \mathcal{D}_S, \mathcal{G}_S, f_S, j_S, \mathcal{K}_S, h_S, \mathfrak{L}_S, \mathcal{T}_S, u_S, \mathcal{Y}_S, \mathcal{R}_S, \Psi_S, \Upsilon_S$ and ω_S are $\mathcal{ES} - int$ $\mathcal{S}$ s. Here, $S_{\mathcal{F}} = \{(q, U), (\omega, \emptyset), (z, U)\}$ is an $\mathcal{ES} - int$ $\mathcal{S}$. One can also show that $\mathcal{F} = \{q, z\}$ is an $\mathcal{ES}$.

Proposition 4.7. Let $\mathcal{T}_S$ be a soft set and $supp(\mathcal{T}_S)$ be an $\mathcal{ES}$. Then, $\mathcal{T}_S$ needs not be an $\mathcal{ES} - int$ $\mathcal{S}$.

Proof: Consider the semigroup in Example 4.6 and $S - int$ $\mathcal{S}$ $\chi_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\emptyset\}), (z, \{\emptyset\})\}$. It is obvious that $supp(\chi_S) = \{\omega, z\}$ is an $\mathcal{ES}$; however, χ_S is not an $\mathcal{ES} - int$ $\mathcal{S}$ since $\chi_S \widetilde{\cap} \mathcal{G}_S = \emptyset_S$, where $\mathcal{G}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\aleph\}), (z, \{\aleph\})\}$ is a nonnull $S - int$ $\mathcal{S}$.

Definition 4.8. Let S be a semigroup. Then,

- An $\mathcal{ES}$ $\mathcal{L}$ is called minimal if for every $\mathcal{ES}$ $\mathcal{K}$ of S such that $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{L}$ we have $\mathcal{K} = \mathcal{L}$.
- An $\mathcal{ES} - int$ $\mathcal{S}$ f_S is called minimal if for every $\mathcal{ES} - int$ $\mathcal{S}$ h_S such that $h_S \subseteq f_S$, we have $supp(f_S) = supp(h_S)$.

Example 4.9. The $\mathcal{ES}$ $\{q, \omega, z\}$ in Example 4.6 is not minimal, since $\{\omega, z\} \subseteq \{q, \omega, z\}$ but $\{\omega, z\} \neq \{q, \omega, z\}$, where $\{\omega, z\}$ is an $\mathcal{ES}$.

Example 4.10. The $\mathcal{ES} - int$ $\mathcal{S}$ $\mathcal{D}_S = \{(q, \{y\}), (\omega, \{y\}), (z, U)\}$ in Example 4.2 is not minimal, since $\omega_S \subseteq \mathcal{D}_S$, but $supp(\omega_S) \neq supp(\mathcal{D}_S)$, where $\omega_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (z, U)\}$ is an $\mathcal{ES} - int$ $\mathcal{S}$.

Definition 4.11. Let S be a semigroup. Then,

- An $\mathcal{ES}$ $\mathcal{L}$ is called prime if $c\omega \in \mathcal{L}$ implies $c \in \mathcal{L}$ or $\omega \in \mathcal{L}$, for all $c, \omega \in \mathcal{L}$.
- An $\mathcal{ES} - int$ $\mathcal{S}$ f_S is called prime if $f_S(c\omega) \subseteq f_S(c) \cup f_S(\omega)$, for all $c, \omega \in S$.

Example 4.12. In Example 3.6, the $\mathcal{ES}$ $\{a, q\}$ is not prime, since $\omega z = q \in \{a, q\}$ but $\omega \notin \{a, q\}$ and $z \notin \{a, q\}$.

Example 4.13. In Example 4.2, none of the $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ s, except $\mathcal{t}_S = \widetilde{\mathcal{S}}$, is prime $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$. For example, $\mathfrak{H}_S(q\omega) = \mathfrak{H}_S(\mathfrak{z}) \not\subseteq \mathfrak{H}_S(q) \cup \mathfrak{H}_S(\omega)$, where $\mathfrak{H}_S = \{(q, \{\mathfrak{s}\}), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, U)\}$. Thus, $\mathfrak{H}_S$ is not prime $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

Definition 4.14. Let S be a semigroup. Then,

- i. An $\mathcal{ES} \mathcal{L}$ is called semiprime if $c^2 \in \mathcal{L}$ implies $c \in \mathcal{L}$, for all $c \in \mathcal{L}$.
- ii. An $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S} f_S$ is called semiprime if $f_S(c^2) \subseteq f_S(c)$, for all $c \in S$.

It is obvious that if an $\mathcal{ES}$ is prime, then it is semiprime, and if an $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ is prime, then it is semiprime.

Example 4.15. In Example 4.6, the $\mathcal{ES} \{3\}$ is not semiprime, since $qq = \mathfrak{z} \in \{3\}$ but $q \notin \{3\}$.

Example 4.16. In Example 4.6, none of the $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ s, except $\mathcal{t}_S = \widetilde{\mathcal{S}}$, is semiprime $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$. For example, $\Upsilon_S(qq) = \Upsilon_S(\mathfrak{z}) \not\subseteq \Upsilon_S(q)$, where $\Upsilon_S = \{(q, \{\mathfrak{x}\}), (\omega, \{\mathfrak{x}\}), (\mathfrak{z}, U)\}$. Thus, Υ_S is not semiprime $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

5. 0-Essential Soft Intersection Subsemigroups of Semigroups

In this section we present the introduction of 0-essential soft intersection subsemigroups of semigroups, provide illustrative examples, and analyze in terms of some soft set concepts and operations.

Definition 5.1. Let S be a semigroup with zero. An $S - \text{int } \mathcal{S} f_S$ is called a nontrivial $S - \text{int } \mathcal{S}$ if there exists a nonzero element $x \in S$ such that $f_S(x) \neq \emptyset$.

It is obvious from Definition 5.1 that a nontrivial $S - \text{int } \mathcal{S}$ is a nonnull soft set.

Example 5.2. Consider the semigroup in Example 4.2 and all the $S - \text{int } \mathcal{S}$ s. Then, it is obvious that

$$\mathcal{b}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (\mathfrak{z}, \{\mathfrak{s}\})\}, \mathcal{i}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (\mathfrak{z}, \{\mathfrak{y}\})\}, \mathcal{w}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (\mathfrak{z}, U)\}$$

are not nontrivial $S - \text{int } \mathcal{S}$ s, since $\mathcal{b}_S(x) = \mathcal{i}_S(x) = \mathcal{w}_S(x) = \emptyset$ for all $x \in S - \{3\}$, where the zero element of the semigroup is “ $\mathfrak{z}$ ”. The other $S - \text{int } \mathcal{S}$ s are all the nontrivial $S - \text{int } \mathcal{S}$ s. For example, $\mathcal{l}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{y}\}), (\mathfrak{z}, U)\}$ is a nontrivial $S - \text{int } \mathcal{S}$, since $\mathcal{l}_S(\omega) \neq \emptyset$, where “ ω ” is not the zero element of the semigroup.

Definition 5.3. Let S be a semigroup with zero. An $S - \text{int } \mathcal{S} f_S$ is called a 0-essential soft intersection subsemigroup of S over U if $\text{supp}(f_S \widetilde{\cap} h_S) \neq \{0_S\}$ for every nontrivial $S - \text{int } \mathcal{S} h_S$.

For the sake of brevity, 0-essential soft intersection subsemigroup of S over U is abbreviated by 0 - $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

It is obvious from Definition 5.3 that a 0 - $\mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ is a nonnull soft set.

Example 5.4. Consider all the nontrivial $S - \text{int } \mathcal{S}$ s in Example 4.2, that is,

$$\mathcal{g}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, \{\mathfrak{s}\})\}, \mathcal{\lambda}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{y}\}), (\mathfrak{z}, \{\mathfrak{y}\})\}, \mathcal{h}_S = \{(q, \{\mathfrak{s}\}), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, U)\}, \mathcal{i}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, U)\}, \mathcal{d}_S = \{(q, \{\mathfrak{y}\}), (\omega, \{\mathfrak{y}\}), (\mathfrak{z}, U)\}, \mathcal{l}_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{y}\}), (\mathfrak{z}, U)\},$$

$$f_S = \{(q, \{\mathfrak{s}\}), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}, j_S = \{(q, \{y\}), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}, k_S = \{(q, \emptyset), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}, h_S = \{(q, \{y\}), (\omega, \{y\}), (\mathfrak{z}, \{y\})\}, y_S = \{(q, \{\mathfrak{s}\}), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, \{\mathfrak{s}\})\}, q_S = \{(q, U), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\} = \tilde{\mathbb{S}}$$

Then, one can easily show that $j_S = \{(q, \{y\}), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}$ is a $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$. In fact,

$$\begin{aligned} j_S \tilde{\cap} g_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, \{\mathfrak{s}\})\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} g_S) = \{\omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} \lambda_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, \{y\}), (\mathfrak{z}, \{y\})\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} \lambda_S) = \{\omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} \mathfrak{H}_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, U)\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} \mathfrak{H}_S) = \{\omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} i_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, U)\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} i_S) = \{\omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} d_S &= \{(q, \{y\}), (\omega, \{y\}), (\mathfrak{z}, U)\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} d_S) = \{q, \omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} k_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, \{y\}), (\mathfrak{z}, U)\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} k_S) = \{\omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} f_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} f_S) = \{\omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} j_S &= \{(q, \{y\}), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} j_S) = \{q, \omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} k_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} k_S) = \{\omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} h_S &= \{(q, \{y\}), (\omega, \{y\}), (\mathfrak{z}, \{y\})\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} h_S) = \{q, \omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} y_S &= \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, \{\mathfrak{s}\})\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} y_S) = \{\omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \\ j_S \tilde{\cap} q_S &= \{(q, \{y\}), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}, \text{supp}(j_S \tilde{\cap} q_S) = \{q, \omega, \mathfrak{z}\} \neq \{\mathfrak{z}\} \end{aligned}$$

One can similarly show that f_S , k_S and t_S are also $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ s. On the other hand, $g_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{\mathfrak{s}\}), (\mathfrak{z}, \{\mathfrak{s}\})\}$ is not a $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$. In fact, $g_S \tilde{\cap} d_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \emptyset), (\mathfrak{z}, \{\mathfrak{s}\})\}$, $\text{supp}(g_S \tilde{\cap} d_S) = \{\mathfrak{z}\}$ where $d_S = \{(q, \{y\}), (\omega, \{y\}), (\mathfrak{z}, U)\}$ is a nontrivial $S - \text{int } \mathcal{S}$.

Corollary 5.5. $\tilde{\mathbb{S}}$ is a $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

Proposition 5.6. Let f_S be a $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$. If g_S is an $S - \text{int } \mathcal{S}$ such that $f_S \tilde{\subseteq} g_S$, then g_S is also a $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

Proof: Let f_S be a $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ and g_S be an $S - \text{int } \mathcal{S}$ such that $f_S \tilde{\subseteq} g_S$. Let k_S be any nontrivial $S - \text{int } \mathcal{S}$. We need to show that $\text{supp}(g_S \tilde{\cap} k_S) \neq \{0_S\}$. Since f_S is a $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$, $\text{supp}(f_S \tilde{\cap} k_S) \neq \{0_S\}$, and also since $f_S \tilde{\cap} k_S \tilde{\subseteq} g_S \tilde{\cap} k_S$, we have $\{0_S\} \neq \text{supp}(f_S \tilde{\cap} k_S) \subseteq \text{supp}(g_S \tilde{\cap} k_S)$ by Note 2.6. Thus, $\text{supp}(g_S \tilde{\cap} k_S) \neq \{0_S\}$, implying that g_S is a $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

Definition 5.7. Let S be a semigroup with zero. Then,

- i. A $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ f_S is called minimal if for every $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ h_S such that $h_S \tilde{\subseteq} f_S$, we have $\text{supp}(f_S) = \text{supp}(h_S)$.
- ii. A $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ f_S is called prime if $f_S(c\omega) \subseteq f_S(c) \cup f_S(\omega)$, for all $c, \omega \in \mathcal{L}$.
- iii. A $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ f_S is called semiprime if $f_S(c^2) \subseteq f_S(c)$, for all $c \in S$.
- iv.

Example 5.8. The $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ $j_S = \{(q, \{y\}), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}$ in Example 4.2 is not minimal, since $k_S \tilde{\subseteq} j_S$, but $\text{supp}(k_S) \neq \text{supp}(j_S)$, where $k_S = \{(q, \emptyset), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}$ is a $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

Example 5.9. In Example 4.2, none of the $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ s, except $t_S = \tilde{\mathbb{S}}$, is prime $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$. For example,

$i_S(\omega q) = i_S(\mathfrak{z}) \not\subseteq i_S(\omega) \cup i_S(q)$, where $i_S = \{(q, \emptyset), (\omega, \{s\}), (\mathfrak{z}, U)\}$. Thus, i_S is not prime $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

Example 5.10. In Example 4.2, none of the $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$ s, except $t_S = \mathfrak{S}$, is semiprime $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$. For example, $k_S(qq) = k_S(\omega) \not\subseteq k_S(q)$, where $k_S = \{(q, \emptyset), (\omega, U), (\mathfrak{z}, U)\}$. Thus, k_S is not semiprime $0 - \mathcal{ES} - \text{int } \mathcal{S}$.

6. Conclusions

In this study, we, firstly, correct some properties of the essential subsemigroups of the semigroups proposed by Panpetch et al (2023), define the essential and 0-essential soft intersection subsemigroups of semigroups and examine their properties in detail. We show that every subsemigroup with zero is not an essential subsemigroup. Moreover, the union of essential subsemigroups needs not to be an essential subsemigroup. Our fundamental theorem, which shows that if the soft characteristic function of a subset of a semigroup is an essential soft intersection subsemigroup, then that subset is an essential subsemigroup, provides a transition from soft set theory to semigroup theory. Additionally, we show that the case where the support set of a soft set is an essential subsemigroup does not require that the soft set be an essential soft intersection subsemigroup. Furthermore, we define and examine the concepts of minimality, primeness, and semiprimeness in terms of essential and 0-essential soft intersection subsemigroups. While the examples in this paper have limited elements in the universal set, and this can be regarded as one of a constraint of this paper, this is because of the ease of presentation. Future research can be conducted on a variety of (0-) essential ideals and (0-) essential soft intersection ideals of semigroups.

References

- Abbas, M., Ali, B., & Romaguera, S. (2014). On generalized soft equality and soft lattice structure. *Filomat*, 28(6), 1191–1203. <https://doi.org/10.2298/FIL1406191A>
- Abbas, M., Ali, M. I., & Romaguera, S. (2017). Generalized operations in soft set theory via relaxed conditions on parameters. *Filomat*, 31(19), 5955–5964. <https://doi.org/10.2298/FIL1719955A>
- Aktas, H., & Çağman, N. (2007). Soft sets and soft groups. *Information Sciences*, 177(13), 2726–2735. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2006.12.008>
- Alcantud, J. C. R., Khameneh, A. Z., Santos-García, G., & Akram, M. (2024). A systematic literature review of soft set theory. *Neural Computing and Applications*, 36, 8951–8975. <https://doi.org/10.1007/s00521-024-09552-x>
- Ali, M. I., Feng, F., Liu, X., Min, W. K., & Shabir, M. (2009). On some new operations in soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 57(9), 1547–1553. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.11.009>
- Ali, M. I., Mahmood, M., Rehman, M. U., & Aslam, M. F. (2015). On lattice ordered soft sets. *Applied Soft Computing*, 36, 499–505. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.05.052>
- Ali, B., Saleem, N., Sundus, N., Khaleeq, S., Saeed, M., & George, R. (2022). A contribution to the theory of soft sets via generalized relaxed operations. *Mathematics*, 10(15), 26–36. <https://doi.org/10.3390/math10152636>
- Ali, M. I., Shabir, M., & Naz, M. (2011). Algebraic structures of soft sets associated with new operations. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(9), 2647–2654.

- Al-shami, T. M. (2019). Investigation and corrigendum to some results related to g-soft equality and gf-soft equality relations. *Filomat*, 33(11), 3375–3383. <https://doi.org/10.2298/FIL1911375A>
- Al-shami, T. M., & El-Shafei, M. (2020). T-soft equality relation. *Turkish Journal of Mathematics*, 44(4), 1427–1441. <https://doi.org/10.3906/mat-2005-117>
- Atagün, A. O., Kamacı, H., Taştekin, İ., & Sezgin, A. (2019). P-properties in near-rings. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 51(2), 152–167. <https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2019.51.2.5>
- Atagün, A. O., & Sezer, A. S. (2015). Soft sets, soft semimodules and soft substructures of semimodules. *Mathematical Sciences Letters*, 4(3), 235–242. <http://dx.doi.org/10.12785/msl/040303>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2015). Soft subnear-rings, soft ideals and soft N-subgroups of near-rings. *Mathematical Sciences Letters*, 7(1), 37–42. DOI: 10.18576/msl/070106
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2017). Int-soft substructures of groups and semirings with applications. *Applied Mathematics & Information Sciences*, 11(1), 105–113. <http://dx.doi.org/10.18576/amis/110113>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2018). A new view to near-ring theory: Soft near-rings. *South East Asian Journal of Mathematics & Mathematical Sciences*, 14(3), 1–14.
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2022). More on prime, maximal and principal soft ideals of soft rings. *New Mathematics and Natural Computation*, 18(1), 195–207. <https://doi.org/10.1142/S1793005722500119>
- Baupradist, S., Chemat, B., Palanivel, K., & Chinram, R. (2021). Essential ideals and essential fuzzy ideals in semigroups. *Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography*, 24(1), 223–233. <https://doi.org/10.1080/09720529.2020.1816643>
- Chinram, R., & Gaketem, T. (2021). Essential (m, n)-ideal and essential fuzzy (m, n)-ideals in semigroups. *ICIC Express Letters*, 15(10), 1037–1044. DOI:10.24507/icicel.15.10.1037
- Çağman, N., & Enginoğlu, S. (2010). Soft set theory and uni-int decision making. *European Journal of Operational Research*, 207(2), 848–855. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.05.004>
- Eren, Ö. F., & Çalışıcı, H. (2019). On some operations of soft sets. In *The Fourth International Conference on Computational Mathematics and Engineering Sciences*.
- Feng, F., Jun, Y. B., & Zhao, X. (2008). Soft semirings. *Computers and Mathematics with Applications*, 56(10), 2621–2628. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.05.011>
- Feng, F., & Li, Y. (2013). Soft subsets and soft product operations. *Information Sciences*, 232(20), 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.01.001>
- Feng, F., Li, Y. M., Davvaz, B., & Ali, M. I. (2010). Soft sets combined with fuzzy sets and rough sets: A tentative approach. *Soft Computing*, 14, 899–911. <https://doi.org/10.1007/s00500-009-0465-6>
- Fu, L. (2011). Notes on soft set operations. *ARPN Journal of Systems and Software*, 1, 205–208.
- Gaketem, T., & Iampan, A. (2023). On essential bi-ideals and essential fuzzy bi-ideals in semigroups. *International Journal of Applied Mathematics*, 36(4), 483–496. <http://dx.doi.org/10.12732/ijam.v36i4.4>
- Ge, X., & Yang, S. (2011). Investigations on some operations of soft sets. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 75, 1113–1116.
- Good, R. A., & Hughes, D. R. (1952). Associated groups for a semigroup. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 58(6), 624–625.

- Gulistan, M., & Shahzad, M. (2014). On soft KU-algebras. *Journal of Algebra, Number Theory: Advances and Applications*, 11(1), 1–20.
- Gulistan, M., Feng, F., Khan, M., & Sezgin, A. (2018). Characterizations of right weakly regular semigroups in terms of generalized cubic soft sets. *Mathematics*, 6, 293. <https://doi.org/10.3390/math6120293>
- Jana, C., Pal, M., Karaaslan, F., & Sezgin, A. (2019). (α, β) -soft intersectional rings and ideals with their applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 15(2), 333–350. DOI: 10.1142/S179300571950018
- Jiang, Y., Tang, Y., Chen, Q., Wang, J., & Tang, S. (2010). Extending soft sets with description logics. *Computers and Mathematics with Applications*, 59(6), 2087–2096. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2009.12.014>
- Jun, Y. B., & Yang, X. (2011). A note on the paper combination of interval-valued fuzzy set and soft set. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(5), 1468–1470. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2010.12.077>
- Karaaslan, F. (2019). Some properties of AG*-groupoids and AG-bands under SI-product operation. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 36(1), 231–239. <https://doi.org/10.3233/JIFS-181208>
- Kaygisiz, K. (2012). On soft int-groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 4(2), 363–375.
- Khan, M., Ilyas, F., Gulistan, M., & Anis, S. (2015). A study of soft AG-groupoids. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(4), 621–638.
- Khan, A., Izhar, I., & Sezgin, A. (2017). Characterizations of Abel Grassmann's groupoids by the properties of their double-framed soft ideals. *International Journal of Analysis and Applications*, 15(1), 62–74. <https://hdl.handle.net/20.500.12450/1095>
- Lajos, S. (1976). $(m; k; n)$ -ideals in semigroups. *Notes on semigroups II, Karl Marx University of Economics Department of Mathematics Budapest*, (1), 12–19.
- Liu, X., Feng, F., & Jun, Y. B. (2012). A note on generalized soft equal relations. *Computers and Mathematics with Applications*, 64(4), 572–578. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.12.052>
- Maji, P. K., Biswas, R., & Roy, A. R. (2003). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 45(1), 555–562. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(02\)00216-X](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(02)00216-X)
- Mahmood, T., Waqas, A., & Rana, M. A. (2015). Soft intersectional ideals in ternary semiring. *Science International*, 27(5), 3929–3934.
- Mahmood, T., Rehman, Z. U., & Sezgin, A. (2018). Lattice ordered soft near rings. *Korean Journal of Mathematics*, 26(3), 503–517.
- Manikantan, T., Ramasany, P., & Sezgin, A. (2023). Soft quasi-ideals of soft near-rings. *Sigma Journal of Engineering and Natural Science*, 41(3), 565–574. DOI: 10.14744/sigma.2023.00062
- Medhi, U., Rajkhowa, K. K., Barthakur, L. K., & Saikia, H. K. (2008). On fuzzy essential ideals of rings. *Advances in Fuzzy Sets and Systems*, 3(3), 287–299.
- Memiş, S. (2022). Another view on picture fuzzy soft sets and their product operations with soft decision-making. *Journal of New Theory*, 38, 1–13. <https://doi.org/10.53570/jnt.1037280>
- Molodtsov, D. (1999). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 37(1), 19–31. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(99\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(99)00056-5)

- Muştuoğlu, E., Sezgin, A., & Türk, Z. K. (2016). Some characterizations on soft uni-groups and normal soft uni-groups. *International Journal of Computer Applications*, 155(10), 1–8. 10.5120/ijca2016912412
- Neog, I. J., & Sut, D. K. (2011). A new approach to the theory of softset. *International Journal of Computer Applications*, 32(2), 1–6. DOI=10.5120/3874-5415
- Onyeozili, I. A., & Gwary, T. M. (2014). A study of the fundamentals of soft set theory. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(4), 132–143.
- Özlü, Ş., & Sezgin, A. (2020). Soft covered ideals in semigroups. *Acta Universitatis Sapientiae Mathematica*, 12(2), 317–346.
- Panpetch N., Muangngao T., & Gaketem T. (2023). Some essential bi-ideals and essential fuzzy bi-ideals in a semigroup. *Journal of Mathematics and Computer Science*, 28(4), 326–334. <http://dx.doi.org/10.22436/jmcs.028.04.02>
- Pei, D., & Miao, D. (2005). From soft sets to information systems. In X. Hu, Q. Liu, A. Skowron, T. Y. Lin, R. R. Yager, & B. Zhang (Eds.), *Proceedings of Granular Computing* (Vol. 2, pp. 617–621). IEEE. DOI: 10.1109/GRC.2005.1547365
- Riaz, M., Hashmi, M. R., Karaaslan, F., Sezgin, A., Shamiri, M. M. A. A., & Khalaf, M. M. (2023). Emerging trends in social networking systems and generation gap with neutrosophic crisp soft mapping. *CMES-Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 136(2), 1759–1783. <https://doi.org/10.32604/cmes.2023.023327>
- Qin, K., & Hong, Z. (2010). On soft equality. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 234(5), 1347–1355. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2010.02.028>
- Sen, J. (2014). On algebraic structure of soft sets. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 7(6), 1013–1020.
- Sezer, A. S. (2012). A new view to ring theory via soft union rings, ideals and bi-ideals. *Knowledge-Based Systems*, 36, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.04.031>
- Sezer, A. S. (2014a). A new approach to LA-semigroup theory via the soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(5), 2483-2495.
- Sezer, A. S. (2014b). Certain characterizations of LA-semigroups by soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(2), 1035-1046.
- Sezer, A. S., & Atagün, A. O. (2016). A new kind of vector space: Soft vector space. *Southeast Asian Bulletin of Mathematics*, 40(5), 753–770.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2017). N-group SI-action and its applications to N-group theory. *Fasciculi Mathematici*, 52, 139–153.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2013). A new view to N-group theory: Soft N-groups. *Fasciculi Mathematici*, 51, 123–140.
- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2014). Soft intersection interior ideals, quasi-ideals and generalized bi-ideals; A new approach to semigroup theory II. *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, 23(1–2), 161–207.
- Sezer, A. S., Çağman, N., Atagün, A. O., Ali, M. I., & Türkmen, E. (2015a). Soft intersection semigroups, ideals and bi-Ideals; A new application on semigroup theory I. *Filomat*, 29(5), 917–946. <https://dx.doi.org/10.2298/FIL1505917S>

- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2015b). Uni-soft substructures of groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(2), 235-246.
- Sezgin, A. (2016). A new approach to semigroup theory I: Soft union semigroups, ideals and bi-ideals. *Algebra Letters*, 3, 1–46.
- Sezgin, A. (2018). A new view on AG-groupoid theory via soft sets for uncertainty modeling. *Filomat*, 32(8), 2995-3030. DOI: 10.2298/FIL1808995S
- Sezgin, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2025a). A complete study on and-product of soft sets. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 43(1), 1–14. DOI: 10.14744/sigma.2025.00002
- Sezgin, A., Atagün, A. O., Çağman, N., & Demir, H. (2022). On near-rings with soft union ideals and applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 18(2), 495–511.
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise gamma operation. *Matrix Science Mathematic*, 7(1), 27–45. <http://doi.org/10.26480/msmk.01.2023.27.45>
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2024). New restricted and extended soft set operations: restricted gamma and extended gamma operations, *Big Data and Computing Vision*, 4(4), 272–306. <https://doi.org/10.22105/bdcv.2024.478983.1199>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Atagün, A. O. (2023a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise intersection operation. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 6(4), 330–346. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1319873>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Güngör, N. B. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise union operation. *Acta Informatica Malaysia*, 7(1), 38–53.
- Sezgin, A., & Çağman, N. (2024). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise difference operation. *Osmaniye Korkut Ata University Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 1–37. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1308379>
- Sezgin, A., & Çağman, N. (2025). An extensive study on restricted and extended symmetric difference operations of soft sets. *Utilitas Mathematica*, in press.
- Sezgin, A., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2017). A completely new view to soft intersection rings via soft uni-int product. *Applied Soft Computing*, 54, 366–392. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.10.004>
- Sezgin, A., Çağman, N., Atagün, A. O., & Aybek, F. (2023c). Complemental binary operations of sets and their application to group theory. *Matrix Science Mathematic*, 7(2), 99–106. <http://doi.org/10.26480/msmk.02.2023.114.121>
- Sezgin, A., Çağman, N., & Çıtak, F. (2019a). α -inclusions applied to group theory via soft set and logic. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics*, 68(1), 334–352. <https://doi.org/10.31801/cfsuasmas.420457>
- Sezgin, A., & Çalışıcı, H. (2024). A comprehensive study on soft binary piecewise difference operation. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 12(1), 1–23. DOI:10.20290/estubtdb.1356881
- Sezgin, A., & Dagtoros, K. (2023). Complementary soft binary piecewise symmetric difference operation: A novel soft set operation. *Scientific Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 6(2), 31–45.
- Sezgin, A., & Demirci, A. M. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise star

- operation. *Ikonion Journal of Mathematics*, 5(2), 24–52. <https://doi.org/10.54286/ikjm.1304566>,
- Sezgin, A., Durak, İ., & Ay, Z. (2025b). Some new classifications of soft subsets and soft equalities with soft symmetric difference-difference product of groups. *Amesia*, 6(1), 16–32. <https://doi.org/10.54559/amesia.1730014>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost subsemigroups of semigroups. *International Journal of Mathematics and Physics*, 15(1), 13–20. <https://doi.org/10.26577/ijmph.2024v15i1a2>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024b). Soft intersection almost ideals of semigroups. *Journal of Innovative Engineering and Natural Science*, 4(2), 466–481. <https://doi.org/10.61112/jiens.1464344>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024c). Soft intersection almost bi-quasi ideals of semigroups, *Soft Computing Fusion with Applications*, 1(1), pp. 28–43 <https://doi.org/10.22105/scfa.v1i1.26>
- Sezgin, A., İlgin, A. & Atagün, A. O. (2024c). Soft intersection almost tri-bi-ideals of semigroups, *Science & Technology Asia*, 29(4), 1–13. doi: 10.14456/scitechasia.2024.66
- Sezgin, A., & Onur, B. (2024). Soft intersection almost bi-ideals of semigroups. *Systemic Analytics*, 2(1), 95–105.
- Sezgin, A., Onur, B., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost tri-ideals of semigroups. *SciNexuses*, 1, 126–138.
- Sezgin, A., & Orbay, M. (2022). Analysis of semigroups with soft intersection ideals. *Acta Universitatis Sapientiae, Mathematica*, 14(2), 166–210. <https://doi.org/10.2478/ausm-2022-0012>
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise theta operation. *Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences*, 4(2), 325–357.
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024b). Complementary extended gamma operation: A new soft set operation. *Natural and Applied Sciences Journal*, 7(1), 15–44. <https://doi.org/10.38061/idunas.1482044>
- Sezgin, A., Shahzad, A., & Mehmood, A. (2019b). A new operation on soft sets: Extended difference of soft sets. *Journal of New Theory*, 27, 33–42.
- Sezgin, A., & Şenyiğit, E. (2025). A new product for soft sets with its decision-making: Soft star-product. *Big Data and Computing Visions*, 5(1), 52–73. <https://doi.org/10.22105/bdev.2024.492834.1221>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023a). A new soft set operation: Soft binary piecewise symmetric difference operation. *Necmettin Erbakan University Journal of Science and Engineering*, 5(2), 150–168. DOI: 10.47112/neufmbd.2023.18
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise lambda operation. *Sinop University Journal of Natural Sciences*, 8(2), 101–133. <https://doi.org/10.33484/sinopfbd.1320420>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2024). Soft binary piecewise plus operation: A new type of operation for soft sets. *Uncertainty Discourse and Applications*, 1(1), 79–100. <https://doi.org/10.48313/uda.v1i1.26>
- Sezgin, A., Yavuz, E., & Özlü, Ş. (2024b). Insight into soft binary piecewise lambda operation: A new operation for soft sets. *Journal of Umm al-Qura University for Applied Sciences*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s43994-024-00187-1>
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012a). Notes on soft matrices operations. *ARP Journal of Science and Technology*, 2(9), 861–869.

- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012b). On some new properties on soft set operations. *International Journal of Computer Applications*, 59(4), 39–44.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012c). Some results on distributive and absorption properties on soft operations. *IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM)*, 4(2), 18–30.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012d). Some conceptual misunderstanding of the fundamentals of soft set theory. *ARPJ Journal of Systems and Software*, 2(9), 251–254.
- Steinfeld, O. (1956). Uher die quasi ideals. *Von halbgruppens Publication Mathematical Debrecen*, 4, 262–275.
- Szasz G. (1977). Interior ideals in semigroups. *Notes on semigroups IV, Karl Marx University of Economics Department of Mathematics Budapest*, (5), 1–7.
- Szasz G. (1981). Remark on interior ideals of semigroups. *Studia Scientiarum Mathematicarum Hungarica*, (16), 61–63.
- Stojanovic, N. S. (2021). A new operation on soft sets: Extended symmetric difference of soft sets. *Military Technical Courier*, 69(4), 779–791. <https://doi.org/10.5937/vojtehg69-33655>
- Tunçay, M., & Sezgin, A. (2016). Soft union ring and its applications to ring theory. *International Journal of Computer Applications*, 151(9), 7–13. 10.5120/ijca2016911867
- Ullah, A., Karaaslan, F., & Ahmad, I. (2018). Soft uni-abel-Grassmann's groups. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 11(2), 517–536.
- Yang, C. F. (2008). A note on: Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 56(7), 1899–1900. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.03.019>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zhu, P., & Wen, Q. (2013). Operations on soft sets revisited. *Journal of Applied Mathematics*, 2013, Article ID 105752, 7 pages. <https://doi.org/10.1155/2013/105752>

Soft Symmetric Difference Complement-Product: A New Product for Soft Sets

Nazlı Helin Çam ¹ , Aslihan Sezgin ² , Kubilay Dagtoros ³ , Md Ibrahim Kholil ⁴ 

¹ Graduate School of Natural and Applied Sciences, Amasya University, Amasya, Türkiye, helincam09@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, aslihan.sezgin@amasya.edu.tr

³ College of Science, Engineering and Technology, Norfolk State University, Norfolk, Virginia, USA, kdagtoros@nsu.edu

⁴ College of Science, Engineering and Technology, Norfolk State University, Norfolk, Virginia, USA, ibrahimkholil10@yahoo.com

ABSTRACT

Soft sets provide a strong mathematical foundation for managing uncertainty as well as creative solutions to parametric data challenges. Important components of soft set theory include soft set operations. The "soft symmetric difference complement-product," a novel product operation for soft sets, is introduced in this study along with a detailed analysis of its algebraic properties concerning different kinds of soft equalities and subsets, such as closure, associativity, if it exists, identity, inverse and absorbing element, and idempotency. In the notion of L-soft equality, we demonstrate that the set of all soft sets with the soft symmetric difference complement-product is a commutative monoid. Since the theoretical underpinnings of soft computing approaches are based on sound mathematical concepts, this study makes a substantial contribution to the literature on soft sets.

Keywords: Soft sets, Soft subsets, Soft equalities, Soft symmetric difference complement-product

1. Introduction

Soft set theory was introduced by Russian researcher Molodtsov (1999) as a fully generic mathematical method for characterizing uncertainty. Maji et al. (2003) and Pei and Miao offered a comprehensive theoretical framework. Ali et al. (2009) provided further surgeries. Later studies by Yang (2008), Feng et al. (2010), Jiang et al. (2010), Ali et al. (2011), Neog and Sut (2011), Fu (2011), Ge and Yang (2011), Singh and Onyeozili (2012a, 2012b, 2012c, 2012d), Zhu and Wen (2013), Onyeozili and Gwary (2014), and Sen (2014) investigated the algebraic structure of soft sets.

Subsets and soft equality relations are fundamental concepts in soft set theory. Maji et al. (2003) introduced soft subsets, which were later developed by Pei and Miao (2005) and Feng et al. (2008). Qin and Hong (2010) introduced new types of soft equal relations on soft sets. By employing a greater range of soft subsets, Jun and Yang (2010) expanded soft equal relations and modified Maji's soft distributive laws. J-soft equal relations were created for consistency. In response to these discoveries, Liu et al. (2012) introduced soft L-subsets and soft L-equal connections, pointing out that not all soft equalities follow distributive laws. By categorizing soft subsets under L-equality and proving that specific remainder structures satisfy fundamental semigroup features including associativity, commutativity, and distributivity, Feng and Li (2013) further developed the theory. Eren and Çalışıcı

(2019), Stojanović (2021), Sezgin et al. (2023a,2023b), Sezgin and Aybek (2023), Sezgin and Dağtoros (2023), Sezgin and Demirci (2023), Sezgin and Çalışıcı (2024), Sezgin and Yavuz (2023a, 2023b; 2024), Sezgin and Çağman (2024, 2025), Sezgin and Sarıalioğlu (2024a, 2024b), and Sezgin and Şenyiğit (2025) show how the mathematical foundation of soft set theory has significantly expanded in recent years through a number of attempts to create coherent and extendable parallel operations. Building on earlier research, Feng et al. (2013) investigated the algebraic features of soft product operations, including rules of distribution, commutativity, and association, and expanded on the kinds of soft subsets. For additional information on soft equal relations, see Abbas et al. (2014, 2017), Al-shami (2019), and Al-shami and El-Shafei (2020). Çağman and Enginoğlu (2010) refined Molodtsov's original concept of soft sets. Sezgin et al. (2025a) examined the algebraic properties of the AND-product in detail.

We present a new product operation in soft set theory in this study, which we call the "soft symmetric difference-product." We evaluate the algebraic properties of this operation and provide an example for various types of soft subsets and equality. In the notion of L-soft equality, we demonstrate that the set of all soft sets plus the soft symmetric difference-product is a commutative rather than idempotent monoid. This work contributes to the literature on soft sets by creating the theoretical foundations required for applications in soft computing. The paper is organized as follows: Section 2 provides an overview of the key concepts of soft set theory. The algebraic features of the soft symmetric difference-product with regard to different soft equalities and subsets are presented in the third part. Concluding remarks are included in the final section.

2. Preliminaries

The fundamental ideas of semigroups and soft sets are reviewed in this section.

Definition 2.1 Let U be the universal set, E be the parameter, and $P(U)$ be the power set of U and $\mathbb{E} \subseteq E$. A pair $(\mathbb{F}, \mathbb{E})$ is called a soft set over U where $\mathbb{F}$ is a set-valued function such that $\mathbb{F}: \mathbb{E} \rightarrow P(U)$ (Molodtsov, 1999).

Throughout this paper, the collection of all the soft sets defined over U is designated as $S_E(U)$. Let $\mathbb{E}$ be a fixed subset of E and $S_{\mathbb{E}}(U)$ be the collection of all those soft sets over U with the fixed parameter set $\mathbb{E}$. From now on, soft set will be designated by $\mathbb{SS}$ and parameter set by $\mathbb{PS}$.

We refer to Maji et al. (2003) for M-equality/subset, to Pei and Miao (2005) and Feng et al. (2008) for F-equality/subset, Jun and Yang (2011) for J-equality/subset, Liu et al. (2013) for L-equality/subset, to Ali et al., (2009) for the relative complement, relative null $\mathbb{SS}$, relative whole $\mathbb{SS}$, absolute $\mathbb{SS}$ (Ali et al., 2009). The empty $\mathbb{SS}$ over U is the unique $\mathbb{SS}$ over U with an empty $\mathbb{PS}$, represented by $\emptyset_{\emptyset}$ (Ali et al., 2009). to Maji et al., 2003 for AND-product ($\wedge$ -product)/ OR-product ($\vee$ -product). For additional information on operation of sets, we refer to Sezgin et al. (2023c), and more on $\mathbb{SS}$ s, we refer to Aktas and Çağman (2007), Alcantud et al. (2024), Ali et al. (2015), Ali et al. (2022), Atagün et al. (2019), Atagün and Sezgin (2015), Atagün and Sezer (2015), Atagün and Sezgin (2017), Atagün and Sezgin (2018), Atagün and Sezgin (2022), Feng et al. (2008), Gulistan and Shahzad (2014), Gulistan et al. (2018), Sezgin (2018), Jana et al. (2019), Karaaslan (2019), Khan et al. (2017), Mahmood et

al. (2015), Mahmood et al. (2018), Manikantan et al. (2023), Memiş (2022), Özlü and Sezgin (2020), Riaz et al. (2023), Sezer (2012), Sezgin (2016), Muştuoğlu et al. (2016), Kaygısız (2012), Sezer et al. (2015a), Sezgin et al. (2017), Sezer and Atagün (2016), Sezer et al. (2017), Sezer et al. (2013), Sezer et al. (2014a, 2014b), Sezgin et al. (2019a, 2019b), Sezgin and İlgin (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin et al. (2022), Sezgin and Onur (2024), Sezgin et al. (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin and Orbay (2022), Sezgin et al. (2025a, 2025b), Tunçay and Sezgin (2016), Ullah et al. (2018).

3. Soft Symmetric Difference Complement-product

In this section, we suggest a new product for $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s: the soft symmetric difference complement-product. We give an example and thoroughly examine its algebraic properties in relation to particular types of soft subsets and equalities.

Definition 3.1. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . The soft symmetric difference complement-product of $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})$, denoted by $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee_{\Pi} (\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})$, is defined by $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}}) = (\mathcal{Q}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}})$, where for all $(p, z) \in \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}$,

$$\mathcal{Q}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \Pi \mathcal{V}(z)$$

Here, $\mathcal{Z}(p) \Pi \mathcal{V}(z) = (\mathcal{Z}(p) \Delta \mathcal{V}(z))'$.

For more on symmetric difference complement, we refer to Sezgin et al. (2025c).

Remark 3.2. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then,

$$(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}}) = ((\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge (\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})) \cup_R ((\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}}) \vee (\mathcal{Z}, \mathcal{I}))^c$$

Example 3.3. Let $E = \{\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \vartheta_4\}$ be the PS, $\mathcal{I} = \{\vartheta_2, \vartheta_3\}$, and $\bar{\mathcal{W}} = \{\vartheta_2, \vartheta_4\}$ be the subsets of E , $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U such that

$$(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) = \{(\vartheta_2, U), (\vartheta_3, \{\varrho_3, \varrho_5\})\}$$

$$(\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}}) = \{(\vartheta_2, \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3\}), (\vartheta_4, \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_4\})\}$$

Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}}) = (\mathcal{Q}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}})$. Then,

$$\begin{aligned} & (\mathcal{Q}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \\ &= \left\{ \left((\vartheta_2, \vartheta_2), \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3\} \right), \left((\vartheta_2, \vartheta_4), \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_4\} \right), \left((\vartheta_3, \vartheta_2), \{\varrho_3, \varrho_4\} \right), \left((\vartheta_3, \vartheta_4), \{\varrho_1, \varrho_3\} \right) \right\} \end{aligned}$$

Proposition 3.4. $\wedge_{\Pi}$ -product is closed in $S_E(U)$ as regards soft M-equality. That is, if $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})$ are $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U , then so is $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee_{\Pi} (\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})$.

Proof: It is clear that $\wedge_{\Pi}$ -product is a binary operation in $S_E(U)$.

Proposition 3.5. $S_{\mathcal{I}}(U)$ is not closed under $\wedge_{\Pi}$ -product as regards soft M-equality.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathcal{V}, \mathcal{I})$ be the elements of $S_{\mathcal{I}}(U)$. Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{V}, \mathcal{I})$ is an element of $S_{\mathcal{I} \times \mathcal{I}}(U)$, not $S_{\mathcal{I}}(U)$.

Proposition 3.6. $\wedge_{\Pi}$ -product is not associative in $S_E(U)$ as regards soft M-equality.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$, $(\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})$ and $(\mathcal{Q}, \mathcal{I})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, it is obvious that

$$(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} ((\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \mathcal{I})) \neq_M ((\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{V}, \bar{\mathcal{W}})) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \mathcal{I})$$

since, from a set-theoretic perspective, $\mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma) \neq (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times \Gamma$.

Proposition 3.7. $\wedge_{\Pi}$ -product is associative in $S_E(U)$ as regards soft L-equality.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$, $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}})$ and $(\mathcal{Q}, \Gamma)$ be $\mathcal{SS}$ s over U . We need to show that,

$$(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} ((\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \Gamma)) =_L ((\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}})) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \Gamma)$$

Let $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge (\mathcal{Q}, \Gamma) = (\mathfrak{E}, \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma)$, where for all $(\mathbf{z}, \vartheta) \in \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma$, $\mathfrak{E}(\mathbf{z}, \vartheta) = \mathfrak{Z}(\mathbf{z}) \prod \mathcal{Q}(\vartheta)$. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{E}, \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma) = (\mathfrak{R}, \mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma))$, where for all $(\mathbf{p}, (\mathbf{z}, \vartheta)) \in \mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma)$,

$$\mathfrak{R}(\mathbf{p}, (\mathbf{z}, \vartheta)) = \mathcal{Z}(\mathbf{p}) \prod (\mathfrak{Z}(\mathbf{z}) \prod \mathcal{Q}(\vartheta))$$

Assume that $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) = (\mathcal{H}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}})$, where for all $(\mathbf{p}, \mathbf{z}) \in \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}$, $\mathcal{H}(\mathbf{p}, \mathbf{z}) = \mathcal{Z}(\mathbf{p}) \prod \mathfrak{Z}(\mathbf{z})$. Let $(\mathcal{H}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \Gamma) = (\beta, (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times \Gamma)$, where for all $((\mathbf{p}, \mathbf{z}), \vartheta) \in (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times \Gamma$,

$$\beta((\mathbf{p}, \mathbf{z}), \vartheta) = (\mathcal{Z}(\mathbf{p}) \prod \mathfrak{Z}(\mathbf{z})) \prod \mathcal{Q}(\vartheta)$$

Since $\mathfrak{R}(\mathbf{p}, (\mathbf{z}, \vartheta)) = \beta((\mathbf{p}, \mathbf{z}), \vartheta)$, for all $(\mathbf{p}, \mathbf{z}, \vartheta) \in \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma$, the proof is completed.

Proposition 3.8. $\wedge_{\Pi}$ -product is not commutative in $S_E(U)$ as regards soft M-equality.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}})$ be $\mathcal{SS}$ s over U . Since $\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}} \neq \bar{\mathcal{W}} \times \mathcal{I}$, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \neq_M (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$.

Proposition 3.9. $\wedge_{\Pi}$ -product is not commutative in $S_{\mathcal{I}}(U)$ as regards soft M-equality.

Proof: We provide an example to show that $\wedge_{\Pi}$ -product is not commutative under M-equality in $S_{\mathcal{I}}(U)$. Let $E = \{\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \vartheta_4\}$ be the PS, $\mathcal{I} = \{\vartheta_2, \vartheta_3\}$ be the subset of E , $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set, and $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathfrak{Z}, \mathcal{I})$ be $\mathcal{SS}$ s over U such that

$$(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) = \{(\vartheta_2, \{\varrho_3, \varrho_4\}), (\vartheta_3, \{\varrho_1\})\}, (\mathfrak{Z}, \mathcal{I}) = \{(\vartheta_2, \{\varrho_1, \varrho_4\}), (\vartheta_3, \{\varrho_1, \varrho_3\})\}$$

Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \mathcal{I}) = (\mathcal{W}, \mathcal{I} \times \mathcal{I})$, where

$$(\mathcal{W}, \mathcal{I} \times \mathcal{I}) = \{((\vartheta_2, \vartheta_2), \{\varrho_2, \varrho_4, \varrho_5\}), ((\vartheta_2, \vartheta_3), \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_5\}), ((\vartheta_3, \vartheta_1), \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_5\}), ((\vartheta_3, \vartheta_3), \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_4, \varrho_5\})\}$$

Assume that $(\mathfrak{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) = (\mathcal{H}, \mathcal{I} \times \mathcal{I})$, where

$$(\mathcal{H}, \mathcal{I} \times \mathcal{I}) = \{((\vartheta_2, \vartheta_2), \{\varrho_2, \varrho_4, \varrho_5\}), ((\vartheta_2, \vartheta_3), \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_5\}), ((\vartheta_3, \vartheta_2), \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_5\}), ((\vartheta_3, \vartheta_3), \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_4, \varrho_5\})\}$$

Hence, $(\mathcal{W}, \mathcal{I} \times \mathcal{I}) \neq_M (\mathcal{H}, \mathcal{I} \times \mathcal{I})$, implying that $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \mathcal{I}) \neq_M (\mathfrak{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$.

Proposition 3.10. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}})$ be two $\mathcal{SS}$ s. If $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) =_M (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}})$, then $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) =_M (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$.

Proof: Since $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) =_M (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}})$, then $\mathcal{I} = \bar{\mathcal{W}}$. Hence, $\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}} = \bar{\mathcal{W}} \times \mathcal{I}$. Moreover, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) =_M (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) =_M (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$. Thus, the proof is completed.

Example 3.11 illustrates that Proposition 3.10 cannot be reversed in general, that is, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) =_M (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ does not imply that $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) =_M (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}})$.

Example 3.11. Let $E = \{\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \vartheta_4\}$ be the $\mathcal{PS}$, $J_1 = \bar{W} = \{\vartheta_1, \vartheta_3\}$ be the subsets of E and $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set. Let $(\mathcal{Z}, J_1)$ and $(\mathfrak{Z}, J_1)$ be $\mathbb{SS}$ s over U such that

$$(\mathcal{Z}, J_1) = \{(\vartheta_2, \{\varrho_3, \varrho_4\}), (\vartheta_3, \{\varrho_3, \varrho_4\})\}, (\mathfrak{Z}, \bar{W}) = \{(\vartheta_2, \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_5\}), (\vartheta_3, \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_5\})\}$$

Then,

$$\begin{aligned} (\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W}) &= \{((\vartheta_2, \vartheta_2), \emptyset), ((\vartheta_2, \vartheta_3), \emptyset), ((\vartheta_3, \vartheta_2), \emptyset), ((\vartheta_3, \vartheta_3), \emptyset)\} \\ (\mathfrak{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, J_1) &= \{((\vartheta_2, \vartheta_2), \emptyset), ((\vartheta_2, \vartheta_3), \emptyset), ((\vartheta_3, \vartheta_2), \emptyset), ((\vartheta_3, \vartheta_3), \emptyset)\} \end{aligned}$$

It is observed that $(\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W}) =_M (\mathfrak{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, J_1)$; however, $(\mathcal{Z}, J_1) \neq_M (\mathfrak{Z}, \bar{W})$.

Proposition 3.12. $\wedge_{\Pi}$ -product is commutative in $S_E(U)$ under L-equality.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, J_1)$ and $(\mathfrak{Z}, \bar{W})$ be $\mathbb{SS}$ s over U , $(\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W}) = (\mathcal{Q}, J_1 \times \bar{W})$ and $(\mathfrak{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, J_1) = (\mathfrak{Q}, \bar{W} \times J_1)$. Thus, for all $(p, z) \in J_1 \times \bar{W}$, $\mathcal{Q}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \Pi \mathfrak{Z}(z)$ and for all $(z, p) \in \bar{W} \times J_1$, $\mathfrak{Q}(z, p) = \mathfrak{Z}(z) \Pi \mathcal{Z}(p)$. Since for all $(p, z) \in J_1 \times \bar{W}$, there exists $(z, p) \in \bar{W} \times J_1$ such that $\mathcal{Q}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \Pi \mathfrak{Z}(z) = \mathfrak{Z}(z) \Pi \mathcal{Z}(p)$, $(\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W}) \subseteq_L (\mathfrak{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, J_1)$. Similarly, since for all $(z, p) \in \bar{W} \times J_1$, there exists $(p, z) \in J_1 \times \bar{W}$ such that $\mathfrak{Q}(z, p) = \mathcal{Z}(p) \Pi \mathfrak{Z}(z)$, $(\mathfrak{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, J_1) \subseteq_L (\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W})$ is obtained. Thereby, $(\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W}) =_L (\mathfrak{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, J_1)$.

Remark 3.13. $\wedge_{\Pi}$ -product is commutative in $S_{J_1}(U)$ under L-equality.

Proposition 3.14. U_{J_1} is the identity element of $\wedge_{\Pi}$ -product in $S_K(U)$ as regards L-equality.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, J_1)$ be an element of $S_K(U)$ and $U_{J_1} = (\mathcal{Q}, J_1)$. We need to show that $(\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} U_{J_1} =_L U_{J_1} \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, J_1) = (\mathcal{Z}, J_1)$. Then, for all $p \in J_1$, $\mathcal{Q}(p) = U$. Let $(\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} U_{J_1} = (\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, J_1) = (\mathfrak{Z}, J_1 \times J_1)$, where for all $(p, z) \in J_1 \times J_1$, $\mathfrak{Z}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \Pi \mathcal{Q}(z) = \mathcal{Z}(p) \Pi U = \mathcal{Z}(p)$. Since for all $(p, z) \in J_1 \times J_1$, there exists $p \in J_1$ such that $\mathfrak{Z}(p, z) = \mathcal{Z}(p)$, $(\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} U_{J_1} \subseteq_L (\mathcal{Z}, J_1)$. Moreover, since for all $p \in J_1$, there exists $(p, z) \in J_1 \times J_1$ such that $\mathcal{Z}(p) = \mathcal{Z}(p) \Pi U = \mathcal{Z}(p) \Pi \mathcal{Q}(z) = \mathfrak{Z}(p, z)$, $(\mathcal{Z}, J_1) \subseteq_L (\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} U_{J_1}$. Thereby, $(\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} U_{J_1} =_L (\mathcal{Z}, J_1)$. One can similarly show that $U_{J_1} \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, J_1) =_L (\mathcal{Z}, J_1)$. Thus, $(\mathcal{Z}, J_1) \wedge_{\Pi} U_{J_1} =_L U_{J_1} \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, J_1) = (\mathcal{Z}, J_1)$.

Proposition 3.15. U_E is the identity element of $\wedge_{\Pi}$ -product in $S_E(U)$ as regards L-equality.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \bar{W})$ be an $\mathbb{SS}$ over U and $U_E = (\mathcal{Q}, E)$. We need to show that $(\mathcal{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} U_E =_L U_E \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \bar{W}) = (\mathcal{Z}, \bar{W})$. Then, for all $p \in E$, $\mathcal{Q}(p) = U$. Let $(\mathcal{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} U_E = (\mathcal{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, E) = (\mathfrak{Z}, \bar{W} \times E)$, where for all $(z, p) \in \bar{W} \times E$, $\mathfrak{Z}(z, p) = \mathcal{Z}(z) \Pi \mathcal{Q}(p) = \mathcal{Z}(z) \Pi U = \mathcal{Z}(z) \cup U = \mathcal{Z}(z)$. Since for all $(z, p) \in \bar{W} \times E$, there exists $z \in \bar{W}$ such that $\mathfrak{Z}(z) = \mathcal{Z}(z)$, $(\mathcal{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} U_E \subseteq_L (\mathcal{Z}, \bar{W})$. Moreover, since for all $z \in \bar{W}$, there exists $(z, p) \in \bar{W} \times E$ such that $\mathcal{Z}(z) = \mathcal{Z}(z) \Pi U = \mathcal{Z}(z) \Pi \mathcal{Q}(p) = \mathfrak{Z}(z, p)$, $(\mathcal{Z}, \bar{W}) \subseteq_L (\mathcal{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} U_E$. Thereby, $(\mathcal{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} U_E =_L (\mathcal{Z}, \bar{W})$. One can similarly show that $U_E \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \bar{W}) =_L (\mathcal{Z}, \bar{W})$. Thus, $(\mathcal{Z}, \bar{W}) \wedge_{\Pi} U_E =_L U_E \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \bar{W}) = (\mathcal{Z}, \bar{W})$.

Proposition 3.16. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ be $\mathbb{SS}$ over U . Then, $U_{\mathcal{I}} \widetilde{\subseteq}_L (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$.

Proof : Let $U_{\mathcal{I}} = (\mathcal{E}, \mathcal{I})$ and $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) = (\mathcal{S}, \mathcal{I} \times \mathcal{I})$, where for all $p \in \mathcal{I}$, $\mathcal{E}(p) = U$, and for all $(p, z) \in \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}$, $\mathcal{S}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \cap \mathcal{Z}(z)$. Since for all $p \in \mathcal{I}$, there exists $(p, p) \in \mathcal{I} \times \mathcal{I}$ such that $\mathcal{E}(p) = U = \mathcal{Z}(p) \cap \mathcal{Z}(p) = \mathcal{S}(p, p)$, $U_{\mathcal{I}} \widetilde{\subseteq}_L (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ is obtained.

It is obvious that the L-subset in Proposition 3.16. can not be L-equality with the following Example 3.17:

Example 3.17. Let $E = \{\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \vartheta_4\}$ be the PS, $\mathcal{I} = \{\vartheta_2, \vartheta_3\}$ be the subset of E , $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ be an $\mathbb{SS}$ over U such that

$$(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) = \{(\vartheta_2, \{\varrho_3, \varrho_4\}), (\vartheta_3, \{\varrho_2, \varrho_3\})\}$$

We show that $U_{\mathcal{I}} \neq_L (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$. Let

$$U_{\mathcal{I}} = (\mathfrak{M}, \mathcal{I}) = \{(\vartheta_2, U), (\vartheta_3, U)\}$$

Assume that $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) = (\beta, \mathcal{I} \times \mathcal{I})$, where

$$(\beta, \mathcal{I} \times \mathcal{I}) = \{((\vartheta_2, \vartheta_2), U), ((\vartheta_2, \vartheta_3), \{\varrho_1, \varrho_3, \varrho_5\}), ((\vartheta_3, \vartheta_2), \{\varrho_1, \varrho_3, \varrho_5\}), ((\vartheta_3, \vartheta_3), U)\}$$

It is obvious that $U_{\mathcal{I}} \widetilde{\subseteq}_L (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$, since $\mathfrak{M}(\vartheta_2) = U = \beta(\vartheta_2, \vartheta_2) = \beta(\vartheta_2, \vartheta_2)$, $\mathfrak{M}(\vartheta_3) = U = \beta(\vartheta_2, \vartheta_2) = \beta(\vartheta_2, \vartheta_2)$. However, $\beta((\vartheta_2, \vartheta_3)) \neq \mathfrak{M}(\vartheta_2)$, $\beta((\vartheta_2, \vartheta_3)) \neq \mathfrak{M}(\vartheta_3)$, $\beta((\vartheta_3, \vartheta_2)) \neq \mathfrak{M}(\vartheta_2)$, $\beta((\vartheta_3, \vartheta_2)) \neq \mathfrak{M}(\vartheta_3)$, implying that $(\beta, \mathcal{I} \times \mathcal{I}) \not\widetilde{\subseteq}_L U_{\mathcal{I}}$, and so $(\beta, \mathcal{I} \times \mathcal{I}) \neq_L U_{\mathcal{I}}$. Thus, $U_{\mathcal{I}} \neq_L (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$.

Remark 3.18. $\wedge_{\Pi}$ -product is not idempotent in $S_E(U)$ under L-equality.

Proof. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ be $\mathbb{SS}$ over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \neq_L (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ by Example 3.17.

Proposition 3.19. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}})$ be $\mathbb{SS}$ s over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\emptyset}$ if and only if $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\emptyset}$ or $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\emptyset}$.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}})$ be $\mathbb{SS}$ s over U and $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\emptyset}$. Thereby, $\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}} = \emptyset$, and so $\mathcal{I} = \emptyset$ or $\bar{\mathcal{W}} = \emptyset$. Since $\emptyset_{\emptyset}$ is the only $\mathbb{SS}$ with the empty PS, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\emptyset}$ or $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\emptyset}$.

Conversely, let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) = \emptyset_{\emptyset}$ or $(\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) = \emptyset_{\emptyset}$. Then, $\mathcal{I} = \emptyset$ or $\bar{\mathcal{W}} = \emptyset$. Since $\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}} = \emptyset$, and $\emptyset_{\emptyset}$ is the only $\mathbb{SS}$ with empty PS, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{\mathcal{W}}) =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\emptyset}$.

Remark 3.20. $\emptyset_{\emptyset}$ -the empty $\mathbb{SS}$ -is the absorbing element of $\wedge_{\Pi}$ -product in $S_E(U)$ under L-equality.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ be an $\mathbb{SS}$ over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} \emptyset_{\emptyset} =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\emptyset} \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\emptyset}$ is followed by Proposition 3.19.

Theorem 3.21. $(S_E(U), \wedge_{\Pi})$ is a commutative, not idempotent monoid with identity U_E , whose absorbing element is $\emptyset_{\emptyset}$, in the sense of L-soft equality.

Proof: The proof is by Proposition 3.4, Proposition 3.7, Proposition 3.12, Proposition 3.15, Remark 3.18, Remark 3.20.

Proposition 3.22. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J})$ be an $\mathbb{S}\mathbb{S}$ over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} U_{\mathcal{J}} =_{\mathbf{M}} U_{\mathcal{J}} \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} (\mathcal{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})$.

Proof: Let $U_{\mathcal{J}} = (\mathcal{Q}, \mathcal{J})$. Then, for all $p \in \mathcal{J}$, $\mathcal{Q}(p) = U$. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} U_{\mathcal{J}} = (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \mathcal{J}) = (\mathfrak{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})$, where for all $(p, z) \in \mathcal{J} \times \mathcal{J}$, $\mathfrak{Z}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \prod \mathcal{Q}(z) = \mathcal{Z}(p) \prod U = \mathcal{Z}(p)$. Thereby, $(\mathfrak{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J}) = (\mathcal{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})$. Similarly, one can show that $U_{\mathcal{J}} \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} (\mathcal{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})$.

Proposition 3.23. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J})$ be an $\mathbb{S}\mathbb{S}$ over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} U_E =_{\mathbf{M}} (\mathcal{Z}, \mathcal{J} \times E)$ and $U_E \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} (\mathcal{Z}, E \times \mathcal{J})$.

Proof: The proof is similar to the proof of Proposition 3.22.

Remark 3.24. While $U_{\mathcal{J}}$ is commutative with every element of $S_{\mathcal{J}}(U)$ for $\wedge_{\Pi}$ -product under M-equality, U_E is not commutative with every element of $S_E(U)$ for $\wedge_{\Pi}$ -product under M-equality.

Proposition 3.25. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J})$ be an $\mathbb{S}\mathbb{S}$ over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} \emptyset_{\mathcal{J}} =_{\mathbf{M}} \emptyset_{\mathcal{J}} \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} (\mathcal{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})^r$.

Proof: Let $U_{\mathcal{J}} = (\mathcal{Q}, \mathcal{J})$. Then, for all $p \in \mathcal{J}$, $\mathcal{Q}(p) = \emptyset$. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} \emptyset_{\mathcal{J}} = (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \mathcal{J}) = (\mathfrak{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})$, where for all $(p, z) \in \mathcal{J} \times \mathcal{J}$, $\mathfrak{Z}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \prod \mathcal{Q}(z) = \mathcal{Z}(p) \prod \emptyset = \mathcal{Z}'(p)$, implying that $(\mathfrak{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J}) = (\mathcal{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})^r$. Similarly, one can show that $\emptyset_{\mathcal{J}} \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) = (\mathcal{Z}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})^r$.

Proposition 3.26. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J})$ be an $\mathbb{S}\mathbb{S}$ over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} \emptyset_E =_{\mathbf{M}} (\mathcal{Z}, \mathcal{J} \times E)^r$ and $\emptyset_E \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} (\mathcal{Z}, E \times \mathcal{J})^r$.

Proof: The proof is similar to the proof of Proposition 3.25.

Remark 3.27. While $U_{\mathcal{J}}$ is commutative with every element of $S_{\mathcal{J}}(U)$ for $\wedge_{\Pi}$ -product under M-equality, U_E is not commutative with every element of $S_E(U)$ for $\wedge_{\Pi}$ -product under M-equality.

Proposition 3.28. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J})$ and $(\mathfrak{Z}, \mathcal{J})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} U_{\mathcal{J} \times \mathcal{J}}$ if and only if $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} (\mathfrak{Z}, \mathcal{J})$.

Proof: Let $U_{\mathcal{J} \times \mathcal{J}} = (\mathcal{E}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})$ and $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \mathcal{J}) = (\mathcal{X}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})$, where for all $(p, z) \in \mathcal{J} \times \mathcal{J}$, $\mathcal{E}(p, z) = U$, and for all $(p, z) \in \mathcal{J} \times \mathcal{J}$, $\mathcal{X}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \prod \mathfrak{Z}(z)$. Let $(\mathcal{E}, \mathcal{J} \times \mathcal{J}) = (\mathcal{X}, \mathcal{J} \times \mathcal{J})$. Then, for all $(p, z) \in \mathcal{J} \times \mathcal{J}$, $\mathcal{Z}(p) \prod \mathfrak{Z}(z) = U$. Thereby, for all $p, z \in \mathcal{J}$, $\mathcal{Z}(p) = \mathfrak{Z}(z)$. Hence, $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} (\mathfrak{Z}, \mathcal{J})$.

Conversely, let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} (\mathfrak{Z}, \mathcal{J})$. Thus, for all $p, z \in \mathcal{J}$, $\mathcal{Z}(p) = \mathfrak{Z}(z)$. Hence, for all $(p, z) \in \mathcal{J} \times \mathcal{J}$, $\mathcal{X}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \prod \mathfrak{Z}(z) = U$, implying that $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \mathcal{J}) =_{\mathbf{M}} U_{\mathcal{J} \times \mathcal{J}}$.

Proposition 3.29. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J})$ and $(\mathfrak{Z}, \bar{W})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $\left((\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W}) \right)^r = (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \vee_{\Delta} (\mathfrak{Z}, \bar{W})$.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W}) = (\mathcal{Q}, \mathcal{J} \times \bar{W})$, where for all $(p, z) \in \mathcal{J} \times \bar{W}$, $\mathcal{Q}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \prod \mathfrak{Z}(z)$. Thus, $\mathcal{Q}'(p, z) = (\mathcal{Z}(p) \prod \mathfrak{Z}(z))' = \left((\mathcal{Z}(p) \Delta \mathfrak{Z}(z))' \right)' = \mathcal{Z}(p) \Delta \mathfrak{Z}(z)$. Hence, $(\mathcal{Q}', \mathcal{J} \times \bar{W}) = (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \vee_{\Delta} (\mathfrak{Z}, \bar{W})$.

Proposition 3.30. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J})$ and $(\mathfrak{Z}, \bar{W})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge (\mathfrak{Z}, \bar{W}) \cong_F (\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W})$.

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge (\mathfrak{Z}, \bar{W}) = (\mathcal{E}, \mathcal{J} \times \bar{W})$ and $(\mathcal{Z}, \mathcal{J}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Z}, \bar{W}) = (\mathcal{Z}, \mathcal{J} \times \bar{W})$, where for all $(p, z) \in \mathcal{J} \times \bar{W}$,

$\mathcal{Z}(p) \prod \mathcal{Z}(z) \subseteq U = \mathcal{Q}(p, z)$, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \tilde{\subseteq}_F U_{\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}}$ is obtained. Similarly, $(\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \tilde{\subseteq}_F U_{\bar{\mathcal{W}} \times \mathcal{I}}$.

Proposition 3.36. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$ and $(\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}})$ be $\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \tilde{\subseteq}_J U_{\mathcal{I}}$ and $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \tilde{\subseteq}_J U_{\bar{\mathcal{W}}}$.

Proof: Let $U_{\mathcal{I}} = (\mathcal{W}, \mathcal{I})$ and $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) = (\mathcal{X}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}})$, where for all $p \in \mathcal{I}$, $\mathcal{W}(p) = U$, and for all $(p, z) \in \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}$, $\mathcal{X}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \prod \mathcal{Z}(z)$. Since, for all $(p, z) \in \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}$, there exists $p \in \mathcal{I}$ such that $\mathcal{X}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \prod \mathcal{Z}(z) \subseteq U = \mathcal{W}(p)$, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \tilde{\subseteq}_J U_{\mathcal{I}}$. Similarly, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \tilde{\subseteq}_J U_{\bar{\mathcal{W}}}$.

Proposition 3.37. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$, $(\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}})$ and $(\mathcal{Q}, \Gamma)$ be $\mathbb{S}$ s over U . Then,

$$(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee ((\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \Gamma)) \tilde{\subseteq}_L ((\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}})) \wedge_{\Pi} ((\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{Q}, \Gamma))$$

Proof: Let $(\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \Gamma) = (\mathcal{E}, \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma)$, where for all $(z, \theta) \in \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma$, $\mathcal{E}(z, \theta) = \mathcal{Z}(z) \prod \mathcal{Q}(\theta)$. Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{E}, \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma) = (\mathcal{R}, \mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma))$, where for all $(p, (z, \theta)) \in \mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma)$,

$$\mathcal{R}(p, (z, \theta)) = \mathcal{Z}(p) \cup (\mathcal{Z}(z) \prod \mathcal{Q}(\theta)) = (\mathcal{Z}(p) \cup \mathcal{Z}(z)) \prod (\mathcal{Z}(p) \cup \mathcal{Q}(\theta))$$

Assume that $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) = (\mathcal{H}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}})$ and $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{Q}, \Gamma) = (\mathcal{M}, \mathcal{I} \times \Gamma)$, where for all $(p, z) \in \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}$, $\mathcal{H}(p, z) = \mathcal{Z}(p) \cup \mathcal{Z}(z)$ and for all $(p, \theta) \in \mathcal{I} \times \Gamma$, $\mathcal{M}(p, \theta) = \mathcal{Z}(p) \cup \mathcal{Q}(\theta)$. Let $(\mathcal{H}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{M}, \mathcal{I} \times \Gamma) = (\beta, (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times (\mathcal{I} \times \Gamma))$, where for all $((p, z), (p, \theta)) \in (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times (\mathcal{I} \times \Gamma)$,

$$\beta((p, z), (p, \theta)) = (\mathcal{Z}(p) \cup \mathcal{Z}(z)) \prod (\mathcal{Z}(p) \cup \mathcal{Q}(\theta))$$

Hence, for all $(p, (z, \theta)) \in \mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma)$, there exists $((p, z), (p, \theta)) \in (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times (\mathcal{I} \times \Gamma)$ such that

$$\mathcal{R}(p, (z, \theta)) = \mathcal{Z}(p) \cup (\mathcal{Z}(z) \prod \mathcal{Q}(\theta)) = (\mathcal{Z}(p) \cup \mathcal{Z}(z)) \prod (\mathcal{Z}(p) \cup \mathcal{Q}(\theta)) = \beta((p, z), (p, \theta)).$$

This completes the proof. It is obvious that the L-subset in Proposition 3.37. can not be L-equality with the following Example 3.38:

Example 3.38. Let $E = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4\}$ be the PS, $\mathcal{I} = \{\theta_2, \theta_3\}$, $\bar{\mathcal{W}} = \{\theta_1\}$, and $\Gamma = \{\theta_4\}$, be the subsets of E , $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set, $(\mathcal{Z}, \mathcal{I})$, $(\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}})$, and $(\mathcal{Q}, \Gamma)$ be $\mathbb{S}$ s over U such that

$$(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) = \{(\theta_2, \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_4\}), (\theta_3, \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\})\}, (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) = \{(\theta_1, \emptyset)\} \text{ and } (\mathcal{Q}, \Gamma) = \{(\theta_4, \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_4\})\}$$

We show that

$$(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee ((\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \Gamma)) \neq_L ((\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}})) \wedge_{\Pi} ((\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{Q}, \Gamma))$$

Let $(\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathcal{Q}, \Gamma) = (\mathcal{E}, \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma)$, where

$$(\mathcal{E}, \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma) = \{((\theta_1, \theta_4), \{\varrho_1, \varrho_5\})\}$$

Assume that $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{E}, \bar{\mathcal{W}} \times \Gamma) = (\mathcal{M}, \mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma))$, where

$$(\mathcal{M}, \mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma)) = \{((\theta_2, (\theta_1, \theta_4)), U), ((\theta_3, (\theta_1, \theta_4)), U)\}$$

Let $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{Z}, \bar{\mathcal{W}}) = (\mathcal{E}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}})$, where

$$(\mathcal{E}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) = \{((\theta_2, \theta_1), \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_4\}), ((\theta_3, \theta_1), \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\})\}$$

Suppose that $(\mathcal{Z}, \mathcal{I}) \vee (\mathcal{Q}, \Gamma) = (\mathcal{R}, \mathcal{I} \times \Gamma)$, where

$$(\mathfrak{R}, \mathcal{I} \times \Gamma) = \{((\mathfrak{u}_2, \mathfrak{u}_4), \{\mathfrak{v}_2, \mathfrak{v}_3, \mathfrak{v}_4\}), ((\mathfrak{u}_3, \mathfrak{u}_4), \{\mathfrak{v}_2, \mathfrak{v}_3, \mathfrak{v}_4, \mathfrak{v}_5\})\}$$

Let $(\mathfrak{E}, \mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{R}, \mathcal{I} \times \Gamma) = (\beta, (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times (\mathcal{I} \times \Gamma))$. Thus,

$$(\beta, (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times (\mathcal{I} \times \Gamma)) = \left\{ \left(((\mathfrak{u}_2, \mathfrak{u}_1), (\mathfrak{u}_2, \mathfrak{u}_4)), \mathcal{U} \right), \left(((\mathfrak{u}_2, \mathfrak{u}_1), (\mathfrak{u}_3, \mathfrak{u}_4)), \{\mathfrak{v}_1, \mathfrak{v}_2, \mathfrak{v}_3, \mathfrak{v}_4\} \right), \right. \\ \left. \left(((\mathfrak{u}_3, \mathfrak{u}_1), (\mathfrak{u}_2, \mathfrak{u}_4)), \{\mathfrak{v}_1, \mathfrak{v}_2, \mathfrak{v}_3, \mathfrak{v}_4\} \right), \left(((\mathfrak{u}_3, \mathfrak{u}_1), (\mathfrak{u}_3, \mathfrak{u}_4)), \mathcal{U} \right) \right\}$$

Hence, $\beta((\mathfrak{u}_2, \mathfrak{u}_1), (\mathfrak{u}_3, \mathfrak{u}_4)) \neq \mathfrak{M}(\mathfrak{u}_2, (\mathfrak{u}_1, \mathfrak{u}_4))$, $\beta((\mathfrak{u}_2, \mathfrak{u}_1), (\mathfrak{u}_3, \mathfrak{u}_4)) \neq \mathfrak{M}(\mathfrak{u}_3, (\mathfrak{u}_1, \mathfrak{u}_4))$, $\beta((\mathfrak{u}_3, \mathfrak{u}_1), (\mathfrak{u}_2, \mathfrak{u}_4)) \neq \mathfrak{M}(\mathfrak{u}_2, (\mathfrak{u}_1, \mathfrak{u}_4))$, $\beta((\mathfrak{u}_3, \mathfrak{u}_1), (\mathfrak{u}_2, \mathfrak{u}_4)) \neq \mathfrak{M}(\mathfrak{u}_3, (\mathfrak{u}_1, \mathfrak{u}_4))$, implying that $(\beta, (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times (\mathcal{I} \times \Gamma)) \not\tilde{\mathcal{E}}_L (\mathfrak{M}, \mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma))$, and so $(\beta, (\mathcal{I} \times \bar{\mathcal{W}}) \times (\mathcal{I} \times \Gamma)) \neq_L (\mathfrak{M}, \mathcal{I} \times (\bar{\mathcal{W}} \times \Gamma))$.

4. Conclusions

Based on Molodtsov's soft set theory, this study presented a novel kind of soft product called the "soft symmetric difference complement -product." We looked closely at its algebraic properties and gave an example of several kinds of soft subsets and equalities. In the notion of L-soft equality, we find that the set of all soft sets with the soft symmetric difference complement -product is a commutative monoid rather than an idempotent one. By the numerous applications are made possible by this methodology, including innovative soft set-based cryptography algorithms and creative methods for making decisions. Future studies may suggest more soft product operations and investigate basic characteristics associated with different soft equal relations in order to enhance the soft set literature both conceptually and practically.

References

- Abbas, M., Ali, B., & Romaguera, S. (2014). On generalized soft equality and soft lattice structure. *Filomat*, 28(6), 1191–1203. <https://doi.org/10.2298/FIL1406191A>
- Abbas, M., Ali, M. I., & Romaguera, S. (2017). Generalized operations in soft set theory via relaxed conditions on parameters. *Filomat*, 31(19), 5955–5964. <https://doi.org/10.2298/FIL1719955A>
- Aktas, H., & Çağman, N. (2007). Soft sets and soft groups. *Information Sciences*, 177(13), 2726–2735. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2006.12.008>
- Alcantud, J. C. R., Khameneh, A. Z., Santos-García, G., & Akram, M. (2024). A systematic literature review of soft set theory. *Neural Computing and Applications*, 36, 8951–8975. <https://doi.org/10.1007/s00521-024-09552-x>
- Ali, M. I., Feng, F., Liu, X., Min, W. K., & Shabir, M. (2009). On some new operations in soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 57(9), 1547–1553. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.11.009>
- Ali, M. I., Mahmood, M., Rehman, M. U., & Aslam, M. F. (2015). On lattice ordered soft sets. *Applied Soft Computing*, 36, 499–505. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.05.052>
- Ali, B., Saleem, N., Sundus, N., Khaleeq, S., Saeed, M., & George, R. (2022). A contribution to the theory of soft sets via generalized relaxed operations. *Mathematics*, 10(15), 26–36. <https://doi.org/10.3390/math10152636>
- Ali, M. I., Shabir, M., & Naz, M. (2011). Algebraic structures of soft sets associated with new operations. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(9), 2647–2654. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.03.011>
- Al-shami, T. M. (2019). Investigation and corrigendum to some results related to g-soft equality and gf-soft equality relations. *Filomat*, 33(11), 3375–3383. <https://doi.org/10.2298/FIL1911375A>

- Al-shami, T. M., & El-Shafei, M. (2020). T-soft equality relation. *Turkish Journal of Mathematics*, 44(4), 1427–1441. <https://doi.org/10.3906/mat-2005-117>
- Atagün, A. O., Kamacı, H., Taştekin, İ., & Sezgin, A. (2019). P-properties in near-rings. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 51(2), 152–167. <https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2019.51.2.5>
- Atagün, A. O., & Sezer, A. S. (2015). Soft sets, soft semimodules and soft substructures of semimodules. *Mathematical Sciences Letters*, 4(3), 235–242. <http://dx.doi.org/10.12785/msl/040303>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2015). Soft subnear-rings, soft ideals and soft N-subgroups of near-rings. *Mathematical Sciences Letters*, 7(1), 37–42. DOI: 10.18576/msl/070106
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2017). Int-soft substructures of groups and semirings with applications. *Applied Mathematics & Information Sciences*, 11(1), 105–113. <http://dx.doi.org/10.18576/amis/110113>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2018). A new view to near-ring theory: Soft near-rings. *South East Asian Journal of Mathematics & Mathematical Sciences*, 14(3), 1–14.
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2022). More on prime, maximal and principal soft ideals of soft rings. *New Mathematics and Natural Computation*, 18(1), 195–207. <https://doi.org/10.1142/S1793005722500119>
- Çağman, N., & Enginoğlu, S. (2010). Soft set theory and uni-int decision making. *European Journal of Operational Research*, 207(2), 848–855. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.05.004>
- Eren, Ö. F., & Çalışıcı, H. (2019). On some operations of soft sets. In *The Fourth International Conference on Computational Mathematics and Engineering Sciences*.
- Feng, F., & Li, Y. (2013). Soft subsets and soft product operations. *Information Sciences*, 232(20), 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.01.001>
- Feng, F., Li, Y. M., Davvaz, B., & Ali, M. I. (2010). Soft sets combined with fuzzy sets and rough sets: A tentative approach. *Soft Computing*, 14, 899–911. <https://doi.org/10.1007/s00500-009-0465-6>
- Fu, L. (2011). Notes on soft set operations. *ARP Journal of Systems and Software*, 1, 205–208.
- Ge, X., & Yang, S. (2011). Investigations on some operations of soft sets. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 75, 1113–1116.
- Gulistan, M., & Shahzad, M. (2014). On soft KU-algebras. *Journal of Algebra, Number Theory: Advances and Applications*, 11(1), 1–20.
- Gulistan, M., Feng, F., Khan, M., & Sezgin, A. (2018). Characterizations of right weakly regular semigroups in terms of generalized cubic soft sets. *Mathematics*, 6, 293. <https://doi.org/10.3390/math6120293>
- Jana, C., Pal, M., Karaaslan, F., & Sezgin, A. (2019). (α, β) -soft intersectional rings and ideals with their applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 15(2), 333–350. DOI: 10.1142/S179300571950018
- Jiang, Y., Tang, Y., Chen, Q., Wang, J., & Tang, S. (2010). Extending soft sets with description logics. *Computers and Mathematics with Applications*, 59(6), 2087–2096. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2009.12.014>
- Jun, Y. B., & Yang, X. (2011). A note on the paper combination of interval-valued fuzzy set and soft set. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(5), 1468–1470. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2010.12.077>
- Karaaslan, F. (2019). Some properties of AG*-groupoids and AG-bands under SI-product operation. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 36(1), 231–239. <https://doi.org/10.3233/JIFS-181208>
- Kaygisiz, K. (2012). On soft int-groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 4(2), 363–375.

- Khan, M., Ilyas, F., Gulistan, M., & Anis, S. (2015). A study of soft AG-groupoids. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(4), 621–638.
- Khan, A., Izhar, I., & Sezgin, A. (2017). Characterizations of Abel Grassmann's groupoids by the properties of their double-framed soft ideals. *International Journal of Analysis and Applications*, 15(1), 62–74. <https://hdl.handle.net/20.500.12450/1095>
- Liu, X., Feng, F., & Jun, Y. B. (2012). A note on generalized soft equal relations. *Computers and Mathematics with Applications*, 64(4), 572–578. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.12.052>
- Maji, P. K., Biswas, R., & Roy, A. R. (2003). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 45(1), 555–562. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(02\)00216-X](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(02)00216-X)
- Mahmood, T., Waqas, A., & Rana, M. A. (2015). Soft intersectional ideals in ternary semiring. *Science International*, 27(5), 3929–3934.
- Mahmood, T., Rehman, Z. U., & Sezgin, A. (2018). Lattice ordered soft near rings. *Korean Journal of Mathematics*, 26(3), 503–517.
- Manikantan, T., Ramasany, P., & Sezgin, A. (2023). Soft quasi-ideals of soft near-rings. *Sigma Journal of Engineering and Natural Science*, 41(3), 565–574. DOI: 10.14744/sigma.2023.00062
- Memiş, S. (2022). Another view on picture fuzzy soft sets and their product operations with soft decision-making. *Journal of New Theory*, 38, 1–13. <https://doi.org/10.53570/jnt.1037280>
- Molodtsov, D. (1999). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 37(1), 19–31. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(99\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(99)00056-5)
- Muştuoğlu, E., Sezgin, A., & Türk, Z. K. (2016). Some characterizations on soft uni-groups and normal soft uni-groups. *International Journal of Computer Applications*, 155(10), 1–8. 10.5120/ijca2016912412
- Neog, I. J., & Sut, D. K. (2011). A new approach to the theory of softset. *International Journal of Computer Applications*, 32(2), 1–6. DOI=10.5120/3874-5415
- Onyeozili, I. A., & Gwary, T. M. (2014). A study of the fundamentals of soft set theory. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(4), 132–143.
- Özlü, Ş., & Sezgin, A. (2020). Soft covered ideals in semigroups. *Acta Universitatis Sapientiae Mathematica*, 12(2), 317–346.
- Pei, D., & Miao, D. (2005). From soft sets to information systems. In X. Hu, Q. Liu, A. Skowron, T. Y. Lin, R. R. Yager, & B. Zhang (Eds.), *Proceedings of Granular Computing* (Vol. 2, pp. 617–621). IEEE. DOI: 10.1109/GRC.2005.1547365
- Riaz, M., Hashmi, M. R., Karaaslan, F., Sezgin, A., Shamiri, M. M. A. A., & Khalaf, M. M. (2023). Emerging trends in social networking systems and generation gap with neutrosophic crisp soft mapping. *CMES-Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 136(2), 1759–1783. <https://doi.org/10.32604/cmes.2023.023327>
- Qin, K., & Hong, Z. (2010). On soft equality. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 234(5), 1347–1355. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2010.02.028>
- Sen, J. (2014). On algebraic structure of soft sets. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 7(6), 1013–1020.
- Sezer, A. S. (2012). A new view to ring theory via soft union rings, ideals and bi-ideals. *Knowledge-Based Systems*, 36, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.04.031>

- Sezer, A. S. (2014a). A new approach to LA-semigroup theory via the soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(5), 2483-2495.
- Sezer, A. S. (2014b). Certain characterizations of LA-semigroups by soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(2), 1035-1046.
- Sezer, A. S., & Atagün, A. O. (2016). A new kind of vector space: Soft vector space. *Southeast Asian Bulletin of Mathematics*, 40(5), 753–770.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2017). N-group SI-action and its applications to N-group theory. *Fasciculi Mathematici*, 52, 139–153.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2013). A new view to N-group theory: Soft N-groups. *Fasciculi Mathematici*, 51, 123–140.
- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2014). Soft intersection interior ideals, quasi-ideals and generalized bi-ideals; A new approach to semigroup theory II. *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, 23(1–2), 161–207.
- Sezer, A. S., Çağman, N., Atagün, A. O., Ali, M. I., & Türkmen, E. (2015a). Soft intersection semigroups, ideals and bi-Ideals; A new application on semigroup theory I. *Filomat*, 29(5), 917–946. <https://dx.doi.org/10.2298/FIL1505917S>
- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2015b). Uni-soft substructures of groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(2), 235-246.
- Sezgin, A. (2016). A new approach to semigroup theory I: Soft union semigroups, ideals and bi-ideals. *Algebra Letters*, 3, 1–46.
- Sezgin, A. (2018). A new view on AG-groupoid theory via soft sets for uncertainty modeling. *Filomat*, 32(8), 2995-3030. DOI: 10.2298/FIL1808995S
- Sezgin, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2025a). A complete study on and-product of soft sets. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 43(1), 1–14. DOI: 10.14744/sigma.2025.00002
- Sezgin, A., Atagün, A. O., Çağman, N., & Demir, H. (2022). On near-rings with soft union ideals and applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 18(2), 495–511.
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise gamma operation. *Matrix Science Mathematic*, 7(1), 27–45. <http://doi.org/10.26480/msmk.01.2023.27.45>
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2024). New restricted and extended soft set operations: restricted gamma and extended gamma operations, *Big Data and Computing Vision*, 4(4), 272–306. <https://doi.org/10.22105/bdcv.2024.478983.1199>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Atagün, A. O. (2023a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise intersection operation. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 6(4), 330–346. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1319873>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Güngör, N. B. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise union operation. *Acta Informatica Malaysia*, 7(1), 38–53.
- Sezgin, A., & Çağman, N. (2024). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise difference operation. *Osmaniye Korkut Ata University Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 1–37. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1308379>

- Sezgin, A., & Çağman, N. (2025). An extensive study on restricted and extended symmetric difference operations of soft sets. *Utilitas Mathematica*, in press.
- Sezgin, A., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2017). A completely new view to soft intersection rings via soft uni-int product. *Applied Soft Computing*, 54, 366–392. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.10.004>
- Sezgin, A., Çağman, N., Atagün, A. O., & Aybek, F. (2023c). Complemental binary operations of sets and their application to group theory. *Matrix Science Mathematic*, 7(2), 99–106. <http://doi.org/10.26480/msmk.02.2023.114.121>
- Sezgin, A., Çağman, N., & Çıtak, F. (2019a). α -inclusions applied to group theory via soft set and logic. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics*, 68(1), 334–352. <https://doi.org/10.31801/cfsuasmas.420457>
- Sezgin, A., & Çalışıcı, H. (2024). A comprehensive study on soft binary piecewise difference operation. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 12(1), 1–23. DOI:10.20290/estubtdb.1356881
- Sezgin, A., & Dagtoros, K. (2023). Complementary soft binary piecewise symmetric difference operation: A novel soft set operation. *Scientific Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 6(2), 31–45.
- Sezgin, A., & Demirci, A. M. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise star operation. *Ikonion Journal of Mathematics*, 5(2), 24–52. <https://doi.org/10.54286/ikjm.1304566>,
- Sezgin, A., Durak, İ., & Ay, Z. (2025b). Some new classifications of soft subsets and soft equalities with soft symmetric difference-difference product of groups. *Amesia*, 6(1), 16–32. <https://doi.org/10.54559/amesia.1730014>
- Sezgin, A., Durak, İ., & Ay, Z. (2025c). Soft symmetric difference complement with soft intersection-symmetric difference complement product of groups. *Middle East Journal of Science*, in press.
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost subsemigroups of semigroups. *International Journal of Mathematics and Physics*, 15(1), 13–20. <https://doi.org/10.26577/ijmph.2024v15i1a2>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024b). Soft intersection almost ideals of semigroups. *Journal of Innovative Engineering and Natural Science*, 4(2), 466–481. <https://doi.org/10.61112/jiens.1464344>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024c). Soft intersection almost bi-quasi ideals of semigroups, *Soft Computing Fusion with Applications*, 1(1), pp. 28–43 <https://doi.org/10.22105/scfa.v1i1.26>
- Sezgin, A., İlgin, A. & Atagün, A. O. (2024c). Soft intersection almost tri-bi-ideals of semigroups, *Science & Technology Asia*, 29(4), 1–13. doi: 10.14456/scitechasia.2024.66
- Sezgin, A., & Onur, B. (2024). Soft intersection almost bi-ideals of semigroups. *Systemic Analytics*, 2(1), 95–105.
- Sezgin, A., Onur, B., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost tri-ideals of semigroups. *SciNexuses*, 1, 126–138.
- Sezgin, A., & Orbay, M. (2022). Analysis of semigroups with soft intersection ideals. *Acta Universitatis Sapientiae, Mathematica*, 14(2), 166–210. <https://doi.org/10.2478/ausm-2022-0012>
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise theta operation. *Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences*, 4(2), 325–357.
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024b). Complementary extended gamma operation: A new soft set operation. *Natural and Applied Sciences Journal*, 7(1), 15–44. <https://doi.org/10.38061/idunas.1482044>

- Sezgin, A., Shahzad, A., & Mehmood, A. (2019b). A new operation on soft sets: Extended difference of soft sets. *Journal of New Theory*, 27, 33–42.
- Sezgin, A., & Şenyiğit, E. (2025). A new product for soft sets with its decision-making: Soft star-product. *Big Data and Computing Visions*, 5(1), 52–73. <https://doi.org/10.22105/bdev.2024.492834.1221>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023a). A new soft set operation: Soft binary piecewise symmetric difference operation. *Necmettin Erbakan University Journal of Science and Engineering*, 5(2), 150–168. DOI: 10.47112/neufmbd.2023.18
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise lambda operation. *Sinop University Journal of Natural Sciences*, 8(2), 101–133. <https://doi.org/10.33484/sinopfbd.1320420>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2024). Soft binary piecewise plus operation: A new type of operation for soft sets. *Uncertainty Discourse and Applications*, 1(1), 79–100. <https://doi.org/10.48313/uda.v1i1.26>
- Sezgin, A., Yavuz, E., & Özlü, Ş. (2024b). Insight into soft binary piecewise lambda operation: A new operation for soft sets. *Journal of Umm al-Qura University for Applied Sciences*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s43994-024-00187-1>
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012a). Notes on soft matrices operations. *ARPN Journal of Science and Technology*, 2(9), 861–869.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012b). On some new properties on soft set operations. *International Journal of Computer Applications*, 59(4), 39–44.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012c). Some results on distributive and absorption properties on soft operations. *IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM)*, 4(2), 18–30.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012d). Some conceptual misunderstanding of the fundamentals of soft set theory. *ARPN Journal of Systems and Software*, 2(9), 251–254.
- Stojanovic, N. S. (2021). A new operation on soft sets: Extended symmetric difference of soft sets. *Military Technical Courier*, 69(4), 779–791. <https://doi.org/10.5937/vojtehg69-33655>
- Tunçay, M., & Sezgin, A. (2016). Soft union ring and its applications to ring theory. *International Journal of Computer Applications*, 151(9), 7–13. 10.5120/ijca2016911867
- Ullah, A., Karaaslan, F., & Ahmad, I. (2018). Soft uni-abel-Grassmann's groups. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 11(2), 517–536.
- Yang, C. F. (2008). A note on: Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 56(7), 1899–1900. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.03.019>
- Zhu, P., & Wen, Q. (2013). Operations on soft sets revisited. *Journal of Applied Mathematics*, 2013, Article ID 105752, 7 pages. <https://doi.org/10.1155/2013/105752>

Soft Symmetric Difference Complement-Star Product of Groups

Zeynep Ay¹ , Aslihan Sezgin² , Nenad Stojanović³ 

¹ Graduate School of Natural and Applied Sciences, Amasya University, Amasya, Türkiye, ayzeynep875@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, aslihan.sezgin@amasya.edu.tr

³ Faculty of Science, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia, nenad6006@gmail.com

ABSTRACT

The present study introduces the soft symmetric difference complement–star product, a novel binary operation constructed over soft sets whose parameter sets are groups. The key algebraic properties—closure, associativity, commutativity, and idempotency—and compatibility with generalized formulations of soft equality and subsethood are investigated. Its algebraic characteristics is comprehensively analyzed in relation to identity and absorbing elements, as well as its interaction with null and absolute soft sets. Beyond its fundamental rigor, this operation establishes a crucial basis for a generalized soft group theory, in which classical group dynamics are replicated by formally defined soft operations on soft sets indexed by group-structured parameters. Its broad usefulness and theoretical soundness in abstract algebraic modeling and uncertainty-assisted decision-making are further demonstrated by its smooth integration into soft inclusion hierarchies and alignment with generalized soft equalities.

Keywords: Soft sets, Soft subsets, Soft equalities, Soft symmetric difference complement-star product

1. Introduction

A wide range of mathematically grounded models have been developed to capture uncertainty and vagueness across various disciplines, but traditional approaches like fuzzy sets by Zadeh (1965) and probability theory face limitations due to subjective or rigid assumptions. Soft set theory, introduced by Molodtsov (1999) as a parameterized and assumption-free alternative, overcomes these constraints and has been further extended by Maji et al. (2003) and Pei and Miao (2005) to support relational and multivalued domains. Subsequent extensions by Ali et al. (2009) introduced restricted and extended operations, further enriching soft sets' descriptive and algebraic capacities. Numerous studies by Yang (2008), Feng et al. (2010), Jiang et al. (2010), Ali et al. (2011), Neog and Sut (2011), Fu (2011), Ge and Yang (2011), Singh and Onyeozili (2012a, 2012b, 2012c, 2012d), Zhu and Wen (2013), Onyeozili and Gwary (2014), and Sen (2014), have since advanced the field by resolving definitional ambiguities, proposing new binary operations, and formalizing generalized soft equalities.

Recently, soft set theory's algebraic structure has grown substantially through the development of coherent binary operations by Eren and Çalışıcı (2019), Stojanović (2021), Sezgin et al. (2023a, 2023b), Sezgin and Aybek (2023), Sezgin and Dağtoros (2023), Sezgin and Demirci (2023), Sezgin and Çalışıcı (2024), Sezgin and Yavuz (2023a, 2023b; 2024), Sezgin and Çağman (2024, 2025), Sezgin and Sarıalioğlu (2024a, 2024b), and Sezgin and Şenyiğit (2025), and generalized notions of subsethood and equality. Foundational work by Pei and Miao (2005), Feng et al.

(2010), and Qin and Hong (2010) paved the way for broader equality constructs, further elaborated by Jun and Yang (2010) and Liu et al. (2012). Feng and Li (2013) demonstrated that certain quotient structures satisfy core semigroup properties. Generalizations such as g-soft, gf-soft, and T-soft equalities, introduced by Abbas et al. (2014,2017), Al-shami (2019), and Al-shami and El-Shafei (2020), incorporated congruence and lattice-theoretic perspectives. A critical axiomatic refinement by Çağman and Enginoğlu (2010) rectified foundational inconsistencies, establishing a logically consistent and algebraically robust foundation. Building on this foundation, soft set operations have been systematically embedded into classical algebraic frameworks—soft intersection–union products applied to ring by Sezer (2012), semigroup by Sezgin (2016), and group by Muştuoğlu et al. (2016), alongside dual soft union–intersection products within analogous structures by Kaygısız (2012), Sezer et al. (2015a), Sezgin et al. (2017).

Within this context, the current study proposes the soft symmetric difference complement–star product, a novel binary operation defined on soft sets with parameter domains structured by group-theoretic principles. Developed axiomatically, the operation undergoes thorough algebraic scrutiny, confirming closure, associativity, commutativity, and idempotency. Its interactions with identity elements, null and absolute soft sets, and absorbing elements are rigorously examined. The proposed framework aligns with generalized soft subethood and equality, enabling smooth integration into existing soft set algebraic systems and abstracting classical group axioms into soft structures.

Manuscript Structure:

- Section 2 introduces algebraic preliminaries and formal definitions.
- Section 3 elaborates the soft symmetric difference complement–star product and its comprehensive algebraic theory.
- Section 4 presents key conclusions and outlines prospective extensions for soft algebra in uncertainty-aware computational contexts.

2. Preliminaries

The present work is fully situated within the axiomatic reformulation by Çağman and Enginoğlu (2010), which serves as the foundational basis for all subsequent definitions, operations, and algebraic developments presented herein.

Definition 2.1. Let E be a parameter set, U be a universal set, $P(U)$ be the power set of U , and $\mathcal{H} \subseteq E$. Then, the soft set $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}$ over U is a function such that $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}: E \rightarrow P(U)$, where for all $w \notin \mathcal{H}$, $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}(w) = \emptyset$. That is,

$$\mathfrak{f}_{\mathcal{H}} = \{(w, \mathfrak{f}_{\mathcal{H}}(w)): w \in E\}$$

From now on, the soft set over U is abbreviated by $\mathcal{SS}$ (Çağman and Enginoğlu, 2010)

Definition 2.2. Let $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}$ be an $\mathcal{SS}$. If $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}(w) = \emptyset$ for all $w \in E$, then $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}$ is called a null $\mathcal{SS}$ and indicated by $\emptyset_E$, and if $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}(w) = U$, for all $w \in E$, then $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}$ is called an absolute $\mathcal{SS}$ and indicated by U_E (Çağman and Enginoğlu, 2010).

Definition 2.3. Let $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}$ and $\wp_{\mathcal{N}}$ be two $\mathcal{SS}$ s. If $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}(w) \subseteq \wp_{\mathcal{N}}(w)$, for all $w \in E$, then $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}$ is a soft subset of $\wp_{\mathcal{N}}$ and indicated by $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}} \subseteq \wp_{\mathcal{N}}$. If $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}(w) = \wp_{\mathcal{N}}(w)$, for all $w \in E$, then $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}}$ is called soft equal to $\wp_{\mathcal{N}}$, and denoted by $\mathfrak{f}_{\mathcal{H}} = \wp_{\mathcal{N}}$ (Çağman and Enginoğlu, 2010).

Definition 2.4. Let $f_{\mathcal{H}}$ be an $\mathcal{SS}$. Then, the complement of $f_{\mathcal{H}}$ denoted by $f_{\mathcal{H}}^c$, is defined by the $\mathcal{SS}$ $f_{\mathcal{H}}^c: E \rightarrow P(U)$ such that $f_{\mathcal{H}}^c(e) = U \setminus f_{\mathcal{H}}(e) = (f_{\mathcal{H}}(e))'$, for all $e \in E$ (Çağman and Enginoğlu, 2010).

Definition 2.5. Let $\mathfrak{f}_K$ and $\wp_{\mathcal{N}}$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, $\mathfrak{f}_K$ is called a soft S-subset of $\wp_{\mathcal{N}}$, denoted by $\mathfrak{f}_K \subseteq_S \wp_{\mathcal{N}}$ if for all $w \in E$, $\mathfrak{f}_K(w) = \mathcal{M}$ and $\wp_{\mathcal{N}}(w) = \mathcal{D}$, where $\mathcal{M}$ and $\mathcal{D}$ are two fixed sets and $\mathcal{M} \subseteq \mathcal{D}$. Moreover, two $\mathcal{SS}$ s $\mathfrak{f}_K$ and $\wp_{\mathcal{N}}$ are said to be soft S-equal, denoted by $\mathfrak{f}_K =_S \wp_{\mathcal{N}}$, if $\mathfrak{f}_K \subseteq_S \wp_{\mathcal{N}}$ and $\wp_{\mathcal{N}} \subseteq_S \mathfrak{f}_K$ (Sezgin et al., 2025b).

It is obvious that if $\mathfrak{f}_K =_S \wp_{\mathcal{N}}$, then $\mathfrak{f}_K$ and $\wp_{\mathcal{N}}$ are the same constant functions, that is, for all $w \in E$, $\mathfrak{f}_K(w) = \wp_{\mathcal{N}}(w) = \mathcal{M}$, where $\mathcal{M}$ is a fixed set (Sezgin et al., 2025b).

Definition 2.6. Let $\mathfrak{f}_K$ and $\wp_{\mathcal{N}}$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, $\mathfrak{f}_K$ is called a soft A-subset of $\wp_{\mathcal{N}}$, denoted by $\mathfrak{f}_K \subseteq_{\mathcal{U}} \wp_{\mathcal{N}}$, if, for each $a, b \in E$, $\mathfrak{f}_K(a) \subseteq \wp_{\mathcal{N}}(b)$ (Sezgin et al., 2025b).

Definition 2.7. Let $\mathfrak{f}_K$ and $\wp_{\mathcal{N}}$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, $\mathfrak{f}_K$ is called a soft S-complement of $\wp_{\mathcal{N}}$, denoted by $\mathfrak{f}_K =_S (\wp_{\mathcal{N}})^c$, if, for all $w \in E$, $\mathfrak{f}_K(w) = \mathcal{M}$ and $\wp_{\mathcal{N}}(w) = \mathcal{D}$, where $\mathcal{M}$ and $\mathcal{D}$ are two fixed sets and $\mathcal{M} = \mathcal{D}'$. Here, $\mathcal{D}' = U \setminus \mathcal{D}$ (Sezgin et al., 2025b).

For additional information on operation of sets, we refer to Sezgin et al. (2023c), and more on $\mathcal{SS}$ s, we refer to Aktas and Çağman (2007), Alcantud et al. (2024), Ali et al. (2015), Ali et al. (2022), Atagün et al. (2019), Atagün and Sezgin (2015), Atagün and Sezer (2015), Atagün and Sezgin (2017), Atagün and Sezgin (2018), Atagün and Sezgin (2022), Feng et al. (2008), Gulistan and Shahzad (2014), Gulistan et al. (2018), Sezgin (2018), Jana et al. (2019), Karaaslan (2019), Khan et al. (2017), Mahmood et al. (2015), Mahmood et al. (2018), Manikantan et al. (2023), Memiş (2022), Özlü and Sezgin (2020), Riaz et al. (2023), Sezer and Atagün (2016), Sezer et al. (2017), Sezer et al. (2013), Sezer et al. (2014a, 2014b), Sezgin et al. (2019a, 2019b), Sezgin and İlgin (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin et al. (2022), Sezgin and Onur (2024), Sezgin et al. (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin and Orbay (2022), Sezgin et al. (2025a, 2025b), Tunçay and Sezgin (2016), Ullah et al. (2018)..

From now on, let G be a group, and $S_G(U)$ denotes the collection of all $\mathcal{SS}$ s over U , whose parameter sets are G ; that is, each element of $S_G(U)$ is an $\mathcal{SS}$ parameterized by G . Moreover, let Δ represent the classical symmetric difference operation, which is commutative and associative, in classical set theory. Then, the symmetric difference of the family $\mathfrak{B} = \{C_i: i \in I\}$ such that I is an index set, is denoted by

$$\Delta \mathfrak{B} = \Delta_{i \in I} C_i = C_1 \Delta C_2 \Delta \dots \Delta C_n$$

Definition 2.9. Let $\mathcal{F}_G$ and $\mathcal{G}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, the soft symmetric difference-intersection product $\mathcal{F}_G \otimes_{s/i} \mathcal{G}_G$ is defined by

$$(\mathcal{F}_G \otimes_{s/i} \mathcal{G}_G)(x) = \bigtriangleup_{x=yz} (\mathcal{F}_G(y) \cap \mathcal{G}_G(z)), \quad y, z \in G$$

(Sezgin and Ay, 2025).

3. Soft Symmetric difference complement-star Product of Groups

This section presents a comprehensive algebraic analysis of the soft symmetric difference complement–star product, a novel binary operation defined on soft sets whose parameter domains possess inherent group-theoretic structure.

From now on, the symmetric difference complement of the family $\mathfrak{B} = \{C_i: i \in I\}$ such that I is an index set, is denoted by

$$\prod \mathfrak{B} = \prod_{i \in I} C_i = (C_1 \Delta C_2 \Delta \dots \Delta C_n)'$$

Definition 3.1. Let $\mathfrak{F}_G$ and $\mathcal{P}_G$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, the soft symmetric difference complement-star product $\mathfrak{F}_G \otimes_{s'/st} \mathcal{P}_G$ is defined by

$$(\mathfrak{F}_G \otimes_{s'/st} \mathcal{P}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{F}_G(\varrho) * \mathcal{P}_G(\eta)) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{F}_G^c(\varrho) \cup \mathcal{P}_G^c(\eta)), \quad \varrho, \eta \in G$$

for all $\varphi \in G$.

Note here that since G is a group, there always exist $\varrho, \eta \in G$ such that $\varphi = \varrho\eta$, for all $\varphi \in G$. Let the order of the group G be n , that is, $|G| = n$. Then, it is obvious that there exist n distinct representations combinations for each $\varphi \in G$ such that $\varphi = \varrho\eta$, where $\varrho, \eta \in G$. For more star (*) operation of sets, we refer to Sezgin et al. (2023c).

Note 3.2. The soft symmetric difference complement-star product is well-defined in $S_G(U)$. In fact, let $\mathfrak{F}_G, \mathcal{P}_G, m_G, \mathcal{K}_G \in S_G(U)$ such that $(\mathfrak{F}_G, \mathcal{P}_G) = (m_G, \mathcal{K}_G)$. Then, $\mathfrak{F}_G = m_G$ and $\mathcal{P}_G = \mathcal{K}_G$, implying that $\mathfrak{F}_G(\varphi) = m_G(\varphi)$ and $\mathcal{P}_G(\varphi) = \mathcal{K}_G(\varphi)$, for all $\varphi \in G$. Thereby, for all $\varphi \in G$,

$$\begin{aligned} (\mathfrak{F}_G \otimes_{s'/st} \mathcal{P}_G)(\varphi) &= \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{F}_G^c(\varrho) \cup \mathcal{P}_G^c(\eta)) \\ &= \prod_{\varphi=\varrho\eta} (m_G^c(\varrho) \cup \mathcal{K}_G^c(\eta)) \\ &= (m_G \otimes_{s'/st} \mathcal{K}_G)(\varphi) \end{aligned}$$

Hence, $\mathfrak{F}_G \otimes_{s'/st} \mathcal{P}_G = m_G \otimes_{s'/st} \mathcal{K}_G$.

Example 3.3. Consider the group $G = \{\sigma, \rho\}$ with the following operation:

$\cdot$	σ	ρ
σ	σ	ρ
ρ	ρ	σ

Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s over $U = D_2 = \{< x, y >: x^2 = y^2 = e, xy = yx\} = \{e, x, y, yx\}$ as follows:

$$\mathfrak{f}_G = \{(\sigma, \{x, yx\}), (\rho, \{e, x, y\})\} \text{ and } \wp_G = \{(\sigma, \{e, y, yx\}), (\rho, \{e, x\})\}$$

Since $\sigma = \sigma\sigma = \rho\rho$, $(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)(\sigma) = \left((\mathfrak{f}_G^c(\sigma) \cup \wp_G^c(\sigma)) \Delta (\mathfrak{f}_G^c(\rho) \cup \wp_G^c(\rho)) \right)' = \{y\}$, and since $\rho = \sigma\rho = \rho\sigma$, $(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)(\rho) = \left((\mathfrak{f}_G^c(\sigma) \cup \wp_G^c(\rho)) \Delta (\mathfrak{f}_G^c(\rho) \cup \wp_G^c(\sigma)) \right)' = \{yx\}$ is obtained. Hence,

$$\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = \{(\sigma, \{y\}), (\rho, \{yx\})\}$$

Proposition 3.4. The set $S_G(U)$ is closed under the soft symmetric difference complement-star product. That is, if $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ are two $\mathcal{SS}$ s, then so is $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G$.

PROOF. It is obvious that the soft symmetric difference complement-star product is a binary operation in $S_G(U)$. Thereby, $S_G(U)$ is closed under the soft symmetric difference complement-star product.

Proposition 3.5. The soft symmetric difference complement-star product is not associative in $S_G(U)$.

PROOF. Consider the group G and the $\mathcal{SS}$ s $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ in Example 3.3. Let λ_G be an $\mathcal{SS}$ over $U = \{e, x, y, yx\}$ such that $\lambda_G = \{(\sigma, \{x, yx\}), (\rho, \{y\})\}$.

Since $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = \{(\sigma, \{y\}), (\rho, \{yx\})\}$, then

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G) \otimes_{s'/st} \lambda_G = \{(\sigma, U), (\rho, \{e, x\})\}$$

Moreover, since $\wp_G \otimes_{s'/st} \lambda_G = \{(\sigma, \{e, x, y\}), (\rho, \{e, yx\})\}$, then

$$\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} (\wp_G \otimes_{s'/st} \lambda_G) = \{(\sigma, \{y, yx\}), (\rho, \emptyset)\}$$

Thereby, $(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G) \otimes_{s'/st} \lambda_G \neq \mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} (\wp_G \otimes_{s'/st} \lambda_G)$.

Proposition 3.6. The soft symmetric difference complement-star product is not commutative in $S_G(U)$. However, if G is an abelian group, then the soft symmetric difference complement-star product is commutative in $S_G(U)$.

PROOF. Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s and G be an abelian group. Then, for all $\varphi \in G$,

$$\begin{aligned} (\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)(\varphi) &= \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \wp_G^c(\eta)) \\ &= \coprod_{\varphi=\eta\varrho} (\wp_G^c(\eta) \cup \mathfrak{f}_G^c(\varrho)) \\ &= (\wp_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G)(\varphi) \end{aligned}$$

implying that $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = \wp_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G$.

Proposition 3.7. The soft symmetric difference complement-star product is not idempotent in $S_G(U)$.

PROOF. Consider the $\mathcal{SS}$ $\mathfrak{f}_G$ in Example 3.3. Then,

$$\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \{(\sigma, \{x\}), (\rho, U)\}$$

implying that $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G \neq \mathfrak{f}_G$.

Proposition 3.8. Let $\mathfrak{f}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$. Then,

- i. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \mathfrak{f}_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer.
- ii. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = U_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive even integer.

PROOF. Let $\mathfrak{f}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$ such that, for all $\varphi \in G$, $\mathfrak{f}_G(\varphi) = \mathfrak{T}$, where $\mathfrak{T}$ is a fixed set.

i. Let $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = \underbrace{(\mathfrak{T}' \Delta \mathfrak{T}' \Delta \dots \Delta \mathfrak{T}')'}_{\mathfrak{u} \text{ times } \mathfrak{T}', \text{ where } \mathfrak{u} \text{ is odd}} = \mathfrak{f}_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \mathfrak{f}_G$.

ii. Let $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive even integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = \underbrace{(\mathfrak{T}' \Delta \mathfrak{T}' \Delta \dots \Delta \mathfrak{T}')'}_{\mathfrak{u} \text{ times } \mathfrak{T}', \text{ where } \mathfrak{u} \text{ is even}} = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = U_G$.

Remark 3.9. Let $S_G^*(U)$ be the collection of all constant $\mathcal{SS}$. Then, the soft symmetric difference complement-star product is idempotent in $S_G^*(U)$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer.

Proposition 3.10. Let $\mathfrak{f}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$. Then,

- i. $U_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} U_G = \mathfrak{f}_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer.
- ii. $U_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} U_G = U_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive even integer.

PROOF. Let $\mathfrak{f}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$ such that, for all $\varphi \in G$, $\mathfrak{f}_G(\varphi) = \mathfrak{T}$, where $\mathfrak{T}$ is a fixed set.

i. Let $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(U_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (U_G^c(\varrho) \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\emptyset \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = \mathfrak{f}_G(\varphi)$$

Thus, $U_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \mathfrak{f}_G$. Similarly,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} U_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup U_G^c(\eta)) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \emptyset) = \mathfrak{f}_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} U_G = \mathfrak{f}_G$.

ii. Let $\varphi \in G$ and $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive even integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(U_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (U_G^c(\varrho) \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\emptyset \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = U_G(\varphi)$$

Thus, $U_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = U_G$. Similarly,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} U_G)(\varphi) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup U_G^c(\eta)) = \prod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \emptyset) = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} U_G = U_G$.

Remark 3.11. Let $S_G^*(U)$ be the collection of all constant $\mathcal{SS}$. Then, U_G is the identity element of the soft symmetric difference complement-star product in $S_G^*(U)$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer by Proposition 3.10 (i).

Remark 3.12. Let $S_G^*(U)$ be the collection of all constant $\mathcal{SS}$. Then, U_G is the absorbing element of the soft symmetric difference complement-star product in $S_G^*(U)$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive even integer by Proposition 3.10 (ii).

Proposition 3.13. Let $\mathfrak{f}_G$ be an $\mathcal{SS}$. Then,

- i. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \emptyset_G = \emptyset_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \emptyset_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer.
- ii. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \emptyset_G = \emptyset_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = U_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive even integer.

PROOF. Let $\mathfrak{f}_G$ be an $\mathcal{SS}$.

- i. Suppose that $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \emptyset_G)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \emptyset_G^c(\eta)) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup U) = \emptyset_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \emptyset_G = \emptyset_G$. Similarly,

$$(\emptyset_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\emptyset_G^c(\varrho) \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (U \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = \emptyset_G(\varphi)$$

Thus, $\emptyset_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \emptyset_G$.

- ii. Suppose that $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive even integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \emptyset_G)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \emptyset_G^c(\eta)) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup U_G(\eta)) = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \emptyset_G = U_G$. Similarly,

$$(\emptyset_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\emptyset_G^c(\varrho) \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (U \cup \mathfrak{f}_G^c(\eta)) = U_G(\varphi)$$

Thus, $\emptyset_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = U_G$. $\square$

Remark 3.14. $\emptyset_G$ is the absorbing element of the soft symmetric difference complement-star product in $S_G(U)$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer by Proposition 3.13. (i).

Proposition 3.15. Let $\mathfrak{f}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$. Then,

- i. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G^c = \mathfrak{f}_G^c \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \emptyset_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer.
- ii. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G^c = \mathfrak{f}_G^c \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = U_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive even integer.

PROOF. Let $\mathfrak{f}_G$ be a constant $\mathcal{SS}$ such that, for all $\varphi \in G$, $\mathfrak{f}_G(\varphi) = \mathfrak{T}$, where $\mathfrak{T}$ is a fixed set.

- i. Let $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G^c)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup (\mathfrak{f}_G^c)^c(\eta)) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \mathfrak{f}_G(\eta)) = \emptyset_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G^c = \emptyset_G$. Similarly, one can show that $\mathfrak{f}_G^c \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = \emptyset_G$.

ii. Let $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive even integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G^c)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup (\mathfrak{f}_G^c)^c(\eta)) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \mathfrak{f}_G(\eta)) = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G^c = U_G$. Similarly, one can show that $\mathfrak{f}_G^c \otimes_{s'/st} \mathfrak{f}_G = U_G$.

Proposition 3.16. Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\mathfrak{f}_G \cong_s \wp_G$. Then,

- i. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = \mathfrak{f}_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer.
- ii. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = U_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive even integer.

PROOF. Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\mathfrak{f}_G \cong_s \wp_G$. Then, for all $\varphi \in G$, $\mathfrak{f}_G(\varphi) = \mathfrak{T}$, $\wp_G(\varphi) = B$, where $\mathfrak{T}$ and B are two fixed sets and $\mathfrak{T} \subseteq B$.

i. Let $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer. Hence, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \wp_G^c(\eta)) = \mathfrak{f}_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = \mathfrak{f}_G$.

ii. Let $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive even integer. Hence, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \wp_G^c(\eta)) = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = U_G$.

Proposition 3.17. Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\wp_G \cong_s \mathfrak{f}_G$. Then,

- i. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = \wp_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer.
- ii. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = U_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive even integer.

PROOF. The proof is similar to the proof of Proposition 3.16.

Proposition 3.18. Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\mathfrak{f}_G \cong_{\mathfrak{T}} (\wp_G)^c$. Then,

- i. $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = \emptyset_G$, where $|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer.

ii.

$$\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = U_G, \text{ where}$$

$|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive even integer.

PROOF. Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\mathfrak{f}_G \subseteq_{\mathfrak{U}} (\wp_G)^c$. Then, for each $\varphi, \eta \in G$, $\mathfrak{f}_G(\varphi) \subseteq \wp_G(\eta)$.

i. Let $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer. Then, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \wp_G^c(\eta)) = \wp_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = \wp_G$. Here note that, if $\mathfrak{U} \subseteq B'$, then $\mathfrak{U} \cap B = \emptyset$, thus $\mathfrak{U}' \cup B' = U$.

ii. Let $|G| = \mathfrak{u}$, where $\mathfrak{u}$ is a positive even integer. Hence, for all $\varphi \in G$,

$$(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)(\varphi) = \coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \wp_G^c(\eta)) = U_G(\varphi)$$

Thereby, $\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = U_G$.

Proposition 3.19. Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s such that $\wp_G \subseteq_{\mathfrak{U}} (\mathfrak{f}_G)^c$. Then,

i.

$$\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = \wp_G, \text{ where}$$

$|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive odd integer.

ii.

$$\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G = U_G, \text{ where}$$

$|G| = \mathfrak{u}$ and $\mathfrak{u}$ is a positive even integer.

PROOF. The proof is similar to the proof of Proposition 3.18.

Proposition 3.20. Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, $(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)^c = \mathfrak{f}_G \otimes_{s/i} \wp_G$.

PROOF. Let $\mathfrak{f}_G$ and $\wp_G$ be two $\mathcal{SS}$ s. Then, for all $\varphi \in G$,

$$\begin{aligned} (\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)^c(\varphi) &= \left(\coprod_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \wp_G^c(\eta)) \right)' \\ &= \bigtriangleup_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G^c(\varrho) \cup \wp_G^c(\eta))' \\ &= \bigtriangleup_{\varphi=\varrho\eta} (\mathfrak{f}_G(\varrho) \cap \wp_G(\eta)) \\ &= (\mathfrak{f}_G \otimes_{s/i} \wp_G)(\varphi) \end{aligned}$$

Thereby, $(\mathfrak{f}_G \otimes_{s'/st} \wp_G)^c = \mathfrak{f}_G \otimes_{s/i} \wp_G$. $\square$

4. Conclusions

This study proposes the soft symmetric difference complement– star product, a novel binary operation defined on soft sets whose parameter domains are groups. Employing a rigorous algebraic framework, the operation is analyzed with a focus on its interaction with generalized notions of soft equality and its behavior within stratified hierarchies of soft subsethood. The investigation further examines its compatibility with fundamental constructs

such as null and absolute soft sets, essential algebraic properties—including closure, associativity, commutativity, and idempotency—are systematically established, with detailed consideration of identity, inverse, and absorbing elements. Consequently, this establishes a basis for generalized soft group theory with potential applications in uncertainty modeling, abstract algebra, and decision-making.

References

- Abbas, M., Ali, B., & Romaguera, S. (2014). On generalized soft equality and soft lattice structure. *Filomat*, 28(6), 1191–1203. <https://doi.org/10.2298/FIL1406191A>
- Abbas, M., Ali, M. I., & Romaguera, S. (2017). Generalized operations in soft set theory via relaxed conditions on parameters. *Filomat*, 31(19), 5955–5964. <https://doi.org/10.2298/FIL1719955A>
- Aktas, H., & Çağman, N. (2007). Soft sets and soft groups. *Information Sciences*, 177(13), 2726–2735. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2006.12.008>
- Alcantud, J. C. R., Khameneh, A. Z., Santos-García, G., & Akram, M. (2024). A systematic literature review of soft set theory. *Neural Computing and Applications*, 36, 8951–8975. <https://doi.org/10.1007/s00521-024-09552-x>
- Ali, M. I., Feng, F., Liu, X., Min, W. K., & Shabir, M. (2009). On some new operations in soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 57(9), 1547–1553. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.11.009>
- Ali, M. I., Mahmood, M., Rehman, M. U., & Aslam, M. F. (2015). On lattice ordered soft sets. *Applied Soft Computing*, 36, 499–505. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.05.052>
- Ali, B., Saleem, N., Sundus, N., Khaleeq, S., Saeed, M., & George, R. (2022). A contribution to the theory of soft sets via generalized relaxed operations. *Mathematics*, 10(15), 26–36. <https://doi.org/10.3390/math10152636>
- Ali, M. I., Shabir, M., & Naz, M. (2011). Algebraic structures of soft sets associated with new operations. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(9), 2647–2654. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.03.011>
- Al-shami, T. M. (2019). Investigation and corrigendum to some results related to g-soft equality and gf-soft equality relations. *Filomat*, 33(11), 3375–3383. <https://doi.org/10.2298/FIL1911375A>
- Al-shami, T. M., & El-Shafei, M. (2020). T-soft equality relation. *Turkish Journal of Mathematics*, 44(4), 1427–1441. <https://doi.org/10.3906/mat-2005-117>
- Atagün, A. O., Kamacı, H., Taştekin, İ., & Sezgin, A. (2019). P-properties in near-rings. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 51(2), 152–167. <https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2019.51.2.5>
- Atagün, A. O., & Sezer, A. S. (2015). Soft sets, soft semimodules and soft substructures of semimodules. *Mathematical Sciences Letters*, 4(3), 235–242. <http://dx.doi.org/10.12785/msl/040303>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2015). Soft subnear-rings, soft ideals and soft N-subgroups of near-rings. *Mathematical Sciences Letters*, 7(1), 37–42. DOI: 10.18576/msl/070106
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2017). Int-soft substructures of groups and semirings with applications. *Applied Mathematics & Information Sciences*, 11(1), 105–113. <http://dx.doi.org/10.18576/amis/110113>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2018). A new view to near-ring theory: Soft near-rings. *South East Asian Journal of Mathematics & Mathematical Sciences*, 14(3), 1–14.
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2022). More on prime, maximal and principal soft ideals of soft rings. *New Mathematics and Natural Computation*, 18(1), 195–207. <https://doi.org/10.1142/S1793005722500119>

- Çağman, N., & Enginoğlu, S. (2010). Soft set theory and uni-int decision making. *European Journal of Operational Research*, 207(2), 848–855. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.05.004>
- Eren, Ö. F., & Çalışıcı, H. (2019). On some operations of soft sets. In *The Fourth International Conference on Computational Mathematics and Engineering Sciences*.
- Feng, F., & Li, Y. (2013). Soft subsets and soft product operations. *Information Sciences*, 232(20), 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.01.001>
- Feng, F., Li, Y. M., Davvaz, B., & Ali, M. I. (2010). Soft sets combined with fuzzy sets and rough sets: A tentative approach. *Soft Computing*, 14, 899–911. <https://doi.org/10.1007/s00500-009-0465-6>
- Fu, L. (2011). Notes on soft set operations. *ARP Journal of Systems and Software*, 1, 205–208.
- Ge, X., & Yang, S. (2011). Investigations on some operations of soft sets. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 75, 1113–1116.
- Gulistan, M., & Shahzad, M. (2014). On soft KU-algebras. *Journal of Algebra, Number Theory: Advances and Applications*, 11(1), 1–20.
- Gulistan, M., Feng, F., Khan, M., & Sezgin, A. (2018). Characterizations of right weakly regular semigroups in terms of generalized cubic soft sets. *Mathematics*, 6, 293. <https://doi.org/10.3390/math6120293>
- Jana, C., Pal, M., Karaaslan, F., & Sezgin, A. (2019). (α, β) -soft intersectional rings and ideals with their applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 15(2), 333–350. DOI: 10.1142/S179300571950018
- Jiang, Y., Tang, Y., Chen, Q., Wang, J., & Tang, S. (2010). Extending soft sets with description logics. *Computers and Mathematics with Applications*, 59(6), 2087–2096. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2009.12.014>
- Jun, Y. B., & Yang, X. (2011). A note on the paper combination of interval-valued fuzzy set and soft set. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(5), 1468–1470. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2010.12.077>
- Karaaslan, F. (2019). Some properties of AG*-groupoids and AG-bands under SI-product operation. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 36(1), 231–239. <https://doi.org/10.3233/JIFS-181208>
- Kaygisiz, K. (2012). On soft int-groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 4(2), 363–375.
- Khan, M., Ilyas, F., Gulistan, M., & Anis, S. (2015). A study of soft AG-groupoids. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(4), 621–638.
- Khan, A., Izhar, I., & Sezgin, A. (2017). Characterizations of Abel Grassmann's groupoids by the properties of their double-framed soft ideals. *International Journal of Analysis and Applications*, 15(1), 62–74. <https://hdl.handle.net/20.500.12450/1095>
- Liu, X., Feng, F., & Jun, Y. B. (2012). A note on generalized soft equal relations. *Computers and Mathematics with Applications*, 64(4), 572–578. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.12.052>
- Maji, P. K., Biswas, R., & Roy, A. R. (2003). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 45(1), 555–562. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(02\)00216-X](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(02)00216-X)
- Mahmood, T., Waqas, A., & Rana, M. A. (2015). Soft intersectional ideals in ternary semiring. *Science International*, 27(5), 3929–3934.
- Mahmood, T., Rehman, Z. U., & Sezgin, A. (2018). Lattice ordered soft near rings. *Korean Journal of Mathematics*, 26(3), 503–517.

- Manikantan, T., Ramasany, P., & Sezgin, A. (2023). Soft quasi-ideals of soft near-rings. *Sigma Journal of Engineering and Natural Science*, 41(3), 565–574. DOI: 10.14744/sigma.2023.00062
- Memiş, S. (2022). Another view on picture fuzzy soft sets and their product operations with soft decision-making. *Journal of New Theory*, 38, 1–13. <https://doi.org/10.53570/jnt.1037280>
- Molodtsov, D. (1999). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 37(1), 19–31. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(99\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(99)00056-5)
- Muştuoğlu, E., Sezgin, A., & Türk, Z. K. (2016). Some characterizations on soft uni-groups and normal soft uni-groups. *International Journal of Computer Applications*, 155(10), 1–8. 10.5120/ijca2016912412
- Neog, I. J., & Sut, D. K. (2011). A new approach to the theory of softset. *International Journal of Computer Applications*, 32(2), 1–6. DOI=10.5120/3874-5415
- Onyeozili, I. A., & Gwary, T. M. (2014). A study of the fundamentals of soft set theory. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(4), 132–143.
- Özlü, Ş., & Sezgin, A. (2020). Soft covered ideals in semigroups. *Acta Universitatis Sapientiae Mathematica*, 12(2), 317–346.
- Pei, D., & Miao, D. (2005). From soft sets to information systems. In X. Hu, Q. Liu, A. Skowron, T. Y. Lin, R. R. Yager, & B. Zhang (Eds.), *Proceedings of Granular Computing* (Vol. 2, pp. 617–621). IEEE. DOI: 10.1109/GRC.2005.1547365
- Riaz, M., Hashmi, M. R., Karaaslan, F., Sezgin, A., Shamiri, M. M. A. A., & Khalaf, M. M. (2023). Emerging trends in social networking systems and generation gap with neutrosophic crisp soft mapping. *CMES-Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 136(2), 1759–1783. <https://doi.org/10.32604/cmes.2023.023327>
- Qin, K., & Hong, Z. (2010). On soft equality. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 234(5), 1347–1355. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2010.02.028>
- Sen, J. (2014). On algebraic structure of soft sets. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 7(6), 1013–1020.
- Sezer, A. S. (2012). A new view to ring theory via soft union rings, ideals and bi-ideals. *Knowledge-Based Systems*, 36, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.04.031>
- Sezer, A. S. (2014a). A new approach to LA-semigroup theory via the soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(5), 2483-2495.
- Sezer, A. S. (2014b). Certain characterizations of LA-semigroups by soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(2), 1035-1046.
- Sezer, A. S., & Atagün, A. O. (2016). A new kind of vector space: Soft vector space. *Southeast Asian Bulletin of Mathematics*, 40(5), 753–770.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2017). N-group SI-action and its applications to N-group theory. *Fasciculi Mathematici*, 52, 139–153.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2013). A new view to N-group theory: Soft N-groups. *Fasciculi Mathematici*, 51, 123–140.
- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2014). Soft intersection interior ideals, quasi-ideals and generalized bi-ideals; A new approach to semigroup theory II. *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, 23(1–2), 161–207.

- Sezer, A. S., Çağman, N., Atagün, A. O., Ali, M. I., & Türkmen, E. (2015a). Soft intersection semigroups, ideals and bi-Ideals; A new application on semigroup theory I. *Filomat*, 29(5), 917–946. <https://dx.doi.org/10.2298/FIL1505917S>
- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2015b). Uni-soft substructures of groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(2), 235–246.
- Sezgin, A. (2016). A new approach to semigroup theory I: Soft union semigroups, ideals and bi-ideals. *Algebra Letters*, 3, 1–46.
- Sezgin, A. (2018). A new view on AG-groupoid theory via soft sets for uncertainty modeling. *Filomat*, 32(8), 2995–3030. DOI: 10.2298/FIL1808995S
- Sezgin, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2025a). A complete study on and-product of soft sets. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 43(1), 1–14. DOI: 10.14744/sigma.2025.00002
- Sezgin, A., Atagün, A. O., Çağman, N., & Demir, H. (2022). On near-rings with soft union ideals and applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 18(2), 495–511.
- Sezgin, A., & Ay, Z. (2025). Soft symmetric difference-intersection of groups. *Momona Ethiopian Journal of Science*, in press.
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise gamma operation. *Matrix Science Mathematic*, 7(1), 27–45. <http://doi.org/10.26480/msmk.01.2023.27.45>
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2024). New restricted and extended soft set operations: restricted gamma and extended gamma operations, *Big Data and Computing Vision*, 4(4), 272–306. <https://doi.org/10.22105/bdcv.2024.478983.1199>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Atagün, A. O. (2023a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise intersection operation. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 6(4), 330–346. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1319873>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Güngör, N. B. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise union operation. *Acta Informatica Malaysia*, 7(1), 38–53.
- Sezgin, A., & Çağman, N. (2024). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise difference operation. *Osmaniye Korkut Ata University Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 1–37. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1308379>
- Sezgin, A., & Çağman, N. (2025). An extensive study on restricted and extended symmetric difference operations of soft sets. *Utilitas Mathematica*, in press.
- Sezgin, A., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2017). A completely new view to soft intersection rings via soft uni-int product. *Applied Soft Computing*, 54, 366–392. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.10.004>
- Sezgin, A., Çağman, N., Atagün, A. O., & Aybek, F. (2023c). Complemental binary operations of sets and their application to group theory. *Matrix Science Mathematic*, 7(2), 99–106. <http://doi.org/10.26480/msmk.02.2023.114.121>
- Sezgin, A., Çağman, N., & Çıtak, F. (2019a). α -inclusions applied to group theory via soft set and logic. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics*, 68(1), 334–352. <https://doi.org/10.31801/cfsuasmas.420457>
- Sezgin, A., & Çalışıcı, H. (2024). A comprehensive study on soft binary piecewise difference operation. *Eskişehir*

- Sezgin, A., & Dagtoros, K. (2023). Complementary soft binary piecewise symmetric difference operation: A novel soft set operation. *Scientific Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 6(2), 31–45.
- Sezgin, A., & Demirci, A. M. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise star operation. *Ikonion Journal of Mathematics*, 5(2), 24–52. <https://doi.org/10.54286/ikjm.1304566>,
- Sezgin, A., Durak, İ., & Ay, Z. (2025b). Some new classifications of soft subsets and soft equalities with soft symmetric difference-difference product of groups. *Amesias*, 6(1), 16–32. <https://doi.org/10.54559/amesia.1730014>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost subsemigroups of semigroups. *International Journal of Mathematics and Physics*, 15(1), 13–20. <https://doi.org/10.26577/ijmph.2024v15i1a2>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024b). Soft intersection almost ideals of semigroups. *Journal of Innovative Engineering and Natural Science*, 4(2), 466–481. <https://doi.org/10.61112/jiens.1464344>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024c). Soft intersection almost bi-quasi ideals of semigroups, *Soft Computing Fusion with Applications*, 1(1), pp. 28–43 <https://doi.org/10.22105/scfa.v1i1.26>
- Sezgin, A., İlgin, A. & Atagün, A. O. (2024c). Soft intersection almost tri-bi-ideals of semigroups, *Science & Technology Asia*, 29(4), 1–13. doi: 10.14456/scitechasia.2024.66
- Sezgin, A., & Onur, B. (2024). Soft intersection almost bi-ideals of semigroups. *Systemic Analytics*, 2(1), 95–105.
- Sezgin, A., Onur, B., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost tri-ideals of semigroups. *SciNexuses*, 1, 126–138.
- Sezgin, A., & Orbay, M. (2022). Analysis of semigroups with soft intersection ideals. *Acta Universitatis Sapientiae, Mathematica*, 14(2), 166–210. <https://doi.org/10.2478/ausm-2022-0012>
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise theta operation. *Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences*, 4(2), 325–357.
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024b). Complementary extended gamma operation: A new soft set operation. *Natural and Applied Sciences Journal*, 7(1), 15–44. <https://doi.org/10.38061/idunas.1482044>
- Sezgin, A., Shahzad, A., & Mehmood, A. (2019b). A new operation on soft sets: Extended difference of soft sets. *Journal of New Theory*, 27, 33–42.
- Sezgin, A., & Şenyiğit, E. (2025). A new product for soft sets with its decision-making: Soft star-product. *Big Data and Computing Visions*, 5(1), 52–73. <https://doi.org/10.22105/bdcv.2024.492834.1221>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023a). A new soft set operation: Soft binary piecewise symmetric difference operation. *Necmettin Erbakan University Journal of Science and Engineering*, 5(2), 150–168. DOI: 10.47112/neufmbd.2023.18
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise lambda operation. *Sinop University Journal of Natural Sciences*, 8(2), 101–133. <https://doi.org/10.33484/sinopfbid.1320420>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2024). Soft binary piecewise plus operation: A new type of operation for soft sets. *Uncertainty Discourse and Applications*, 1(1), 79–100. <https://doi.org/10.48313/uda.v1i1.26>
- Sezgin, A., Yavuz, E., & Özlü, Ş. (2024b). Insight into soft binary piecewise lambda operation: A new operation for soft sets. *Journal of Umm al-Qura University for Applied Sciences*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s43994-024-108>

- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012a). Notes on soft matrices operations. *ARPJ Journal of Science and Technology*, 2(9), 861–869.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012b). On some new properties on soft set operations. *International Journal of Computer Applications*, 59(4), 39–44.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012c). Some results on distributive and absorption properties on soft operations. *IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM)*, 4(2), 18–30.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012d). Some conceptual misunderstanding of the fundamentals of soft set theory. *ARPJ Journal of Systems and Software*, 2(9), 251–254.
- Stojanovic, N. S. (2021). A new operation on soft sets: Extended symmetric difference of soft sets. *Military Technical Courier*, 69(4), 779–791. <https://doi.org/10.5937/vojtehg69-33655>
- Tunçay, M., & Sezgin, A. (2016). Soft union ring and its applications to ring theory. *International Journal of Computer Applications*, 151(9), 7–13. 10.5120/ijca2016911867
- Ullah, A., Karaaslan, F., & Ahmad, I. (2018). Soft uni-abel-Grassmann's groups. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 11(2), 517–536.
- Yang, C. F. (2008). A note on: Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 56(7), 1899–1900. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.03.019>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zhu, P., & Wen, Q. (2013). Operations on soft sets revisited. *Journal of Applied Mathematics*, 2013, Article ID 105752, 7 pages. <https://doi.org/10.1155/2013/105752>

An Educational Game Design for Teaching the Topic of “The Electrical Conductivity of Materials”

Büşra Sümeyye Hanözü¹ , Salih Değirmenci² 

¹ Institute of Science, Amasya University, Amasya, Türkiye, bsrhnz@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, salih.degirmenci@amasya.edu.tr

ABSTRACT

When children engage in a game, their interest in learning increases naturally. The game environment stimulates curiosity, provides a safe space for exploration, and transforms learning into a natural, authentic experience. As students make decisions, experiment, and communicate within the flow of the game, they unconsciously utilize many skills related to science education. Game makes abstract concepts concrete, reveals misconceptions, and supports correct ways of thinking. Therefore, a simple educational game titled “The Electric Kingdom is Plunged into Darkness” has been designed to teach the topic of “Conductivity of Materials” covered in 6th grade science class. Prepared using a design-based research method, the study aims to help students learn the topic in an enjoyable and lasting way. In line with this goal, it is believed that students will learn the topic easily and enjoyably.

Keywords: Conductive material, Insulating material, Game design

“Maddelerin Elektriği İletme Durumları” Konusunun Öğretimine Yönelik Bir Eğitsel Oyun Tasarımı

Büşra Sümeyye Hanözü¹ , Salih Değirmenci² 

¹ Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, bsrhnz@gmail.com

² Eğitim Fakültesi, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, salih.degirmenci@amasya.edu.tr

ÖZET

Çocuklar bir oyunla buluştuklarında öğrenmeye yönelik ilgileri kendiliğinden artar. Oyun ortamı merakı harekete geçirir, güvenli bir keşif alanı sunar ve öğrenmeyi doğal, samimi bir deneyime dönüştürür. Öğrenciler oyun akışı içinde karar verirken, denerken ve iletişim kurarken fen eğitimine yönelik birçok beceriyi fark etmeden kullanır. Oyun, soyut kavramları somutlaştırarak yanlış anlamaları görünür kılar ve doğru düşünme yollarını destekler. Bu nedenle yapılan çalışmada 6. sınıf Fen Bilimleri dersi “Maddelerin Elektriği İletme Durumları” konusunun öğretimi için “Elektrik Krallığı Karanlığa Gömüldü” adlı basit bir eğitsel oyun tasarlanmıştır. Tasarım tabanlı araştırma yöntemiyle hazırlanan çalışmada, öğrencilerin konuyu eğlenerek, kalıcı biçimde öğrenmeleri amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin konuyu kolay ve eğlenerek öğreneceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İletken Madde, Yalıtkan Madde, Oyun Tasarımı

1. Giriş

Fen eğitimi, bireylerin bilimsel düşünme, sorgulama ve problem çözme becerilerini geliştirmede temel bir rol üstlenmektedir. Günümüz dünyasında bilimsel okuryazarlığın önemi giderek artmakta, bireylerin çevrelerindeki

olayları anlamlandırabilmeleri ve teknolojik gelişmelere ayak uydurabilmeleri için fen eğitimine olan ihtiyaç daha da belirginleşmektedir. Fen eğitimi, yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme, iş birliği, iletişim ve yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarını da hedeflemektedir. Bu bağlamda, fen eğitiminin etkinliğini artırmak amacıyla çeşitli öğretim yöntemleri ve teknikleri geliştirilmiş, özellikle son yıllarda eğitsel oyunlar ve oyun tabanlı öğrenme yaklaşımları öne çıkmıştır (Aydın Ceran, 2021).

Eğitsel oyunlar, öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını teşvik eden, motivasyonlarını artıran ve öğrenmeyi daha kalıcı ve anlamlı hale getiren araçlar olarak tanımlanmaktadır. Eğitsel oyunların fen eğitiminde kullanımı, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmalarına, deneyimleyerek öğrenmelerine ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine olanak sağlamaktadır. Özellikle fen derslerinde karşılaşılan kavram yanlışlarının giderilmesi, öğrencilerin ilgisinin çekilmesi ve öğrenmenin eğlenceli bir hale getirilmesi açısından eğitsel oyunlar önemli avantajlar sunmaktadır. Nitekim, Karakaya ve arkadaşlarının (2024) araştırmasında, eğitsel oyunların fen eğitiminde kullanımının konuları pekiştirme, ilgi çekme ve kalıcı öğrenmeyi sağlama açısından yararlı olduğu belirlenmiştir.

Eğitsel oyunların fen eğitiminde kullanımı, öğrencilerin motivasyonunu ve derse olan ilgisini artırmanın yanı sıra, bilimsel kavramların daha iyi anlaşılmasına da katkı sağlamaktadır. Srisawasdi ve Panjaburee'nin (2018) çalışmasında, kimya dersinde öğrencilerin yaygın kavram yanlışlarından yola çıkılarak geliştirilen bilgisayar tabanlı bir oyunun, süreç odaklı sorgulamaya dayalı aktif öğrenme yaklaşımıyla birlikte uygulanmasının, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını ve kimya öğrenmeye yönelik motivasyonlarını anlamlı şekilde artırdığı bulunmuştur. Araştırmada, oyun tabanlı sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin kimya kavramlarını daha iyi kavramalarını ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını desteklediği vurgulanmıştır.

Fen eğitiminde eğitsel oyunların seçilme gerekçeleri arasında, öğrencilerin bilimsel kavramları deneyimleyerek öğrenmelerine olanak tanınması da önemli bir yer tutmaktadır. El Rhalibi ve diğerlerinin (2011) çalışmasında, bilgisayar oyunlarının ve genel olarak oyunların eğitim amaçlı kullanılmasıyla, bilginin çeşitli şekillerde sunulabildiği ve sanal bir dünyada uygulama fırsatı yaratılarak öğrenme sürecinin desteklendiği belirtilmiştir. Araştırmada, Homura 3D oyun motoru kullanılarak dinozorların yaşamı üzerine bir oyun geliştirilmiş ve bu tür oyunların öğrencilerin deneyimleyerek öğrenmelerini sağladığı vurgulanmıştır. Bu yaklaşım, özellikle soyut ve karmaşık bilimsel kavramların somutlaştırılmasında eğitsel oyunların önemli bir araç olabileceğini göstermektedir.

Fen bilimleri dersi “elektriğin iletimi ve direnç” ünitesi kapsamında yapılan araştırmalar, öğrencilerin iletken ve yalıtkan maddeleri ayırt etmede önemli kavram yanlışlarına sahip olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin büyük bir kısmı iletkenliği yalnızca metal maddelerle ilişkilendirmekte ve bazı maddelerin iletkenlik özelliklerini yüzeysel niteliklerine göre yanlış sınıflandırmaktadır (Ayvacı, Er Nas & Dilber, 2016; Baybars, 2018). Benzer şekilde, sınıf içi uygulamalarda öğrencilerin bir devre elemanının devredeki yerini değiştirdiğinde akımın ve lamba parlaklığının nasıl etkileneceğini öngörmekte zorlandıkları, bunun da iletkenlik ve devre düzeneklerinin mantığını kavrayamamaktan kaynaklandığı belirtilmektedir (Acet, 2025). Ayrıca, uluslararası araştırmalar 6. sınıf öğrencilerinin elektrik devrelerinde kullanılan maddelerin fiziksel özelliklerini kavramakta zorlandıklarını ve maddelerin iletkenlik kapasitelerine ilişkin yanlış genellemeler yaptıklarını göstermektedir (Maulana vd., 2023). Bu bulgular, ünitenin özellikle kavram yanlışlarına açık olduğunu ve süreci destekleyecek uygulamalı, oyun temelli veya deney odaklı öğretim materyallerine duyulan gereksinimi açıkça ortaya koymaktadır (Acet, 2025; Ayvacı ve ark., 2016).

Bu bütüncül etkiler göz önünde bulundurulduğunda, 6. sınıf “elektriğin iletimi ve direnç” ünitesine yönelik tasarlanan elektrik devresi oyununu geliştirmek öğrencilerin iletkenlik, devre elemanları ve devre kurma süreçlerini

uygulamalı deneyimlerle öğrenmelerini sağlamak, yaygın kavram yanlışlarını azaltmak, örneğin iletkenlik konusundaki zihinsel modellerdeki eksikleri gidermek (Baybars, 2018), derse aktif katılımı artırmak ve öğrenme sürecini daha eğlenceli ve kalıcı hâle getirmektir. Bu oyun ile öğrencilerin hem bilimsel süreç becerilerini hem de fen bilimlerine yönelik motivasyonlarını artırmayı (Akkan & Ergün, 2024) hedeflemekteyiz.

2. Yöntem

Bu çalışmada tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılmıştır. Tasarım tabanlı araştırmalar, bireylerin davranış örüntülerini anlamaya ve mevcut eğitimsel problemlere yönelik özgün ve uygulanabilir çözümler üretmeye odaklanan sistematik araştırma süreç incelemelerdir (Büyüköztürk, vd. 2016).

2.1. Örneklem Grubu

Bu çalışma 6. sınıf ortaokul öğrencileri için tasarlanmıştır.

3. Bulgular

Oyunun Uygulanması

Oyunun Adı: Elektrik Krallığı Karanlığa Gömüldü

Oyunun Oynandığı Yer: Sınıf içi

Oyun Türü- Öğrenci Sayısı: Sınıf içi oyun, 16 kişi

Kullanılan Malzemeler:

1 adet kronometre

4 Adet boş kutu

4 adet pil yatağı

4 adet küçük ampul (3 volt)

8 adet pil (1,5 volt)

4 adet duy

8 adet elektrik kablosu (Krokodil uçlu)

11 farklı madde 4 grup için ayrı ayrı verilecek. (Ataç, tahta parçası, alüminyum folyo, plastik kaşık, kurşun kalem ucu, demir çivi, silgi, bakır tel, tuzlu su, şekerli su, lastik)

Maddelerin elektriği iletip ilemediğini not alacakları çetele tablosu

DEVRE SETİ İÇERİSİNDE: Pil yatağı, ampul, pil, duy ve kablo vardır.

MADDE KUTUSU İÇERİSİNDE: Ataç, tahta parçası, alüminyum folyo, plastik kaşık, kurşun kalem ucu, demir çivi, silgi, bakır tel, tuzlu su, şekerli su, lastik vardır.

Oyunun Kuralları:

1. Sınıf 4'er kişilik gruplara ayrılır.
2. Her gruba 'Devre Seti', 'Madde Kutusu' ve Boş kutu verilir.

3. Öğrencilere boş kutu verildiğinde istedikleri gibi süslerler. Bunun için zaman tanınır. Süslerini bitirdikten sonra öğretmen tarafından yarışma başlatılır.
4. Devre iki ucu açık olacak şekilde kurulması istenir.
5. Kurdukları devrenin üzerinde süsledikleri boş kutuyu çevirerek devreyi karanlık bir ortamda bırakırlar.
6. Her grup sırasıyla Madde Kutusundan ‘bir madde’ seçer ve devredeki iki ucu o maddeyle temas ettirir.
7. Ampul yanarsa: madde iletken

Ampul yanmazsa: madde yalıtkan olarak tabloda işaretlenir.

8. Çetele tablosu aşağıdaki gibidir.

Madde	İletken	Yalıtkan
Ataç		
Tahta parçası		
Alüminyum folyo		
Plastik kaşık		
Kurşun kalem ucu		
Demir çivi		
Silgi		
Bakır tel		
Lastik		
Tuzlu su		
Şekerli su		

9. İşaretleme doğru ise +2 puan verilir.

Yanlış ise -1 puanı verilir.

Öğretmen tarafından başla komutuyla gruplar oyuna başlar ve öğretmen kronometreyi çalıştırır. Grupların oyunu bitirme sürelerini ayrı ayrı kayıt altına alır.

1. Bitiren gruba +5 puan verilir.
2. Bitiren gruba +3 puan verilir.
3. Bitiren gruba +1 puan verilir.
4. Bitiren gruba ise artı puan verilmez.

En yüksek puanı alan grup “**Elektrik Dedektifleri**” unvanını alır.

Oyunun Oynanışı:

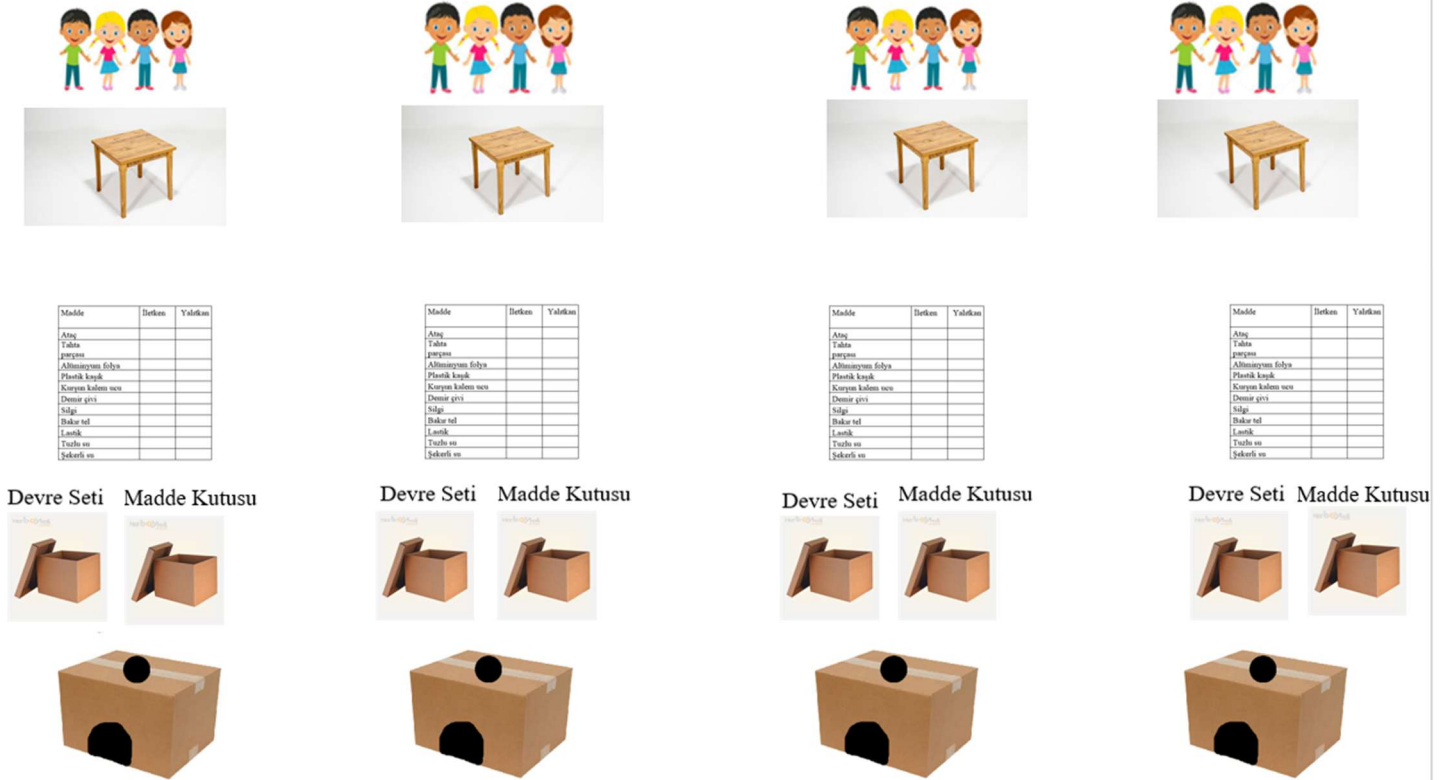
1. Öğrenciler sınıfta gruplara ayrılırlar. Her öğrenci grubuna “Devre seti”, “Madde kutusu” ve üzeri yuvarlak bir delik olan ve bir tarafında test uçlarına maddeleri denenecek kadar açıklık olan “Boş kutu” verilir ve gruplar kendi

yerlerine geçerler. Öğrenciler boş kutuyu diledikleri gibi süsleme yaparlar. Süsleme işlemi bittikten yarışma öğretmenin kronometreyi çalıştırmasıyla başlar. Öğretmen kronometreyi başlattığı anda öğrenciler de devrelerini kurmaya başlarlar. Kurdukları devrelerin üzerine süsledikleri boş kutuyu çevirirler ve bu onların Elektrik Krallıklarıdır. Kutunun ön tarafında açıklık olan yerden 11 adet verilen maddeler sırayla test uçlarından denir. Öğretmen grupların oyunu bitirme sürelerini ayrı ayrı kayıt altına alır.

1. bitiren gruba +5 puan verilir.
2. bitiren gruba +3 puan verilir.
3. bitiren gruba +1 puan verilir.
4. bitiren gruba ise artı puan verilmez.

Sonrasında öğretmen çetele tablosunu kontrol eder. Puanları toplar ve kazananı açıklar.

Görsel 1. Oyunun Krokisi (Klasik) / Platform Görüntüsü (Dijital)



Görsel 2. Bireysel Oyunun Krokisi (Klasik) / Platform Görüntüsü (Dijital)



4. Sonuç ve Tartışma

Eğitsel oyunlar, özellikle soyut içeriğe sahip kavramların öğrenciler tarafından daha anlaşılır hâle getirilmesinde etkili öğretim araçları arasında yer almaktadır (Açıkgöz, 2014). Bu yaklaşım, oyunun bilişsel gelişim üzerindeki rolünü vurgulayan Piaget temelli bilişsel oyun kuramı ile örtüşmektedir. Söz konusu kurama göre, bireyin bilişsel gelişimi ile oyun etkinlikleri arasında güçlü bir etkileşim bulunmaktadır (Yeşilkaya, 2013). Bilişsel oyun kuramında oyun, gelişimsel açıdan üç temel aşamada ele alınmaktadır: alıştırma oyunları, taklit oyunları ve kurallı oyunlar. Bu aşamalardan kurallı oyun dönemi, öğrencilerin soyut düşünme becerilerinin geliştiği ortaokul çağlarına, özellikle 11–12 yaş aralığına karşılık gelmektedir (Poyraz, 2012).

Tasarım tabanlı araştırma öğrenme sürecinin nasıl gerçekleştiğini doğal ortamında anlamak için eğitsel müdahalelerin tasarımın ve değerlendirmesini içeren bir araştırma stratejisi olarak tanımlanır (Barab & Squire, 2004). Oyun temelli öğrenmenin fen eğitiminde soyut kavramların somutlaştırılmasına katkı sağladığı ve öğrencilerin motivasyonunu artırdığı Plass ve arkadaşlarının (2015) çalışmalarında geniş biçimde vurgulanmaktadır. Fen bilimleri dersinde yer alan “İletken ve yalıtkan maddeler” konusu, öğrencilerin günlük yaşamda sıklıkla karşılaştığı durumlarla ilişkilendirilebilen bir içeriğe sahiptir. Bu tür konuların öğretiminde, öğrencilerin derse aktif

katılımını sağlayan ve öğrenmeyi kolaylaştıran oyun temelli yaklaşımların kullanılması etkili olmaktadır. Oyunlar, öğrenme sürecini daha eğlenceli ve etkileşimli hale getirerek öğrencilerin dikkatini artırmakta ve bilgilerin anlamlı öğrenilmesini desteklemektedir. Günlük yaşamdan örnekler ve çeşitli etkinliklerle desteklenen öğretim süreci, öğrencilerin edindikleri bilgileri gerçek hayatla ilişkilendirmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca, öğrenci özelliklerine uygun öğretim materyallerinin kullanılması ve birden fazla duyu organına hitap eden öğrenme ortamlarının oluşturulması, öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırmaktadır (Senemoğlu, 2018).

Bu çalışmada geliştirilen *Elektrik Krallığı Karanlığa Gömüldü* oyunu, uygulamaya geçirilmemiş olmakla birlikte, literatürdeki bulgular doğrultusunda iletken ve yalıtkan maddelerin öğretiminde etkili olabilecek bir öğrenme aracı olabileceği değerlendirilmektedir. Bu nedenle geliştirilen oyunun, elektrik iletimi ve direnç konularındaki kavramsal anlamayı güçlendirmeye potansiyel olarak katkı sunabileceği öngörülmektedir.

5. Öneriler

- Sınıf mevcuduna göre grup sayısı artırılabilir.
- Farklı yalıtkan ve iletken maddeler kullanılabilir.
- Öğrencilerin süreçte karşılaştıkları güçlüklerin daha ayrıntılı belirlenebilmesi için nitel veri toplama araçları (gözlem, öğrenci günlükleri, video analizleri vb.) çeşitlendirilebilir.

Kaynakça

- Acet, İ. (2025). 6. Sınıf “Elektriğin İletimi” ünitesinde temellendirilmiş zihinsel modellerin belirlenmesi [Çalışma raporu / tam metin PDF].
- Açıkgöz, K.Ü. (2014). Aktif öğrenme. Biliş Yayıncılık
- Akkan, D., & Ergun, M. (2024). Eğitsel dijital oyun destekli fen bilimleri dersinin öğrenci başarı ve motivasyonuna etkisi: Elektriğin iletimi. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 9(29), 630-648. DOI:10.35826/ijetsar.759
- Aydın Ceran, S. (2021). 21. yüzyıl becerileri bağlamında fen eğitiminin bugünü ve geleceği: türkiye perspektifinde bir analiz. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(4), 3191-3218.
- Ayvacı, H. Ş., Er Nas, S. & Dilber, Y. (2016). Bağlam temelli rehber materyallerin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkisi: “İletken ve yalıtkan maddeler” örneği. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 51–78.
- Barab, S.A. & Squire, K.D. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Baybars, M. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının metallerin elektrik iletkenliği ile ilgili zihinsel modelleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(1), 36–47. DOI:10.17244/eku.328952
- Karakaya, F., Aydın, B. ve Öztürk, D. (2024). Fen eğitiminde eğitsel oyun kullanımının öğrencilerin akademik başarı ve motivasyonuna etkisi. *Fen Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 15(2), 85–102.
- Maulana, R., Anggoro, S. & Purwandari, R.D. (2023). VI. Sınıf SD UMP Öğrencilerinde Elektrik Devresi Malzeme Bilimi Konusundaki Yanlış Anlamaların Belirlenmesi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Bildiriler Dizisi*, 12, 397–

- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Poyraz, H. (2012). Okul öncesinde oyun ve oyun örnekleri. Anı Yayıncılık.
- Rhalibi, A.E., Merabti, M., Yun, R. & Liu, D. (2011). Dinozorların yaşamlarını öğretmek için Homura 3D ile oyun tabanlı öğrenme, *2011 IEEE Tüketici İletişim ve Ağ Konferansı (CCNC)*, s. 332-336, ABD: Las Vegas, NV.
- Senemoğlu, N. (2018). Gelişim Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya (26. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Srisawasdi, N. ve Panjaburee, P. (2018). Kimyayı anlamayı ve öğrenme motivasyonunu geliştirmek için oyun dönüştürülmüş sorgulama tabanlı öğrenmenin uygulanması. *Journal of Science Education Technology*, 28, 152–164.
- Yeşilkaya, İ. (2013). 7. sınıf sosyal bilgiler dersi" zaman içinde bilim" ünitesinin eğitsel oyun yöntemi ile öğretimi [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. İnönü Üniversitesi.

A New Product for Soft Sets: Soft Symmetric Difference-Product

Eylül Şenyiğit¹ , Aslıhan Sezgin² , SujanPant³ 

¹ Graduate School of Natural and Applied Sciences, Amasya University, Amasya, Türkiye, eylul1999durunazlan@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, aslihan.sezgin@amasya.edu.tr

³ College of Science, Engineering and Technology, Norfolk State University, Norfolk, Virginia, USA, spant@nsu.edu

ABSTRACT

Soft set offers innovative solutions to parametric data problems and a solid mathematical basis for handling uncertainty. Soft set operations are crucial elements of soft set theory. This study presents the "soft symmetric difference-product," a novel product operation for soft sets, and provides a thorough analysis of its algebraic properties with respect to various types of soft equalities and subsets, including closure, associativity, if it exists, identity, inverse and absorbing element, and idempotency. We show that the set of all soft sets together with soft symmetric difference-product is a commutative, not idempotent monoid in the sense of L-soft equality. This paper contributes significantly to the literature on soft sets since the theoretical foundations of soft computing approaches are grounded on solid mathematical ideas.

Keywords: Soft sets, Soft subsets, Soft equalities, Soft symmetric difference-product

1. Introduction

Molodtsov (1999), a Russian scholar, presented soft set theory as a completely general mathematical technique for describing uncertainty. A thorough theoretical framework was provided by Maji et al. (2003) and Pei and Miao. Additional operations were offered by Ali et al. (2009). The algebraic structure of soft sets was examined in later research by Yang (2008), Feng et al. (2010), Jiang et al. (2010), Ali et al. (2011), Neog and Sut (2011), Fu (2011), Ge and Yang (2011), Singh and Onyeozili (2012a, 2012b, 2012c, 2012d), Zhu and Wen (2013), Onyeozili and Gwary (2014), and Sen (2014).

Basic ideas in soft set theory include subsets and soft equality relations. Soft subsets were first proposed by Maji et al. (2003) and later expanded upon by Pei and Miao (2005) and Feng et al. (2008). New kinds of soft equal relations on soft sets were presented by Qin and Hong (2010). Jun and Yang (2010) modified Maji's soft distributive laws and extended soft equal relations by using a wider variety of soft subsets. For consistency, J-soft equal relations were developed. Liu et al. (2012) noted that not all soft equalities adhere to distributive rules and proposed soft L-subsets and soft L-equal connections in response to these developments. Feng and Li (2013) further advanced the theory by classifying soft subsets under L-equality and demonstrating that certain remainder structures fulfill essential semigroup properties, such as associativity, commutativity, and distributivity. A number of attempts aiming at creating coherent and extendable parallel operations demonstrate the significant expansion of the mathematical framework of soft set theory in recent years by Eren and Çalışıcı (2019), Stojanović (2021),

Sezgin et al. (2023a,2023b), Sezgin and Aybek (2023), Sezgin and Dağtoros (2023), Sezgin and Demirci (2023), Sezgin and Çalışıcı (2024), Sezgin and Yavuz (2023a, 2023b; 2024), Sezgin and Çağman (2024, 2025), Sezgin and Sarıalioğlu (2024a, 2024b), and Sezgin and Şenyiğit (2025). Building on previous studies, Feng et al. (2013) extended on the types of soft subsets and examined the algebraic aspects of soft product operations, such as laws of distribution, commutativity, and association, among other things. We refer to Abbas et al. (2014, 2017), Al-shami (2019), and Al-shami and El-Shafei (2020) for more information on soft equal relations. Molodtsov's original idea of soft sets was improved by Çağman and Enginoğlu (2010). The AND-product was thoroughly analyzed by Sezgin et al. (2025a), who looked at its algebraic characteristics.

In this paper, we describe a novel product operation in soft set theory that we refer to as the "soft symmetric difference-product." We assess the algebraic features of this operation and give an example for several kinds of equality and soft subsets. We show that the set of all soft sets together with soft symmetric difference-product is a commutative, not idempotent monoid in the sense of L-soft equality. By developing the theoretical underpinnings needed for applications in soft computing, this study adds to the body of literature on soft sets. The structure of the paper is as follows: The main ideas of soft set theory are summarized in Section 2. In the third section, we present the algebraic properties of the soft symmetric difference-product with respect to various soft equalities and subsets. The last section contains closing thoughts.

2. Preliminaries

In this section, we remind the basic concepts regarding semigroups and soft sets.

Definition 2.1 Let U be the universal set, E be the parameter, and $P(U)$ be the power set of U and $\mathbb{E} \subseteq E$. A pair $(\mathbb{F}, \mathbb{E})$ is called a soft set over U where $\mathbb{F}$ is a set-valued function such that $\mathbb{F}: \mathbb{E} \rightarrow P(U)$ (Molodtsov, 1999).

Throughout this paper, the collection of all the soft sets defined over U is designated as $S_E(U)$. Let $\mathbb{E}$ be a fixed subset of E and $S_{\mathbb{E}}(U)$ be the collection of all those soft sets over U with the fixed parameter set $\mathbb{E}$. From now on, soft set will be designated by $\mathbb{SS}$ and parameter set by $\mathbb{PS}$.

We refer to Maji et al. (2003) for M-equality/subset, to Pei and Miao (2005) and Feng et al. (2008) for F-equality/subset, Jun and Yang (2011) for J-equality/subset, Liu et al. (2013) for L-equality/subset, to Ali et al., (2009) for the relative complement, relative null $\mathbb{SS}$, relative whole $\mathbb{SS}$, absolute $\mathbb{SS}$ (Ali et al., 2009). The empty $\mathbb{SS}$ over U is the unique $\mathbb{SS}$ over U with an empty $\mathbb{PS}$, represented by $\emptyset_{\emptyset}$ (Ali et al., 2009). to Maji et al., 2003 for AND-product ($\wedge$ -product)/ OR-product ($\vee$ -product). For additional information on operation of sets, we refer to Sezgin et al. (2023c), and more on $\mathbb{SS}$ s, we refer to Aktas and Çağman (2007), Alcantud et al. (2024), Ali et al. (2015), Ali et al. (2022), Atagün et al. (2019), Atagün and Sezgin (2015), Atagün and Sezer (2015), Atagün and Sezgin (2017), Atagün and Sezgin (2018), Atagün and Sezgin (2022), Feng et al. (2008), Gulistan and Shahzad (2014), Gulistan et al. (2018), Sezgin (2018), Jana et al. (2019), Karaaslan (2019), Khan et al. (2017), Mahmood et al. (2015), Mahmood et al. (2018), Manikantan et al. (2023), Memiş (2022), Özlü and Sezgin (2020), Riaz et al.

(2023), Sezer (2012), Sezgin (2016), Muştuoğlu et al. (2016), Kaygısız (2012), Sezer et al. (2015a), Sezgin et al. (2017), Sezer and Atagün (2016), Sezer et al. (2017), Sezer et al. (2013), Sezer et al. (2014a, 2014b), Sezgin et al. (2019a, 2019b), Sezgin and İlgin (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin et al. (2022), Sezgin and Onur (2024), Sezgin et al. (2024a, 2024b, 2024c), Sezgin and Orbay (2022), Sezgin et al. (2025a, 2025b), Tunçay and Sezgin (2016), Ullah et al. (2018).

3. Soft Symmetric Difference-product

We propose the soft symmetric difference-product, a novel product for $\mathbb{SS}$ s, in this part. We provide an example and analyze its algebraic characteristics in depth with respect to specific kinds of soft equalities and soft subsets.

Definition 3.1. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ be $\mathbb{SS}$ s over U . The soft symmetric difference-product of $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})$, denoted by $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})$, is defined by $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathfrak{A}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{A}(k, z) = \mathbb{L}(k) \Delta \mathbb{Q}(z)$. Here, $\mathbb{L}(k) \Delta \mathbb{Q}(z) = (\mathbb{L}(k) \setminus \mathbb{Q}(z)) \cup (\mathbb{Q}(z) \setminus \mathbb{L}(k)) = (\mathbb{L}(k) \cup \mathbb{Q}(z)) \setminus (\mathbb{L}(k) \cap \mathbb{Q}(z))$.

Remark 3.2. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ be $\mathbb{SS}$ s over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = ((\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge (\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})) \cup_R ((\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}}) \wedge (\mathbb{L}, \mathbb{Z})) = ((\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \vee (\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})) \setminus_R ((\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge (\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}}))$.

Example 3.3. Let $E = \{r_1, r_2, r_3, r_4\}$ be the PS, $\mathbb{Z} = \{r_2, r_3\}$, and $\bar{\mathbb{W}} = \{r_2, r_4\}$ be the subsets of E , $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ be $\mathbb{SS}$ s over U such that $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) = \{(r_2, U), (r_3, \{\varrho_3, \varrho_5\})\}$, $(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = \{(r_2, \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3\}), (r_4, \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_4\})\}$. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathfrak{A}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$. Then, $(\mathfrak{A}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) = \{((r_2, r_2), \{\varrho_4, \varrho_5\}), ((r_2, r_4), \{\varrho_1, \varrho_5\}), ((r_3, r_2), \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_5\}), ((r_3, r_4), \{\varrho_2, \varrho_4, \varrho_5\})\}$.

Proposition 3.4. V_{Δ} -product is closed in $S_E(U)$ as regards soft M-equality. That is, if $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ are $\mathbb{SS}$ s over U , then so is $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})$.

Proof: It is clear that V_{Δ} -product in a binary operation in $S_E(U)$.

Proposition 3.5. $S_{\mathbb{Z}}(U)$ is not closed under V_{Δ} -product as regards soft M-equality.

Proof: Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathbb{Q}, \mathbb{Z})$ be the elements of $S_{\mathbb{Z}}(U)$. Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{Q}, \mathbb{Z})$ is an element of $S_{\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}}(U)$, not $S_{\mathbb{Z}}(U)$.

Proposition 3.6. V_{Δ} -product is not associative in $S_E(U)$ as regards soft M-equality.

Proof: Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$, $(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ and $(\mathfrak{A}, \mathbb{I})$ be $\mathbb{SS}$ s over U . Then, it is obvious that

$$(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}((\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})V_{\Delta}(\mathfrak{A}, \mathbb{I})) \neq_M ((\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}}))V_{\Delta}(\mathfrak{A}, \mathbb{I})$$

since, from a set-theoretic perspective, $\mathbb{Z} \times (\bar{\mathbb{W}} \times \mathbb{I}) \neq (\mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \times \mathbb{I}$.

Proposition 3.7. V_{Δ} -product is associative in $S_E(U)$ as regards soft L-equality.

Proof: Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$, $(\mathbb{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ and $(\mathfrak{A}, \mathbb{I})$ be $\mathbb{SS}$ s over U . We need to show that,

$$(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}((\mathcal{Q}, \bar{W})V_{\Delta}(\mathcal{A}, \mathcal{I})) =_L ((\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}))V_{\Delta}(\mathcal{A}, \mathcal{I})$$

Let $(\mathcal{Q}, \bar{W})V_{\Delta}(\mathcal{A}, \mathcal{I}) = (\mathcal{E}, \bar{W} \times \mathcal{I})$, where for all $(z, \gamma) \in \bar{W} \times \mathcal{I}$, $\mathcal{E}(z, \gamma) = \mathcal{Q}(z)\Delta\mathcal{A}(\gamma)$. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{E}, \bar{W} \times \mathcal{I}) = (\mathcal{R}, \mathbb{Z} \times (\bar{W} \times \mathcal{I}))$, where for all $(k, (z, \gamma)) \in \mathbb{Z} \times (\bar{W} \times \mathcal{I})$,

$$\mathcal{R}(k, (z, \gamma)) = \mathbb{L}(k)\Delta(\mathcal{Q}(z)\Delta\mathcal{A}(\gamma))$$

Assume that $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}) = (\mathcal{H}, \mathbb{Z} \times \bar{W})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{W}$, $\mathcal{H}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathcal{Q}(z)$. Let $(\mathcal{H}, \mathbb{Z} \times \bar{W})V_{\Delta}(\mathcal{A}, \mathcal{I}) = (\beta, (\mathbb{Z} \times \bar{W}) \times \mathcal{I})$, where for all $((k, z), \gamma) \in (\mathbb{Z} \times \bar{W}) \times \mathcal{I}$,

$$\beta((k, z), \gamma) = (\mathbb{L}(k)\Delta\mathcal{Q}(z))\Delta\mathcal{A}(\gamma)$$

Since $\mathcal{R}(k, (z, \gamma)) = \beta((k, z), \gamma)$, for all $(k, z, \gamma) \in \mathbb{Z} \times \bar{W} \times \mathcal{I}$, the proof is completed.

Proposition 3.8. V_{Δ} -product is not commutative in $S_E(U)$ as regards soft M-equality.

Proof: Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathcal{Q}, \bar{W})$ be $\mathcal{SS}$ s over U . Since $\mathbb{Z} \times \bar{W} \neq \bar{W} \times \mathbb{Z}$, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}) \neq_M (\mathcal{Q}, \bar{W})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$.

Proposition 3.9. V_{Δ} -product is not commutative in $S_{\mathbb{Z}}(U)$ as regards soft M-equality.

Proof: We provide an example to show that V_{Δ} -product is not commutative under M-equality in $S_{\mathbb{Z}}(U)$. Let $E = \{r_1, r_2, r_3, r_4\}$ be the PS, $\mathbb{Z} = \{r_2, r_3\}$ be the subset of E , $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set, and $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathcal{Q}, \mathbb{Z})$ be $\mathcal{SS}$ s over U such that

$$(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) = \{(r_2, \{\varrho_3, \varrho_4\}), (r_3, \{\varrho_1\})\}, (\mathcal{Q}, \mathbb{Z}) = \{(r_2, \{\varrho_1, \varrho_4\}), (r_3, \{\varrho_1, \varrho_3\})\}$$

Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \mathbb{Z}) = (\mathcal{W}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$, where

$$(\mathcal{W}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) = \{((r_2, r_2), \{\varrho_1, \varrho_3\}), ((r_2, r_3), \{\varrho_1, \varrho_4\}), ((r_3, r_1), \{\varrho_4\}), ((r_3, r_3), \{\varrho_3\})\}$$

Assume that $(\mathcal{Q}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) = (\mathcal{H}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$, where

$$(\mathcal{H}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) = \{((r_2, r_2), \{\varrho_1, \varrho_3\}), ((r_2, r_3), \{\varrho_4\}), ((r_3, r_2), \{\varrho_1, \varrho_4\}), ((r_3, r_3), \{\varrho_3\})\}$$

Hence, $(\mathcal{W}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) \neq_M (\mathcal{H}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$, implyig that $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \mathbb{Z}) \neq_M (\mathcal{Q}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$.

Proposition 3.10. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathcal{Q}, \bar{W})$ be two $\mathcal{SS}$ s. If $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathcal{Q}, \bar{W})$, then $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}) =_M (\mathcal{Q}, \bar{W})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$. **Proof:** Since $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathcal{Q}, \bar{W})$, then $\mathbb{Z} = \bar{W}$. Hence, $\mathbb{Z} \times \bar{W} = \bar{W} \times \mathbb{Z}$. Moreover, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}) =_M (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathcal{Q}, \bar{W})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$. Thus, the proof is completed.

Example 3.11 illustrates that Proposition 3.10 cannot be reversed in general, that is, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}) =_M (\mathcal{Q}, \bar{W})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ does not imply that $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathcal{Q}, \bar{W})$.

Example 3.11. Let $E = \{r_1, r_2, r_3, r_4\}$ be the $\mathcal{PS}$, $\mathbb{Z} = \bar{W} = \{r_1, r_3\}$ be the subsets of E and $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathcal{Q}, \mathbb{Z})$ be $\mathcal{SS}$ s over U such that

$$(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) = \{(r_2, \{\varrho_3, \varrho_4\}), (r_3, \{\varrho_3, \varrho_4\})\}, (\mathcal{Q}, \bar{W}) = \{(r_2, \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_5\}), (r_3, \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_5\})\}$$

Then,

$$\begin{aligned} (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}) &= \{((r_2, r_2), U), ((r_2, r_3), U), ((r_3, r_2), U), ((r_3, r_3), U)\}, (\mathcal{Q}, \bar{W})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \\ &= \{((r_2, r_2), U), ((r_2, r_3), U), ((r_3, r_2), U), ((r_3, r_3), U)\} \end{aligned}$$

It is observed that $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) =_M (\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z})$; however, $(\underline{f}, \underline{z}) \neq_M (\underline{g}, \underline{w})$.

Proposition 3.12. V_{Δ} -product is commutative in $S_E(U)$ under L-equality.

Proof: Let $(\underline{f}, \underline{z})$ and $(\underline{g}, \underline{w})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U , $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) = (\mathfrak{A}, \underline{z} \times \underline{w})$ and $(\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) = (\mathfrak{A}, \underline{w} \times \underline{z})$. Thus, for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathfrak{A}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z)$ and for all $(z, k) \in \underline{w} \times \underline{z}$, $\mathfrak{A}(z, k) = \underline{g}(z)\Delta\underline{f}(k)$. Since for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, there exists $(z, k) \in \underline{w} \times \underline{z}$ such that $\mathfrak{A}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z) = \underline{g}(z)\Delta\underline{f}(k)$, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) \subseteq_L (\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z})$. Similarly, since for all $(z, k) \in \underline{w} \times \underline{z}$, there exists $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$ such that $\mathfrak{A}(z, k) = \underline{g}(z)\Delta\underline{f}(k) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z)$, $(\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) \subseteq_L (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w})$ is obtained. Thereby, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) =_L (\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z})$.

Remark 3.13. V_{Δ} -product is commutative in $S_{\bar{z}}(U)$ under L-equality.

Proposition 3.14. $\emptyset_{\bar{z}}$ is the identity element of V_{Δ} -product in $S_K(U)$ as regards L-equality.

Proof: Let $(\underline{f}, \underline{z})$ be an element of $S_K(U)$ and $\emptyset_{\bar{z}} = (\mathfrak{A}, \underline{z})$. We need to show that $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}\emptyset_{\bar{z}} =_L \emptyset_{\bar{z}}V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) = (\underline{f}, \underline{z})$. Then, for all $k \in \underline{z}$, $\mathfrak{A}(k) = \emptyset$. Let $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}\emptyset_{\bar{z}} = (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\mathfrak{A}, \underline{z}) = (\underline{g}, \underline{z} \times \underline{z})$, where for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{z}$, $\underline{g}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\mathfrak{A}(z) = \underline{f}(k)\Delta\emptyset = \underline{f}(k)$. Since for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{z}$, there exists $k \in \underline{z}$ such that $\underline{g}(k, z) = \underline{f}(k)$, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}\emptyset_{\bar{z}} \subseteq_L (\underline{f}, \underline{z})$. Moreover, since for all $k \in \underline{z}$, there exists $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{z}$ such that $\underline{f}(k) = \underline{f}(k)\Delta\emptyset = \underline{f}(k)\Delta\mathfrak{A}(z) = \underline{g}(k, z)$, $(\underline{f}, \underline{z}) \subseteq_L (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}\emptyset_{\bar{z}}$. Thereby, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}\emptyset_{\bar{z}} =_L (\underline{f}, \underline{z})$. One can similarly show that $\emptyset_{\bar{z}}V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) =_L (\underline{f}, \underline{z})$. Thus, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}\emptyset_{\bar{z}} =_L \emptyset_{\bar{z}}V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) = (\underline{f}, \underline{z})$.

Proposition 3.15. $\emptyset_E$ is the identity element of V_{Δ} -product in $S_E(U)$ as regards L-equality.

Proof: Let $(\underline{f}, \underline{w})$ be an $\mathbb{S}\mathbb{S}$ over U and $\emptyset_E = (\mathfrak{A}, E)$. We need to show that $(\underline{f}, \underline{w})V_{\Delta}\emptyset_E =_L \emptyset_EV_{\Delta}(\underline{f}, \underline{w}) = (\underline{f}, \underline{w})$. Then, for all $k \in E$, $\mathfrak{A}(k) = \emptyset$. Let $(\underline{f}, \underline{w})V_{\Delta}\emptyset_E = (\underline{f}, \underline{w})V_{\Delta}(\mathfrak{A}, E) = (\underline{g}, \underline{w} \times E)$, where for all $(z, k) \in \underline{w} \times E$, $\underline{g}(z, k) = \underline{f}(z)\Delta\mathfrak{A}(k) = \underline{f}(z)\Delta\emptyset = \underline{f}(z) \cup \emptyset = \underline{f}(z)$. Since for all $(z, k) \in \underline{w} \times E$, there exists $z \in \underline{w}$ such that $\underline{g}(z, k) = \underline{f}(z)$, $(\underline{f}, \underline{w})V_{\Delta}\emptyset_E \subseteq_L (\underline{f}, \underline{w})$. Moreover, since for all $z \in \underline{w}$, there exists $(z, k) \in \underline{w} \times E$ such that $\underline{f}(z) = \underline{f}(z)\Delta\emptyset = \underline{f}(z)\Delta\mathfrak{A}(k) = \underline{g}(z, k)$, $(\underline{f}, \underline{w}) \subseteq_L (\underline{f}, \underline{w})V_{\Delta}\emptyset_E$. Thereby, $(\underline{f}, \underline{w})V_{\Delta}\emptyset_E =_L (\underline{f}, \underline{w})$. One can similarly show that $\emptyset_EV_{\Delta}(\underline{f}, \underline{w}) =_L (\underline{f}, \underline{w})$. Thus, $(\underline{f}, \underline{w})V_{\Delta}\emptyset_E =_L \emptyset_EV_{\Delta}(\underline{f}, \underline{w}) = (\underline{f}, \underline{w})$.

Proposition 3.16. Let $(\underline{f}, \underline{z})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ over U . Then, $\emptyset_{\bar{z}} \widetilde{\subseteq}_L (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z})$.

Proof : Let $\emptyset_{\bar{z}} = (\mathcal{E}, \underline{z})$ and $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) = (\mathcal{S}, \underline{z} \times \underline{z})$, where for all $k \in \underline{z}$, $\mathcal{E}(k) = \emptyset$, and for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{z}$, $\mathcal{S}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{f}(z)$. Since for all $k \in \underline{z}$, there exists $(k, k) \in \underline{z} \times \underline{z}$ such that $\mathcal{E}(k) = \emptyset = \underline{f}(k)\Delta\underline{f}(k) = \mathcal{S}(k, k)$, $\emptyset_{\bar{z}} \widetilde{\subseteq}_L (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z})$ is obtained.

It is obvious that the L-subset in Proposition 3.16. can not be L-equality with the following Example 3.17:

Example 3.17. Let $E = \{r_1, r_2, r_3, r_4\}$ be the PS, $\underline{z} = \{r_2, r_3\}$ be the subset of E , $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set, $(\underline{f}, \underline{z})$ be an $\mathbb{S}\mathbb{S}$ over U such that

$$(\underline{f}, \underline{z}) = \{(r_2, \{\varrho_3, \varrho_4\}), (r_3, \{\varrho_2, \varrho_3\})\}$$

We show that $\emptyset_{\mathbb{Z}} \neq_L (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$. Let

$$\emptyset_{\mathbb{Z}} = (\mathfrak{M}, \mathbb{Z}) = \{(r_2, \emptyset), (r_3, \emptyset)\}$$

Assume that $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) = (\beta, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$, where

$$(\beta, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) = \{((r_2, r_2), \emptyset), ((r_2, r_3), \{\varrho_2, \varrho_4\}), ((r_3, r_2), \{\varrho_2, \varrho_4\}), ((r_3, r_3), \emptyset)\}$$

It is obvious that $\emptyset_{\mathbb{Z}} \subseteq_L (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$, since $\mathfrak{M}(r_2) = \emptyset = \beta(r_2, r_2) = \beta(r_2, r_2)$, $\mathfrak{M}(r_3) = \emptyset = \beta(r_2, r_2) = \beta(r_2, r_2)$. However, $\beta((r_2, r_3)) \neq \mathfrak{M}(r_2)$, $\beta((r_2, r_3)) \neq \mathfrak{M}(r_3)$, $\beta((r_3, r_2)) \neq \mathfrak{M}(r_2)$, $\beta((r_3, r_2)) \neq \mathfrak{M}(r_3)$, implying that $(\beta, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) \not\subseteq_L \emptyset_{\mathbb{Z}}$, and so $(\beta, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) \neq_L \emptyset_{\mathbb{Z}}$. Thus, $\emptyset_{\mathbb{Z}} \neq_L (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$.

Remark 3.18. V_{Δ} -product is not idempotent in $S_E(U)$ under L-equality.

Proof. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ be $\mathbb{SS}$ over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \neq_L (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ by Example 3.17.

Proposition 3.19. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathcal{Q}, \bar{W})$ be $\mathbb{SS}$ s over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}) =_M \emptyset_{\emptyset}$ if and only if $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M \emptyset_{\emptyset}$ or $(\mathcal{Q}, \bar{W}) =_M \emptyset_{\emptyset}$.

Proof: Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathcal{Q}, \bar{W})$ be $\mathbb{SS}$ s over U and $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}) =_M \emptyset_{\emptyset}$. Thereby, $\mathbb{Z} \times \bar{W} = \emptyset$, and so $\mathbb{Z} = \emptyset$ or $\bar{W} = \emptyset$. Since $\emptyset_{\emptyset}$ is the only $\mathbb{SS}$ with the empty PS, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M \emptyset_{\emptyset}$ or $(\mathcal{Q}, \bar{W}) =_M \emptyset_{\emptyset}$.

Conversely, let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) = \emptyset_{\emptyset}$ or $(\mathcal{Q}, \bar{W}) = \emptyset_{\emptyset}$. Then, $\mathbb{Z} = \emptyset$ or $\bar{W} = \emptyset$. Since $\mathbb{Z} \times \bar{W} = \emptyset$, and $\emptyset_{\emptyset}$ is the only $\mathbb{SS}$ with empty PS, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathcal{Q}, \bar{W}) =_M \emptyset_{\emptyset}$.

Remark 3.20. $\emptyset_{\emptyset}$ -the empty $\mathbb{SS}$ -is the absorbing element of V_{Δ} -product in $S_E(U)$ under M-equality.

Proof: Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ be an $\mathbb{SS}$ over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}\emptyset_{\emptyset} =_M \emptyset_{\emptyset}V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M \emptyset_{\emptyset}$ is followed by Proposition 3.19.

Theorem 3.21. $(S_E(U), V_{\Delta})$ is a commutative, not idempotent monoid with identity $\emptyset_E$, whose absorbing element is $\emptyset_{\emptyset}$, in the sense of L-soft equality.

Proof: The proof is by Proposition 3.4, Proposition 3.7, Proposition 3.12, Proposition 3.15, Remark 3.18, Remark 3.20.

Proposition 3.22. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ be an $\mathbb{SS}$ over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}\emptyset_{\mathbb{Z}} =_M \emptyset_{\mathbb{Z}}V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathbb{L}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$.

Proof: Let $\emptyset_{\mathbb{Z}} = (\mathfrak{N}, \mathbb{Z})$. Then, for all $k \in \mathbb{Z}$, $\mathfrak{N}(k) = \emptyset$. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}\emptyset_{\mathbb{Z}} = (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{N}, \mathbb{Z}) = (\mathcal{Q}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$, $\mathcal{Q}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{N}(z) = \mathbb{L}(k)\Delta\emptyset = \mathbb{L}(k)$. Thereby, $(\mathcal{Q}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) = (\mathbb{L}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$. Similarly, one can show that $\emptyset_{\mathbb{Z}}V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathbb{L}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$.

Proposition 3.23. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ be an $\mathbb{SS}$ over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}\emptyset_E =_M (\mathbb{L}, \mathbb{Z} \times E)$ and $\emptyset_EV_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathbb{L}, E \times \mathbb{Z})$.

Proof: The proof is similar to the proof of Proposition 3.22.

Remark 3.24. While $\emptyset_{\mathbb{Z}}$ is commutative with every element of $S_{\mathbb{Z}}(U)$ for V_{Δ} -product under M-equality, $\emptyset_E$ is not commutative with every element of $S_E(U)$ for V_{Δ} -product under M-equality.

Proposition 3.25. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ be an $\mathbb{S}\mathbb{S}$ over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}U_{\mathbb{Z}} =_M U_{\mathbb{Z}}V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathbb{L}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})^r$.

Proof: Let $U_{\mathbb{Z}} = (\mathfrak{A}, \mathbb{Z})$. Then, for all $k \in \mathbb{Z}$, $\mathfrak{A}(k) = U$. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}U_{\mathbb{Z}} = (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{A}, \mathbb{Z}) = (\mathfrak{Q}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$, $\mathfrak{Q}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{A}(z) = \mathbb{L}(k)\Delta U = \mathbb{L}'(k)$, implying that $(\mathfrak{Q}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) = (\mathbb{L}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})^r$. Similarly, one can show that $U_{\mathbb{Z}}V_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) = (\mathbb{L}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})^r$.

Proposition 3.26. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ be an $\mathbb{S}\mathbb{S}$ over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}U_E =_M (\mathbb{L}, \mathbb{Z} \times E)^r$ and $U_EV_{\Delta}(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathbb{L} \times E \times \mathbb{Z})^r$.

Proof: The proof is similar to the proof of Proposition 3.25.

Remark 3.27. While $U_{\mathbb{Z}}$ is commutative with every element of $S_{\mathbb{Z}}(U)$ for V_{Δ} -product under M-equality, U_E is not commutative with every element of $S_E(U)$ for V_{Δ} -product under M-equality.

Proposition 3.28. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathfrak{Q}, \mathbb{Z})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \mathbb{Z}) =_M \emptyset_{\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}}$ if and only if $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathfrak{Q}, \mathbb{Z})$.

Proof: Let $\emptyset_{\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}} = (\mathcal{E}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$ and $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \mathbb{Z}) = (\mathcal{X}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$, $\mathcal{E}(k, z) = \emptyset$, and for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$, $\mathcal{X}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z)$. Let $(\mathcal{E}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}) = (\mathcal{X}, \mathbb{Z} \times \mathbb{Z})$. Then, for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$, $\mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z) = \emptyset$. Thereby, for all $k, z \in \mathbb{Z}$, $\mathbb{L}(k) = \mathfrak{Q}(z)$. Hence, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathfrak{Q}, \mathbb{Z})$.

Conversely, let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) =_M (\mathfrak{Q}, \mathbb{Z})$. Thus, for all $k, z \in \mathbb{Z}$, $\mathbb{L}(k) = \mathfrak{Q}(z)$. Hence, for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$, $\mathcal{X}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z) = \emptyset$, implying that $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \mathbb{Z}) =_M \emptyset_{\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}}$.

Proposition 3.29. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $((\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}))^r = (\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}})$.

Proof: Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathfrak{A}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{A}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z)$. Thus, $\mathfrak{A}'(k, z) = (\mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z))' = \mathbb{L}(k)\Pi\mathfrak{Q}(z)$. Hence, $(\mathfrak{A}', \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) = (\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge_{\Pi} (\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}})$.

Proposition 3.30. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge_{\setminus} (\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) \cong_F (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}})$.

Proof: Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge_{\setminus} (\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathfrak{C}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$ and $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathfrak{Z}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{C}(k, z) = \mathbb{L}(k) \setminus \mathfrak{Q}(z)$ and for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{Z}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z)$. Since, for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{C}(k, z) = \mathbb{L}(k) \setminus \mathfrak{Q}(z) \subseteq \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z) = \mathfrak{Z}(k, z)$, the proof is completed.

Proposition 3.31. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) \wedge_{\setminus} (\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \cong_F (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}})$.

Proof: Let $(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) \wedge_{\setminus} (\mathbb{L}, \mathbb{Z}) = (\mathfrak{C}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$ and $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathfrak{Z}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{C}(k, z) = \mathfrak{Q}(k) \setminus \mathbb{L}(z)$ and for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{Z}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z)$. Since, for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{C}(k, z) = \mathfrak{Q}(k) \setminus \mathbb{L}(z) \subseteq \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z) = \mathfrak{Z}(k, z)$, the proof is completed.

Proposition 3.32. Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$ and $(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) \cong_F (\mathbb{L}, \mathbb{Z})V(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}})$.

Proof: Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V_{\Delta}(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathfrak{C}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$ and $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})V(\mathfrak{Q}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathfrak{Z}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{C}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z)$ and for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{Z}(k, z) = \mathbb{L}(k) \cup \mathfrak{Q}(z)$. Since, for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathfrak{C}(k, z) = \mathbb{L}(k)\Delta\mathfrak{Q}(z) \subseteq \mathbb{L}(k) \cup \mathfrak{Q}(z) = \mathfrak{Z}(k, z)$, the proof is completed.

Proposition 3.33. Let $(\underline{f}, \underline{z})$ and $(\underline{g}, \underline{w})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) =_M (\underline{f}, \underline{z})V(\underline{g}, \underline{w})$ if and only if $(\underline{f}, \underline{z}) \wedge (\underline{g}, \underline{w}) =_M \emptyset_{\underline{z} \times \underline{w}}$.

Proof: Let $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) = (\mathfrak{E}, \underline{z} \times \underline{w})$ and $(\underline{f}, \underline{z})V(\underline{g}, \underline{w}) = (\zeta, \underline{z} \times \underline{w})$, where for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathfrak{E}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z)$, and for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\zeta(k, z) = \underline{f}(k) \cup \underline{g}(z)$.

Sufficiency: Let $\mathfrak{E}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z) = \underline{f}(k) \cup \underline{g}(z) = \zeta(k, z)$ for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$. Then, $\underline{f}(k) \cap \underline{g}(z) = \emptyset$, for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$. Thus, $(\underline{f}, \underline{z}) \wedge (\underline{g}, \underline{w}) =_M \emptyset_{\underline{z} \times \underline{w}}$.

Necessity: Let $(\underline{f}, \underline{z}) \wedge (\underline{g}, \underline{w}) =_M (\mathcal{E}, \underline{z} \times \underline{w})$ and $(\mathcal{E}, \underline{z} \times \underline{w}) = \emptyset_{\underline{z} \times \underline{w}}$. Then, $\mathcal{E}(k, z) = \underline{f}(k) \cap \underline{g}(z) = \emptyset$, for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$. Thus, $\mathfrak{E}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z) = (\underline{f}(k) \cup \underline{g}(z)) \setminus (\underline{f}(k) \cap \underline{g}(z)) = (\underline{f}(k) \cup \underline{g}(z)) = \zeta(k, z)$. Hence, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) =_M (\underline{f}, \underline{z})V(\underline{g}, \underline{w})$.

Proposition 3.34. Let $(\underline{f}, \underline{z})$ and $(\underline{g}, \underline{w})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $\emptyset_{\underline{z} \times \underline{w}} \tilde{\subseteq}_F (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w})$ and $\emptyset_{\underline{w} \times \underline{z}} \tilde{\subseteq}_F (\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z})$.

Proof: Let $\emptyset_{\underline{z} \times \underline{w}} = (\mathcal{E}, \underline{z} \times \underline{w})$ and $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) = (\mathcal{S}, \underline{z} \times \underline{w})$, where for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathcal{E}(k, z) = \emptyset$, and for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathcal{S}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z)$. Since $\underline{z} \times \underline{w} \subseteq \underline{z} \times \underline{w}$, and for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathcal{S}(k, z) = \emptyset \subseteq \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z) = \mathcal{E}(k, z)$, $\emptyset_{\underline{z} \times \underline{w}} \tilde{\subseteq}_F (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w})$ is obtained. Similarly, $\emptyset_{\underline{w} \times \underline{z}} \tilde{\subseteq}_F (\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z})$.

Proposition 3.35. Let $(\underline{f}, \underline{z})$ and $(\underline{g}, \underline{w})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $\emptyset_{\underline{z}} \tilde{\subseteq}_J (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w})$, $\emptyset_{\underline{w}} \tilde{\subseteq}_J (\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z})$ and $\emptyset_E \tilde{\subseteq}_J (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w})$.

Proof: Let $\emptyset_{\underline{z}} = (\mathcal{E}, \underline{z})$ and $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) = (\mathcal{S}, \underline{z} \times \underline{w})$, where for all $k \in \underline{z}$, $\mathcal{E}(k) = \emptyset$ and for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathcal{S}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z)$. Since, for all $k \in \underline{z}$, there exists $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$ such that $\mathcal{E}(k) = \emptyset \subseteq \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z) = \mathcal{S}(k, z)$, $\emptyset_{\underline{z}} \tilde{\subseteq}_J (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w})$ is obtained. Similarly, $\emptyset_{\underline{w}} \tilde{\subseteq}_J (\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z})$ and $\emptyset_E \tilde{\subseteq}_J (\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w})$ are obtained.

Proposition 3.36. Let $(\underline{f}, \underline{z})$ and $(\underline{g}, \underline{w})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) \tilde{\subseteq}_F U_{\underline{z} \times \underline{w}}$ and $(\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) \tilde{\subseteq}_F U_{\underline{w} \times \underline{z}}$.

Proof: Let $U_{\underline{z} \times \underline{w}} = (\mathfrak{U}, \underline{z} \times \underline{w})$ and $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) = (\mathfrak{A}, \underline{z} \times \underline{w})$, where for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathfrak{U}(k, z) = U$, and for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathfrak{A}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z)$. Since $\underline{z} \times \underline{w} \subseteq \underline{z} \times \underline{w}$, and for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathfrak{A}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z) \subseteq U = \mathfrak{U}(k, z)$, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) \tilde{\subseteq}_F U_{\underline{z} \times \underline{w}}$ is obtained. Similarly, $(\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) \tilde{\subseteq}_F U_{\underline{w} \times \underline{z}}$.

Proposition 3.37. Let $(\underline{f}, \underline{z})$ and $(\underline{g}, \underline{w})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) \tilde{\subseteq}_J U_{\underline{z}}$ and $(\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) \tilde{\subseteq}_J U_{\underline{w}}$.

Proof: Let $U_{\underline{z}} = (\mathcal{W}, \underline{z})$ and $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) = (\mathcal{X}, \underline{z} \times \underline{w})$, where for all $k \in \underline{z}$, $\mathcal{W}(k) = U$, and for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, $\mathcal{X}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z)$. Since, for all $(k, z) \in \underline{z} \times \underline{w}$, there exists $k \in \underline{z}$ such that $\mathcal{X}(k, z) = \underline{f}(k)\Delta\underline{g}(z) \subseteq U = \mathcal{W}(k)$, $(\underline{f}, \underline{z})V_{\Delta}(\underline{g}, \underline{w}) \tilde{\subseteq}_J U_{\underline{z}}$. Similarly, $(\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\underline{f}, \underline{z}) \tilde{\subseteq}_J U_{\underline{w}}$.

Proposition 3.38. Let $(\underline{f}, \underline{z})$, $(\underline{g}, \underline{w})$ and $(\mathfrak{U}, \mathfrak{U})$ be $\mathbb{S}\mathbb{S}$ s over U . Then,

$$(\underline{f}, \underline{z})\Lambda((\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\mathfrak{U}, \mathfrak{U})) \tilde{\subseteq}_L ((\underline{f}, \underline{z})\Lambda(\underline{g}, \underline{w}))V_{\Delta}((\underline{f}, \underline{z})\Lambda(\mathfrak{U}, \mathfrak{U}))$$

Proof: Let $(\underline{g}, \underline{w})V_{\Delta}(\mathfrak{U}, \mathfrak{U}) = (\mathfrak{E}, \underline{w} \times \mathfrak{U})$, where for all $(z, \mathfrak{U}) \in \underline{w} \times \mathfrak{U}$, $\mathfrak{E}(z, \mathfrak{U}) = \underline{g}(z)\Delta\mathfrak{U}(\mathfrak{U})$. Let $(\underline{f}, \underline{z})\Lambda(\mathfrak{E}, \underline{w} \times \mathfrak{U}) = (\mathfrak{R}, \underline{z} \times (\underline{w} \times \mathfrak{U}))$, where for all $(k, (z, \mathfrak{U})) \in \underline{z} \times (\underline{w} \times \mathfrak{U})$,

$$\mathfrak{R}(k, (z, \mathfrak{U})) = \underline{f}(k) \cap (\underline{g}(z)\Delta\mathfrak{U}(\mathfrak{U})) = (\underline{f}(k) \cap \underline{g}(z))\Delta(\underline{f}(k) \cap \mathfrak{U}(\mathfrak{U}))$$

Assume that $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge (\mathfrak{L}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathcal{H}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$ and $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge (\mathfrak{A}, \mathbb{I}) = (\mathcal{M}, \mathbb{Z} \times \mathbb{I})$, where for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}$, $\mathcal{H}(k, z) = \mathbb{L}(k) \cap \mathfrak{L}(z)$ and for all $(k, z) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{I}$, $\mathcal{M}(k, z) = \mathbb{L}(k) \cap \mathfrak{A}(z)$. Let $(\mathcal{H}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \vee_{\Delta} (\mathcal{M}, \mathbb{Z} \times \mathbb{I}) = (\beta, (\mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{I}))$, where for all $((k, z), (k, z)) \in (\mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{I})$,

$$\beta((k, z), (k, z)) = (\mathbb{L}(k) \cap \mathfrak{L}(z)) \Delta (\mathbb{L}(k) \cap \mathfrak{A}(z))$$

Hence, for all $((k, z), (k, z)) \in (\mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{I})$, there exists $((k, z), (k, z)) \in (\mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{I})$ such that

$$\mathfrak{R}((k, z), (k, z)) = \mathbb{L}(k) \cap (\mathfrak{L}(z) \Delta \mathfrak{A}(z)) = (\mathbb{L}(k) \cap \mathfrak{L}(z)) \Delta (\mathbb{L}(k) \cap \mathfrak{A}(z)) = \beta((k, z), (k, z)).$$

This completes the proof. It is obvious that the L-subset in Proposition 3.38 can not be L-equality with the following Example 3.39.

Example 3.39. Let $E = \{r_1, r_2, r_3, r_4\}$ be the PS, $\mathbb{Z} = \{r_2, r_3\}$, $\bar{\mathbb{W}} = \{r_1\}$, and $\mathbb{I} = \{r_4\}$, be the subsets of E , $U = \{\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \varrho_4, \varrho_5\}$ be the universal set, $(\mathbb{L}, \mathbb{Z})$, $(\mathfrak{L}, \bar{\mathbb{W}})$, and $(\mathfrak{A}, \mathbb{I})$ be SSSs over U such that

$$(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) = \{(r_2, \{\varrho_3, \varrho_4\}), (r_3, \{\varrho_2, \varrho_3\})\}, (\mathfrak{L}, \bar{\mathbb{W}}) = \{(r_1, U)\} \text{ and } (\mathfrak{A}, \mathbb{I}) = \{(r_4, \{\varrho_2, \varrho_3, \varrho_4\})\}$$

We show that

$$(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge ((\mathfrak{L}, \bar{\mathbb{W}}) \vee_{\Delta} (\mathfrak{A}, \mathbb{I})) \neq_L ((\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge (\mathfrak{L}, \bar{\mathbb{W}})) \vee_{\Delta} ((\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge (\mathfrak{A}, \mathbb{I}))$$

Let $(\mathfrak{L}, \bar{\mathbb{W}}) \vee_{\Delta} (\mathfrak{A}, \mathbb{I}) = (\mathfrak{E}, \bar{\mathbb{W}} \times \mathbb{I})$, where

$$(\mathfrak{E}, \bar{\mathbb{W}} \times \mathbb{I}) = \{((r_1, r_4), \{\varrho_1, \varrho_5\})\}$$

Assume that $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge (\mathfrak{E}, \bar{\mathbb{W}} \times \mathbb{I}) = (\mathfrak{M}, \mathbb{Z} \times (\bar{\mathbb{W}} \times \mathbb{I}))$, where

$$(\mathfrak{M}, \mathbb{Z} \times (\bar{\mathbb{W}} \times \mathbb{I})) = \{((r_2, (r_1, r_4)), \emptyset), ((r_3, (r_1, r_4)), \emptyset)\}$$

Let $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge (\mathfrak{L}, \bar{\mathbb{W}}) = (\mathfrak{E}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}})$, where

$$(\mathfrak{E}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) = \{((r_2, r_1), \{\varrho_3, \varrho_4\}), ((r_3, r_1), \{\varrho_2, \varrho_3\})\}$$

Suppose that $(\mathbb{L}, \mathbb{Z}) \wedge (\mathfrak{A}, \mathbb{I}) = (\mathfrak{R}, \mathbb{Z} \times \mathbb{I})$, where

$$(\mathfrak{R}, \mathbb{Z} \times \mathbb{I}) = \{((r_2, r_4), \{\varrho_3, \varrho_4\}), ((r_3, r_4), \{\varrho_2, \varrho_3\})\}$$

Let $(\mathfrak{E}, \mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \vee_{\Delta} (\mathfrak{R}, \mathbb{Z} \times \mathbb{I}) = (\beta, (\mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{I}))$. Thus,

$$(\beta, (\mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{I})) = \left\{ \left(((r_2, r_1), (r_2, r_4)), \emptyset \right), \left(((r_2, r_1), (r_3, r_4)), \{\varrho_2, \varrho_4\} \right), \right. \\ \left. \left(((r_3, r_1), (r_2, r_4)), \{\varrho_2, \varrho_4\} \right), \left(((r_3, r_1), (r_3, r_4)), \emptyset \right) \right\}$$

Hence, $\beta((r_2, r_1), (r_3, r_4)) \neq \mathfrak{M}(r_2, (r_1, r_4))$, $\beta((r_2, r_1), (r_3, r_4)) \neq \mathfrak{M}(r_3, (r_1, r_4))$, $\beta((r_3, r_1), (r_2, r_4)) \neq \mathfrak{M}(r_2, (r_1, r_4))$, $\beta((r_3, r_1), (r_2, r_4)) \neq \mathfrak{M}(r_3, (r_1, r_4))$, implying that $(\beta, (\mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{I})) \not\tilde{=}_L (\mathfrak{M}, \mathbb{Z} \times (\bar{\mathbb{W}} \times \mathbb{I}))$, and so $(\beta, (\mathbb{Z} \times \bar{\mathbb{W}}) \times (\mathbb{Z} \times \mathbb{I})) \neq_L (\mathfrak{M}, \mathbb{Z} \times (\bar{\mathbb{W}} \times \mathbb{I}))$.

4. Conclusions

This study introduced a new type of soft product based on Molodtsov's soft set theory: the "soft symmetric difference-product." We thoroughly examined its algebraic characteristics and provided an example of many types of soft subsets and equalities. We obtain that the set of all soft sets together with soft symmetric difference-product is a commutative, not idempotent monoid in the sense of L-soft equality. By This technique enables a wide range of applications, such as novel soft set-based cryptography algorithms and novel approaches to decision-making. To improve the soft set literature both conceptually and practically, future research may propose additional soft product

operations and explore fundamental properties related to various soft equal relations.

References

- Abbas, M., Ali, B., & Romaguera, S. (2014). On generalized soft equality and soft lattice structure. *Filomat*, 28(6), 1191–1203. <https://doi.org/10.2298/FIL1406191A>
- Abbas, M., Ali, M. I., & Romaguera, S. (2017). Generalized operations in soft set theory via relaxed conditions on parameters. *Filomat*, 31(19), 5955–5964. <https://doi.org/10.2298/FIL1719955A>
- Aktas, H., & Çağman, N. (2007). Soft sets and soft groups. *Information Sciences*, 177(13), 2726–2735. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2006.12.008>
- Alcantud, J. C. R., Khameneh, A. Z., Santos-García, G., & Akram, M. (2024). A systematic literature review of soft set theory. *Neural Computing and Applications*, 36, 8951–8975. <https://doi.org/10.1007/s00521-024-09552-x>
- Ali, M. I., Feng, F., Liu, X., Min, W. K., & Shabir, M. (2009). On some new operations in soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 57(9), 1547–1553. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.11.009>
- Ali, M. I., Mahmood, M., Rehman, M. U., & Aslam, M. F. (2015). On lattice ordered soft sets. *Applied Soft Computing*, 36, 499–505. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.05.052>
- Ali, B., Saleem, N., Sundus, N., Khaleeq, S., Saeed, M., & George, R. (2022). A contribution to the theory of soft sets via generalized relaxed operations. *Mathematics*, 10(15), 26–36. <https://doi.org/10.3390/math10152636>
- Ali, M. I., Shabir, M., & Naz, M. (2011). Algebraic structures of soft sets associated with new operations. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(9), 2647–2654. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.03.011>
- Al-shami, T. M. (2019). Investigation and corrigendum to some results related to g-soft equality and gf-soft equality relations. *Filomat*, 33(11), 3375–3383. <https://doi.org/10.2298/FIL1911375A>
- Al-shami, T. M., & El-Shafei, M. (2020). T-soft equality relation. *Turkish Journal of Mathematics*, 44(4), 1427–1441. <https://doi.org/10.3906/mat-2005-117>
- Atagün, A. O., Kamacı, H., Taştekin, İ., & Sezgin, A. (2019). P-properties in near-rings. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 51(2), 152–167. <https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2019.51.2.5>
- Atagün, A. O., & Sezer, A. S. (2015). Soft sets, soft semimodules and soft substructures of semimodules. *Mathematical Sciences Letters*, 4(3), 235–242. <http://dx.doi.org/10.12785/msl/040303>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2015). Soft subnear-rings, soft ideals and soft N-subgroups of near-rings. *Mathematical Sciences Letters*, 7(1), 37–42. DOI: 10.18576/msl/070106
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2017). Int-soft substructures of groups and semirings with applications. *Applied Mathematics & Information Sciences*, 11(1), 105–113. <http://dx.doi.org/10.18576/amis/110113>
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2018). A new view to near-ring theory: Soft near-rings. *South East Asian Journal of Mathematics & Mathematical Sciences*, 14(3), 1–14.
- Atagün, A. O., & Sezgin, A. (2022). More on prime, maximal and principal soft ideals of soft rings. *New Mathematics and Natural Computation*, 18(1), 195–207. <https://doi.org/10.1142/S1793005722500119>
- Çağman, N., & Enginoğlu, S. (2010). Soft set theory and uni-int decision making. *European Journal of Operational Research*, 207(2), 848–855. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.05.004>
- Eren, Ö. F., & Çalışıcı, H. (2019). On some operations of soft sets. In *The Fourth International Conference on*

- Feng, F., & Li, Y. (2013). Soft subsets and soft product operations. *Information Sciences*, 232(20), 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.01.001>
- Feng, F., Li, Y. M., Davvaz, B., & Ali, M. I. (2010). Soft sets combined with fuzzy sets and rough sets: A tentative approach. *Soft Computing*, 14, 899–911. <https://doi.org/10.1007/s00500-009-0465-6>
- Fu, L. (2011). Notes on soft set operations. *ARP Journal of Systems and Software*, 1, 205–208.
- Ge, X., & Yang, S. (2011). Investigations on some operations of soft sets. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 75, 1113–1116.
- Gulistan, M., & Shahzad, M. (2014). On soft KU-algebras. *Journal of Algebra, Number Theory: Advances and Applications*, 11(1), 1–20.
- Gulistan, M., Feng, F., Khan, M., & Sezgin, A. (2018). Characterizations of right weakly regular semigroups in terms of generalized cubic soft sets. *Mathematics*, 6, 293. <https://doi.org/10.3390/math6120293>
- Jana, C., Pal, M., Karaaslan, F., & Sezgin, A. (2019). (α, β) -soft intersectional rings and ideals with their applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 15(2), 333–350. DOI: 10.1142/S179300571950018
- Jiang, Y., Tang, Y., Chen, Q., Wang, J., & Tang, S. (2010). Extending soft sets with description logics. *Computers and Mathematics with Applications*, 59(6), 2087–2096. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2009.12.014>
- Jun, Y. B., & Yang, X. (2011). A note on the paper combination of interval-valued fuzzy set and soft set. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(5), 1468–1470. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2010.12.077>
- Karaaslan, F. (2019). Some properties of AG*-groupoids and AG-bands under SI-product operation. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 36(1), 231–239. <https://doi.org/10.3233/JIFS-181208>
- Kaygisiz, K. (2012). On soft int-groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 4(2), 363–375.
- Khan, M., Ilyas, F., Gulistan, M., & Anis, S. (2015). A study of soft AG-groupoids. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(4), 621–638.
- Khan, A., Izhar, I., & Sezgin, A. (2017). Characterizations of Abel Grassmann's groupoids by the properties of their double-framed soft ideals. *International Journal of Analysis and Applications*, 15(1), 62–74. <https://hdl.handle.net/20.500.12450/1095>
- Liu, X., Feng, F., & Jun, Y. B. (2012). A note on generalized soft equal relations. *Computers and Mathematics with Applications*, 64(4), 572–578. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.12.052>
- Maji, P. K., Biswas, R., & Roy, A. R. (2003). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 45(1), 555–562. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(02\)00216-X](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(02)00216-X)
- Mahmood, T., Waqas, A., & Rana, M. A. (2015). Soft intersectional ideals in ternary semiring. *Science International*, 27(5), 3929–3934.
- Mahmood, T., Rehman, Z. U., & Sezgin, A. (2018). Lattice ordered soft near rings. *Korean Journal of Mathematics*, 26(3), 503–517.
- Manikantan, T., Ramasany, P., & Sezgin, A. (2023). Soft quasi-ideals of soft near-rings. *Sigma Journal of Engineering and Natural Science*, 41(3), 565–574. DOI: 10.14744/sigma.2023.00062
- Memiş, S. (2022). Another view on picture fuzzy soft sets and their product operations with soft decision-making. *Journal of New Theory*, 38, 1–13. <https://doi.org/10.53570/jnt.1037280>

- Molodtsov, D. (1999). Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 37(1), 19–31. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(99\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(99)00056-5)
- Muştuoğlu, E., Sezgin, A., & Türk, Z. K. (2016). Some characterizations on soft uni-groups and normal soft uni-groups. *International Journal of Computer Applications*, 155(10), 1–8. 10.5120/ijca2016912412
- Neog, I. J., & Sut, D. K. (2011). A new approach to the theory of softset. *International Journal of Computer Applications*, 32(2), 1–6. DOI=10.5120/3874-5415
- Onyeozili, I. A., & Gwary, T. M. (2014). A study of the fundamentals of soft set theory. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(4), 132–143.
- Özlü, Ş., & Sezgin, A. (2020). Soft covered ideals in semigroups. *Acta Universitatis Sapientiae Mathematica*, 12(2), 317–346.
- Pei, D., & Miao, D. (2005). From soft sets to information systems. In X. Hu, Q. Liu, A. Skowron, T. Y. Lin, R. R. Yager, & B. Zhang (Eds.), *Proceedings of Granular Computing* (Vol. 2, pp. 617–621). IEEE. DOI: 10.1109/GRC.2005.1547365
- Riaz, M., Hashmi, M. R., Karaaslan, F., Sezgin, A., Shamiri, M. M. A. A., & Khalaf, M. M. (2023). Emerging trends in social networking systems and generation gap with neutrosophic crisp soft mapping. *CMES-Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 136(2), 1759–1783. <https://doi.org/10.32604/cmes.2023.023327>
- Qin, K., & Hong, Z. (2010). On soft equality. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 234(5), 1347–1355. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2010.02.028>
- Sen, J. (2014). On algebraic structure of soft sets. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 7(6), 1013–1020.
- Sezer, A. S. (2012). A new view to ring theory via soft union rings, ideals and bi-ideals. *Knowledge-Based Systems*, 36, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.04.031>
- Sezer, A. S. (2014a). A new approach to LA-semigroup theory via the soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(5), 2483-2495.
- Sezer, A. S. (2014b). Certain characterizations of LA-semigroups by soft sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(2), 1035-1046.
- Sezer, A. S., & Atagün, A. O. (2016). A new kind of vector space: Soft vector space. *Southeast Asian Bulletin of Mathematics*, 40(5), 753–770.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2017). N-group SI-action and its applications to N-group theory. *Fasciculi Mathematici*, 52, 139–153.
- Sezer, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2013). A new view to N-group theory: Soft N-groups. *Fasciculi Mathematici*, 51, 123–140.
- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2014). Soft intersection interior ideals, quasi-ideals and generalized bi-ideals; A new approach to semigroup theory II. *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, 23(1–2), 161–207.
- Sezer, A. S., Çağman, N., Atagün, A. O., Ali, M. I., & Türkmen, E. (2015a). Soft intersection semigroups, ideals and bi-Ideals; A new application on semigroup theory I. *Filomat*, 29(5), 917–946. <https://dx.doi.org/10.2298/FIL1505917S>
- Sezer, A. S., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2015b). Uni-soft substructures of groups. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 9(2), 235-246.

- Sezgin, A. (2016). A new approach to semigroup theory I: Soft union semigroups, ideals and bi-ideals. *Algebra Letters*, 3, 1–46.
- Sezgin, A. (2018). A new view on AG-groupoid theory via soft sets for uncertainty modeling. *Filomat*, 32(8), 2995–3030. DOI: 10.2298/FIL1808995S
- Sezgin, A., Atagün, A. O., & Çağman, N. (2025a). A complete study on and-product of soft sets. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 43(1), 1–14. DOI: 10.14744/sigma.2025.00002
- Sezgin, A., Atagün, A. O., Çağman, N., & Demir, H. (2022). On near-rings with soft union ideals and applications. *New Mathematics and Natural Computation*, 18(2), 495–511.
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise gamma operation. *Matrix Science Mathematic*, 7(1), 27–45. <http://doi.org/10.26480/msmk.01.2023.27.45>
- Sezgin, A., & Aybek, F. N. (2024). New restricted and extended soft set operations: restricted gamma and extended gamma operations, *Big Data and Computing Vision*, 4(4), 272–306. <https://doi.org/10.22105/bdcv.2024.478983.1199>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Atagün, A. O. (2023a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise intersection operation. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 6(4), 330–346. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1319873>
- Sezgin, A., Aybek, F., & Güngör, N. B. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise union operation. *Acta Informatica Malaysia*, 7(1), 38–53.
- Sezgin, A., & Çağman, N. (2024). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise difference operation. *Osmaniye Korkut Ata University Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 1–37. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1308379>
- Sezgin, A., & Çağman, N. (2025). An extensive study on restricted and extended symmetric difference operations of soft sets. *Utilitas Mathematica*, in press.
- Sezgin, A., Çağman, N., & Atagün, A. O. (2017). A completely new view to soft intersection rings via soft uni-int product. *Applied Soft Computing*, 54, 366–392. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.10.004>
- Sezgin, A., Çağman, N., Atagün, A. O., & Aybek, F. (2023c). Complemental binary operations of sets and their application to group theory. *Matrix Science Mathematic*, 7(2), 99–106. <http://doi.org/10.26480/msmk.02.2023.114.121>
- Sezgin, A., Çağman, N., & Çıtak, F. (2019a). α -inclusions applied to group theory via soft set and logic. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics*, 68(1), 334–352. <https://doi.org/10.31801/cfsuasmas.420457>
- Sezgin, A., & Çalışıcı, H. (2024). A comprehensive study on soft binary piecewise difference operation. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 12(1), 1–23. DOI:10.20290/estubtdb.1356881
- Sezgin, A., & Dagtoros, K. (2023). Complementary soft binary piecewise symmetric difference operation: A novel soft set operation. *Scientific Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 6(2), 31–45.
- Sezgin, A., & Demirci, A. M. (2023). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise star operation. *Ikonion Journal of Mathematics*, 5(2), 24–52. <https://doi.org/10.54286/ikjm.1304566>,
- Sezgin, A., Durak, İ., & Ay, Z. (2025b). Some new classifications of soft subsets and soft equalities with soft

symmetric difference-difference product of groups. *Amesia*, 6(1), 16–32.
<https://doi.org/10.54559/amesia.1730014>

- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost subsemigroups of semigroups. *International Journal of Mathematics and Physics*, 15(1), 13–20. <https://doi.org/10.26577/ijmph.2024v15i1a2>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024b). Soft intersection almost ideals of semigroups. *Journal of Innovative Engineering and Natural Science*, 4(2), 466–481. <https://doi.org/10.61112/jiens.1464344>
- Sezgin, A., & İlgin, A. (2024c). Soft intersection almost bi-quasi ideals of semigroups, *Soft Computing Fusion with Applications*, 1(1), pp. 28–43
<https://doi.org/10.22105/scfa.v1i1.26>
- Sezgin, A., İlgin, A. & Atagün, A. O. (2024c). Soft intersection almost tri-bi-ideals of semigroups, *Science & Technology Asia*, 29(4), 1–13. doi: 10.14456/scitechasia.2024.66
- Sezgin, A., & Onur, B. (2024). Soft intersection almost bi-ideals of semigroups. *Systemic Analytics*, 2(1), 95–105.
- Sezgin, A., Onur, B., & İlgin, A. (2024a). Soft intersection almost tri-ideals of semigroups. *SciNexuses*, 1, 126–138.
- Sezgin, A., & Orbay, M. (2022). Analysis of semigroups with soft intersection ideals. *Acta Universitatis Sapientiae, Mathematica*, 14(2), 166–210. <https://doi.org/10.2478/ausm-2022-0012>
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024a). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise theta operation. *Journal of Kadirli Faculty of Applied Sciences*, 4(2), 325–357.
- Sezgin, A., & Sarıalioğlu, M. (2024b). Complementary extended gamma operation: A new soft set operation. *Natural and Applied Sciences Journal*, 7(1), 15–44. <https://doi.org/10.38061/idunas.1482044>
- Sezgin, A., Shahzad, A., & Mehmood, A. (2019b). A new operation on soft sets: Extended difference of soft sets. *Journal of New Theory*, 27, 33–42.
- Sezgin, A., & Şenyiğit, E. (2025). A new product for soft sets with its decision-making: Soft star-product. *Big Data and Computing Visions*, 5(1), 52–73. <https://doi.org/10.22105/bdcv.2024.492834.1221>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023a). A new soft set operation: Soft binary piecewise symmetric difference operation. *Necmettin Erbakan University Journal of Science and Engineering*, 5(2), 150–168. DOI: 10.47112/neufmbd.2023.18
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2023b). A new soft set operation: Complementary soft binary piecewise lambda operation. *Sinop University Journal of Natural Sciences*, 8(2), 101–133. <https://doi.org/10.33484/sinopfbd.1320420>
- Sezgin, A., & Yavuz, E. (2024). Soft binary piecewise plus operation: A new type of operation for soft sets. *Uncertainty Discourse and Applications*, 1(1), 79–100. <https://doi.org/10.48313/uda.v1i1.26>
- Sezgin, A., Yavuz, E., & Özlü, Ş. (2024b). Insight into soft binary piecewise lambda operation: A new operation for soft sets. *Journal of Umm al-Qura University for Applied Sciences*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s43994-024-00187-1>
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012a). Notes on soft matrices operations. *ARPJ Journal of Science and Technology*, 2(9), 861–869.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012b). On some new properties on soft set operations. *International Journal of Computer Applications*, 59(4), 39–44.
- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012c). Some results on distributive and absorption properties on soft operations. *IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM)*, 4(2), 18–30.

- Singh, D., & Onyeozili, I. A. (2012d). Some conceptual misunderstanding of the fundamentals of soft set theory. *ARPJN Journal of Systems and Software*, 2(9), 251–254.
- Stojanovic, N. S. (2021). A new operation on soft sets: Extended symmetric difference of soft sets. *Military Technical Courier*, 69(4), 779–791. <https://doi.org/10.5937/vojtehg69-33655>
- Tunçay, M., & Sezgin, A. (2016). Soft union ring and its applications to ring theory. *International Journal of Computer Applications*, 151(9), 7–13. 10.5120/ijca2016911867
- Ullah, A., Karaaslan, F., & Ahmad, I. (2018). Soft uni-abel-Grassmann's groups. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 11(2), 517–536.
- Yang, C. F. (2008). A note on: Soft set theory. *Computers and Mathematics with Applications*, 56(7), 1899–1900. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.03.019>
- Zhu, P., & Wen, Q. (2013). Operations on soft sets revisited. *Journal of Applied Mathematics*, 2013, Article ID 105752, 7 pages. <https://doi.org/10.1155/2013/105752>

Evaluation of Guidance and Psychological Counseling Services in Secondary Schools from the Perspectives of School Principals

Mehmet Dağ¹ , Asım Çoban² 

¹ Ministry of Education, Adıyaman, Türkiye, mehdag@msn.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, asim.coban@amasya.edu.tr

ABSTRACT

This study aims to examine the views of school principals working in upper-secondary institutions regarding the guidance and psychological counseling services provided in their schools. Conducted through a qualitative research approach, the study group consisted of ten principals employed in schools with an active psychological counseling unit during the first semester of the 2024–2025 academic year. Data were collected using a semi-structured interview form developed by the researchers and analyzed through descriptive analysis. The findings indicate that guidance practices are implemented based on framework plans, student referrals, observations, and test results. Vocational guidance services are supported through informational activities, visits to higher education institutions, and professional presentations. Psychological counseling efforts primarily focus on students at risk, emphasizing confidentiality and referrals when needed. Orientation services aim to support the adjustment of newly enrolled students. Additionally, guidance activities provide academic, social, emotional, and communicative benefits to students, parents, and teachers, highlighting their multifaceted role.

Keywords: Guidance and psychological counseling, Secondary education, School principals

Ortaöğretimde Görevli Okul Müdürlerinin Okullarındaki Rehberlik ve Psikolojik Danışma Hizmetlerinin Değerlendirilmesi

Mehmet Dağ¹ , Asım Çoban² 

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, Adıyaman, Türkiye, mehdag@msn.com

² Eğitim Fakültesi, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, asim.coban@amasya.edu.tr

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, ortaöğretim kurumlarında görev yapan okul müdürlerinin okullarındaki rehberlik ve psikolojik danışma hizmetlerine yönelik görüşlerini incelemektir. Nitel araştırma yaklaşımıyla yürütülen çalışmanın çalışma grubunu, 2024–2025 eğitim öğretim yılı birinci döneminde rehberlik servisinde psikolojik danışman bulunan on okul müdürü oluşturmaktadır. Veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmış ve betimsel analiz tekniğiyle çözümlenmiştir. Bulgular, rehberlik çalışmalarının çerçeve planlar, öğrenci yönlendirmeleri, gözlem ve test sonuçları doğrultusunda yürütüldüğünü göstermektedir. Mesleki yönlendirme hizmetlerinin bilgilendirme etkinlikleri, üst öğrenim kurumlarına yapılan ziyaretler ve meslek tanıtımlarıyla desteklendiği belirlenmiştir. Psikolojik danışma çalışmalarının risk grubundaki öğrencilere odaklandığı, gizlilik ilkesine önem verildiği ve ihtiyaç hâlinde ilgili kurumlara yönlendirme yapıldığı görülmüştür. Oryantasyon hizmetlerinin yeni gelen öğrencilerin uyumunu desteklemeyi amaçladığı; öğrenci, veli ve öğretmenlere yönelik rehberlik çalışmalarının akademik, sosyal, duygusal ve iletişimsel katkılar sunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rehberlik ve psikolojik danışma, Ortaöğretim, Okul müdürü

1. Giriş

Rehberlik ve psikolojik danışma hizmetleri, eğitim sisteminin bütüncül gelişim yaklaşımının temel bir boyutunu oluşturmaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB, 2020) rehberlik hizmetlerini; bireyin kendini tanımasını, sahip olduğu eğitsel ve mesleki fırsatları değerlendirmesini, yaşam görevlerini yerine getirmesini ve sosyal-duygusal uyumunu destekleyen bir süreç olarak tanımlamaktadır. Bu hizmetlerin etkili biçimde yürütülmesinde, okullarda görev yapan psikolojik danışmanlar yalnızca öğrencilerle değil; öğretmenler, yöneticiler, veliler ve çeşitli dış paydaşlarla çok yönlü bir etkileşim hâlinde çalışmaktadır (Camadan & Sezgin, 2012). Söz konusu etkileşimin niteliği, okul ekosistemindeki iş birliği kültürünün gelişmesi ve hizmetlerin bütüncül bir anlayışla yürütülmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Nitekim ekip çalışmasının güçlendirilmesi, psikolojik danışma ve rehberlik uygulamalarının etkililiğini artırmakta, öğrencilerin ihtiyaçlarına yönelik müdahalelerin daha sistematik biçimde planlanmasını sağlamaktadır (Karataş & Polat, 2013).

Okullar, öğretim, yönetim ve öğrenci kişilik hizmetlerinin bütünleşik olarak yürütüldüğü, çağdaş eğitimin temel kurumlarıdır (Işıkgöz, 2017). Bu kurumlarda yöneticiler, hem eğitim-öğretim faaliyetlerinin koordinasyonundan hem de öğrencilerin sosyal-duygusal gelişim süreçlerinin desteklenmesinden sorumludur. Yönetimsel bilgi, liderlik kapasitesi ve iletişim becerileri; okul yöneticilerinin rehberlik hizmetlerine bakış açısını ve bu hizmetlerin okuldaki işleyişini doğrudan etkilemektedir (Çilekar, 2014). Bu nedenle, rehberlik ve psikolojik danışma hizmetlerinin etkili biçimde uygulanabilmesi için okul yöneticilerinin ilgili süreçlere ilişkin bilgi, farkındalık ve algılarının anlaşılması gerekmektedir.

Alan yazın incelendiğinde, okul yöneticilerinin rehberlik hizmetlerine ilişkin görüşlerini ele alan sınırlı sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir. Konu ile ilgili ulusal yazında Özabacı, Sakarya ve Doğan (2008), Camadan ve Sezgin (2012), Karataş ve Polat (2013), Karataş ve Baltacı (2013), Akbaba ve Batikan (2016), Azimli ve Akacan (2017), Erdemir ve Kış (2017), Işıkgöz (2017) ve Bayraktar (2020) gibi araştırmalar yer almakla birlikte, bu çalışmaların yalnızca ikisinin doğrudan ortaöğretim kademesindeki okul müdürlerinin görüşlerine odaklandığı belirlenmiştir (Karataş & Baltacı, 2013; Azimli & Akacan, 2017). Bu durum, konunun özellikle ortaöğretim kurumları bağlamında daha derinlemesine araştırılmasının önemli bir ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Bu araştırma bu bağlamda, ortaöğretim kurumlarında görev yapan okul müdürlerinin okullarında yürütülen rehberlik ve psikolojik danışma hizmetlerine ilişkin görüşlerini bütüncül bir bakış açısıyla ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Kurumunuzdaki öğrenci danışma hizmetlerinin nasıl yürütüldüğünü açıklar mısınız?
2. Kurumunuzda öğrencilere yönelik mesleki yönlendirme faaliyetlerinin nasıl yürütüldüğünü ifade eder misiniz?
3. Kurumunuzdaki psikolojik danışma çalışmalarını değerlendirir misiniz?
4. Kurumunuzdaki oryantasyon hizmetlerinin nasıl yürütüldüğünü değerlendirir misiniz?
5. Okulunuzda yürütülen psikolojik danışma ve rehberlik hizmetlerinin öğrencilere, velilere ve öğretmenlere sağladığı yararlarla ilişkin görüşleriniz nelerdir?
6. Kurumunuzda dezavantajlı öğrencilere yönelik yürütülen faaliyetleri değerlendirir misiniz?

Bu sorular doğrultusunda çalışma, ortaöğretim düzeyinde rehberlik hizmetlerinin mevcut durumunu, güçlü yönlerini ve ihtiyaç duyulan gelişim alanlarını okul yöneticilerinin perspektifinden ortaya koyarak alan yazına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Deseni

Bu araştırma, ortaöğretim kurumlarında görev yapan okul müdürlerinin rehberlik ve psikolojik danışma hizmetlerine ilişkin görüşlerini derinlemesine incelemeyi amaçladığından nitel araştırma yaklaşımı ile yürütülmüştür. Çalışmada nitel araştırmanın en yaygın veri toplama yöntemlerinden biri olan görüşme tekniği kullanılmıştır. Yıldırım ve Şimşek'e (2013) göre görüşme, bireylerin deneyimlerini, algılarını ve bakış açılarını anlamada güçlü bir araç olup özellikle karmaşık sosyal süreçlerin yorumlanmasında etkilidir. Çepni (2012) belirttiği gibi görüşme, araştırmacının katılımcıların anlam dünyasına doğrudan erişmesine olanak tanıdığı için nitel çalışmaların temel veri kaynaklarından biridir. Bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme tercih edilmiş; böylece hem belirli temalar doğrultusunda veri toplanması sağlanmış hem de katılımcıların kendi deneyimlerini ayrıntılı biçimde ifade edebilmelerine imkân tanınmıştır (Fraenkel ve Wallen, 2006).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024–2025 eğitim öğretim yılı birinci döneminde rehberlik servisinde en az bir psikolojik danışmanın görev yaptığı ortaöğretim kurumlarında çalışan 10 okul müdürü oluşturmaktadır. Katılımcıların tamamı erkektir. Çalışma grubu, nitel araştırmalarda sıklıkla kullanılan olasılığa dayalı olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme ile belirlenmiştir. Uygun örnekleme; zaman, erişilebilirlik, kurum izinleri ve araştırmanın yürütülebilirliği gibi faktörlere bağlı olarak araştırmacının ulaşabildiği katılımcılardan oluşan örneklem biçimidir (Canbazoglu Bilici, 2019). Bu yaklaşım, özellikle belirli bir mesleki gruba erişimin sınırlı olduğu durumlarda nitel veri toplama sürecini kolaylaştırmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü kurumların tamamında aktif bir rehberlik servisi bulunması, katılımcıların araştırma amacına uygun biçimde seçildiğini göstermektedir.

2.3. Veri Toplama Aracı

Veriler, araştırmacı tarafından alan yazın doğrultusunda geliştirilen altı maddelik yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Görüşme soruları rehberlik hizmetlerinin temel boyutlarını kapsayacak şekilde yapılandırılmıştır:

1. Öğrenci danışma hizmetlerinin yürütülme biçimi
2. Mesleki yönlendirme faaliyetlerinin uygulanışı
3. Psikolojik danışma çalışmalarının değerlendirilmesi
4. Oryantasyon hizmetlerinin işleyişi
5. Rehberlik ve psikolojik danışma hizmetlerinin öğrenci–veli–öğretmen boyutundaki yararları
6. Dezavantajlı öğrencilere yönelik yürütülen faaliyetler

Görüşme formu hazırlanırken soruların açıklığı, kapsam geçerliliği ve nitel araştırma ilkelerine uygunluğu açısından uzman görüşü alınmış; gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra formun nihai hâli oluşturulmuştur.

2.4. Verilerin Toplanması

Veriler, gönüllülük esasına göre katılım sağlayan okul müdürleriyle yapılan bireysel görüşmeler yoluyla elde edilmiştir. Görüşmeler katılımcıların tercih ettiği ortamlarda gerçekleştirilmiş, gizlilik ilkesi gözetilerek kayıt altına alınmıştır. Görüşme süresi katılımcıya göre değişmekle birlikte ortalama 20–30 dakika arasında sürmüştür.

2.5. Verilerin Analizi

Toplanan veriler betimsel analiz tekniğiyle çözümlenmiştir. Betimsel analiz, elde edilen verilerin önceden belirlenen temalar doğrultusunda düzenlenmesi, açık ve sistematik bir biçimde sunulması ve bu bulgular üzerinden yorumlara ulaşılması sürecidir (Yıldırım & Şimşek, 2013). Analiz sürecinde:

1. Görüşme kayıtları yazılı metne dönüştürülmüş,
2. Araştırma soruları doğrultusunda tematik çerçeve oluşturulmuş,
3. Katılımcı görüşleri bu temalara göre sınıflandırılmış,
4. Bulgular açıklayıcı özetlerle desteklenmiş,
5. Temaları yansıtan ifadeler "Tematik dağılım" başlığı altında tablolastırılmıştır.

Analizlerin güvenilirliğini artırmak amacıyla veriler, biri araştırmacı, ikisi alanında uzman rehber öğretmen olmak üzere üç kişi tarafından bağımsız biçimde incelenmiştir. Kodlayıcılar arası uyumun sağlanması için karşılaştırmalar yapılmış, anlam birliğine ulaşılamayan noktalarda ortak karar verilmiştir.

3. Bulgular

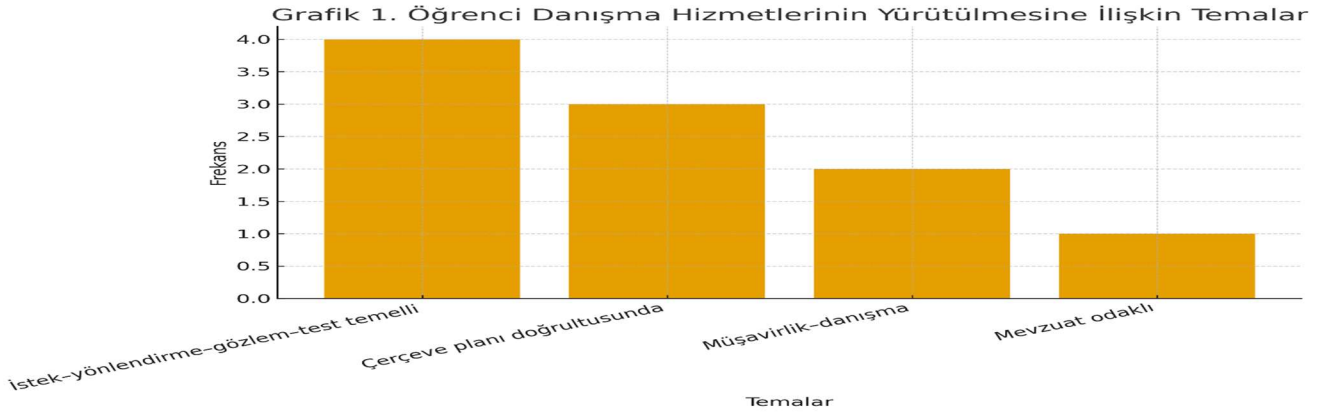
Bu bölümde, araştırma kapsamında ortaöğretim kurumlarında görev yapan okul müdürleriyle gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen bulgular, alt problemler doğrultusunda tematik bir yapı içinde sunulmuştur. Bulgular hem tablolar hem de temayı destekleyen grafiksel gösterimlerle birlikte yorumlanmıştır.

3.1. Alt Problem: Öğrenci Danışma Hizmetlerinin Yürütülme Biçimi

Bu alt problem kapsamında, okul müdürlerinin öğrenci danışma hizmetlerinin okullarında nasıl yürütüldüğüne ilişkin görüşleri analiz edilmiştir. Veriler betimsel analiz yaklaşımıyla çözümlenmiş ve temalar oluşturularak sınıflandırılmıştır. Bulgular Tablo 1 ve Grafik 1’ de sunulmuştur.

Tablo 1. Öğrenci danışma hizmetlerinin yürütülmesine ilişkin tematik dağılım

Tema / Kategori	Açıklama	Okul Kodları	f
Çerçeve planı ve hedefler doğrultusunda yürütme	Yıllık rehberlik planı, çerçeve planlar, genel–yerel–özel hedeflere dayalı çalışmalar	O1, O7, O8	3
İstek–yönlendirme–gözlem–test temelli yürütme	Öğrenci başvurusu, veli–öğretmen-idare yönlendirmesi, anket–test sonuçları, bireysel ihtiyaç temelli yaklaşım	O2, O3, O6, O10	4
Müşavirlik ve danışma hizmetleri ağırlıklı yürütme	Rehber öğretmenlerin velilere ve öğretmenlere danışmanlık sağlaması	O5, O9	2
Mevzuat odaklı yürütme	MEB rehberlik mevzuatı doğrultusunda gelişimsel ve önleyici rehberlik anlayışı	O4	1
Toplam			10



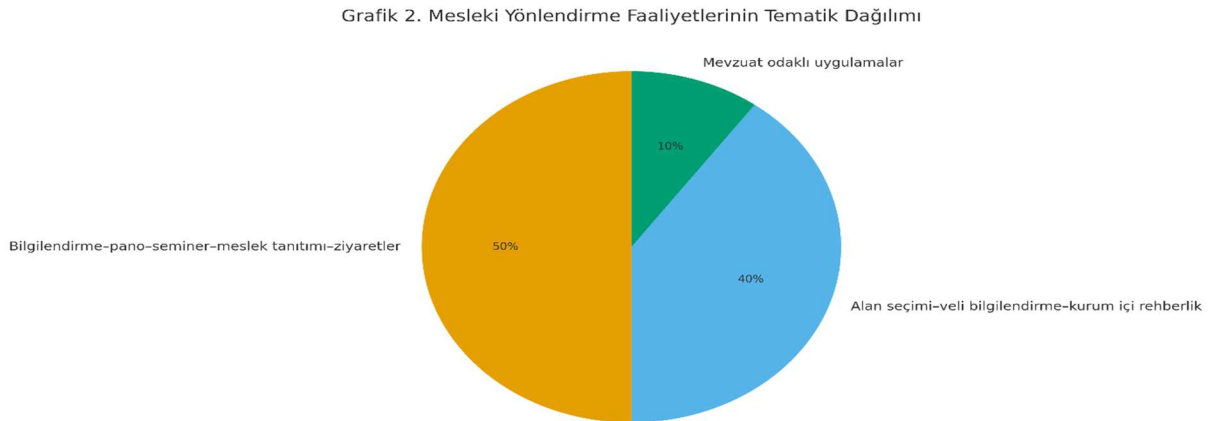
Genel olarak, ortaöğretim kurumlarında öğrenci danışma hizmetlerinin en yaygın biçimde ihtiyaç ve yönlendirme temelli yürütüldüğü; ayrıca önemli bir kısmının sistematik çerçeve planlara dayandığı görülmektedir. Rehberlik servislerinin müşavirlik rolü ise iki okulda belirginleşmektedir. Bu sonuçlar, rehberlik hizmetlerinin çok boyutlu ve esnek bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

3.2. Alt Problem: Mesleki Yönlendirme Faaliyetlerinin Yürütülme Biçimi

Bu alt problem kapsamında okul müdürlerinin okullarındaki mesleki yönlendirme faaliyetlerinin nasıl yürütüldüğüne ilişkin görüşleri analiz edilmiştir. Elde edilen yanıtlar doğrultusunda temalar oluşturulmuş ve bulgular Tablo 2 ve Grafik 2’ de sunulmuştur.

Tablo 2. Mesleki yönlendirme faaliyetlerinin yürütülmesine ilişkin tematik dağılım

Tema / Kategori	Açıklama	Okul Kodları	f
Bilgilendirme, pano, seminer, meslek tanıtımı ve üst öğrenim kurum/işyeri ziyaretleri	Okul içi bilgilendirme, seminer, pano çalışması; meslek grubu daveti; mezun buluşmaları; üniversite ve işyeri gezileri	O1, O2, O3, O5, O6	5
Alan seçimi, veli bilgilendirme ve kurum içi rehberlik etkinlikleri	10. sınıf alan seçimi, veli toplantıları, YKS bilgilendirmeleri, burs ve KYK tanıtımları, talep eden öğrencilere rehberlik	O7, O8, O9, O10	4
Mevzuat odaklı mesleki rehberlik	MEB’in mesleki rehberlik ilkeleri doğrultusunda bilgilendirme ve yönlendirme	O4	1
Toplam			10



Genel olarak, mesleki yönlendirme faaliyetlerinin ortaöğretim kurumlarında büyük oranda uygulamalı, sahaya dayalı ve tanıtım odaklı etkinliklerle yürütüldüğü; ikinci olarak ise öğrencilerin akademik yönelimlerini şekillendiren alan

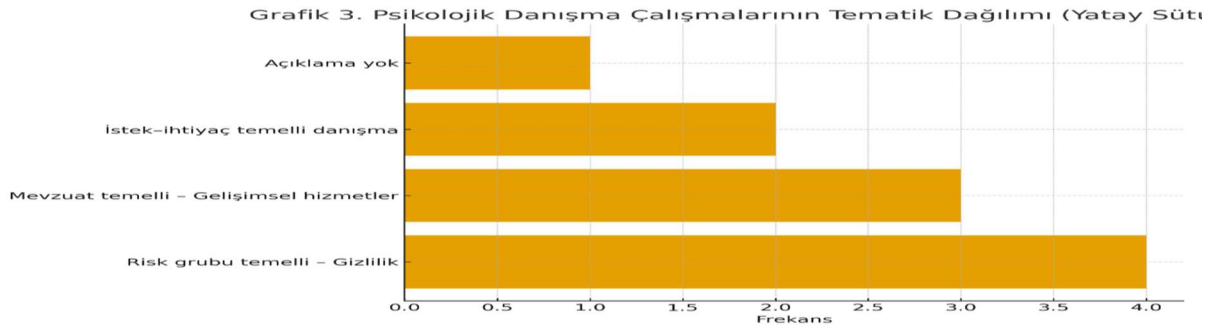
seçimi ve sınav süreci odaklı rehberlik faaliyetlerinin sürdürüldüğü görülmektedir. Mevzuat temelli yönlendirme yaklaşımı ise sınırlı sayıda kurumda uygulanmaktadır. Bu bulgular, mesleki yönlendirme süreçlerinin okullar arasında farklılık göstermekle birlikte temelde üç eksen üzerinde toplandığını ortaya koymaktadır; Deneyimsel mesleki tanıtım, Eğitsel karar verme rehberliği, Mevzuat odaklı yönlendirme.

3.3. Alt Problem: Psikolojik Danışma Çalışmalarının Yürütülme Biçimi

Bu alt problem kapsamında, okul müdürlerinin okullarındaki psikolojik danışma çalışmalarına ilişkin değerlendirmeleri betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Elde edilen yanıtlar doğrultusunda psikolojik danışma hizmetleri üç ana tema altında toplanmıştır. Bulgular Tablo 3 ve Grafik 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Psikolojik danışma çalışmalarına ilişkin tematik dağılım

Tema / Kategori	Açıklama	Okul Kodları	f
Risk grubu temelli ve gizlilik ilkesi odaklı psikolojik danışma	Risk grubundaki öğrencilerle çalışma, gizlilik ilkesine bağlılık, gerekli durumlarda diğer kurumlara yönlendirme	O1, O7, O8, O9	4
Öğrenci isteği ve ihtiyaç temelli psikolojik danışma	Öğrencilerin başvuru esaslı, ihtiyaç duydukları zaman ulaşabildikleri bireysel danışma hizmetleri	O3, O10	2
Mevzuat temelli ve gelişimsel psikolojik danışma uygulamaları	Bireysel ve grupta danışma, aile eğitimi, yöneltme–yerleştirme, tanıma hizmetleri	O2, O4, O6	3
Açıklama yok	İdareci tarafından bilgi verilmemiştir	O5	1
Toplam			10



Genel olarak, psikolojik danışma çalışmalarının ortaöğretim kurumlarında üç temel eksen üzerinde yürütüldüğü görülmektedir:

1. Risk grubuna yönelik, gizlilik odaklı ve yönlendirmeyi içeren çalışmalar
2. Öğrencinin isteği ve bireysel ihtiyacına göre şekillenen psikolojik danışma hizmetleri
3. Mevzuat temelli, gelişimsel ve bütüncül danışma uygulamaları

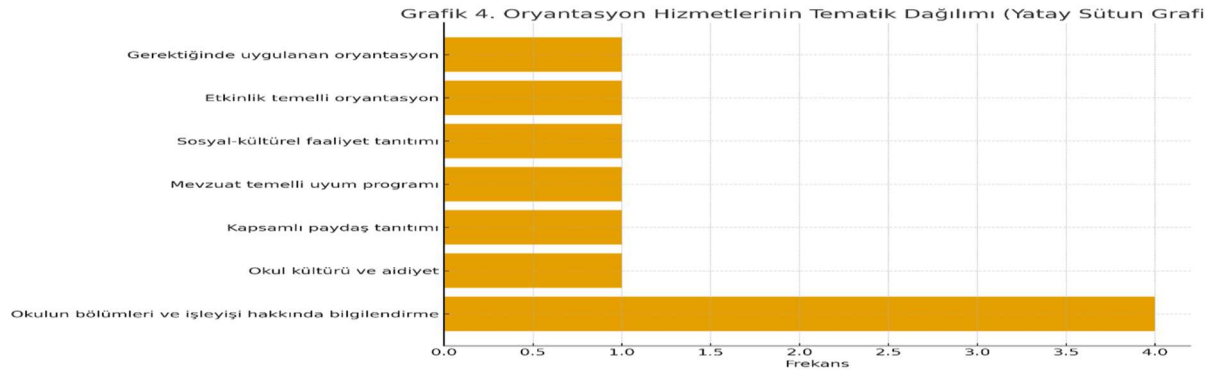
Bu sonuçlar, okulların danışma hizmetlerinde hem koruyucu–önleyici hem de gelişimsel rehberlik yaklaşımını farklı düzeylerde uyguladığını ortaya koymaktadır.

3.4. Alt Problem: Oryantasyon Hizmetlerinin Yürütülme Biçimi

Bu alt problem kapsamında okul müdürlerinin okullarında yürütülen oryantasyon hizmetlerine yönelik görüşleri betimsel analiz yaklaşımıyla incelenmiştir. Yanıtlardan elde edilen temalar Tablo 4 ve Grafik 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Oryantasyon hizmetlerinin yürütülmesine ilişkin tematik dağılım

Tema / Kategori	Açıklama	Okul Kodları	f
Okulun bölümleri, kuralları ve genel işleyişine yönelik bilgilendirme	Okulun fiziki yapısı, kurallar, işleyiş, sınıf geçme–devamsızlık süreçleri, yakın çevre tanıtımı	O3, O6, O7, O8	4
Okul kültürü, aidiyet ve personel–öğrenci uyumuna yönelik çalışmalar	Okul kültürü, aidiyet geliştirme, personel ve öğrencilere uyum etkinlikleri	O1	1
Tüm paydaşların, okul alanlarının ve çevrenin tanıtıldığı kapsamlı oryantasyon	Öğretmen, idare, personel, okul bölümleri ve çevre tanıtımı; uyum sorunlarında bireysel görüşme	O2	1
Mevzuat temelli uyum programları	MEB uyum programlarına dayalı tanıtıcı etkinlikler	O4	1
Sosyal, kültürel ve sportif faaliyet odaklı tanıtım	Okulun sosyal-kültürel imkanları ve sportif alanlarının tanıtımı	O9	1
Etkinlik temelli oryantasyon süreci	Hatıra fotoğrafı, kahvaltı etkinlikleri, mezun buluşması, şehir turu, yarışmalar	O5	1
Gerektiğinde uygulanan oryantasyon hizmetleri	Talebe göre sınırlı, ihtiyaç duyulan durumlarda yapılan çalışmalar	O10	1
Toplam			10



Genel olarak ortaöğretim kurumlarında oryantasyon hizmetlerinin oldukça çeşitli biçimlerde uygulandığı görülmektedir. En yaygın uygulama tipi, yeni gelen öğrencilere okulun fiziki yapısı ve işleyiş hakkında yapılan bilgilendirmedir. Bunun yanında, bazı okullarda oryantasyon süreci; okul kültürü ve aidiyet oluşturma, sosyal–kültürel etkinliklere uyum, paydaşların tanıtımı, etkinlik temelli uyum, mevzuat odaklı programlar gibi farklı boyutlar kazanmıştır. Bu sonuçlar, oryantasyon hizmetlerinin okuldaki okula değişmekle birlikte hem bilişsel hem duyuşsal hem de sosyal uyum boyutlarını kapsayan çok boyutlu bir yapı gösterdiğini ortaya koymaktadır.

3.5. Alt Problem: Psikolojik Danışma ve Rehberlik Hizmetlerinin Öğrenci, Veli ve Öğretmenlere Yararları

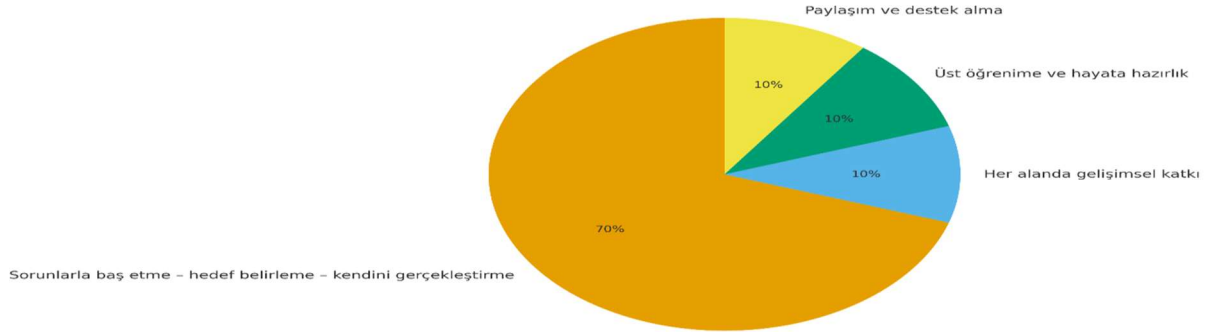
Bu alt problemde okul müdürlerinin psikolojik danışma ve rehberlik hizmetlerinin okuldaki üç temel paydaş grubuna—öğrenciler, veliler ve öğretmenler—sağladığı katkılara ilişkin görüşleri betimsel analiz yöntemiyle sınıflandırılmıştır. Elde edilen tematik dağılım Tablo 5 A-B-C ve Grafik 5 A-B-C’ de verilmiştir.

Tablo 5. Psikolojik danışma ve rehberlik hizmetlerinin paydaşlara yararlarına ilişkin temalar

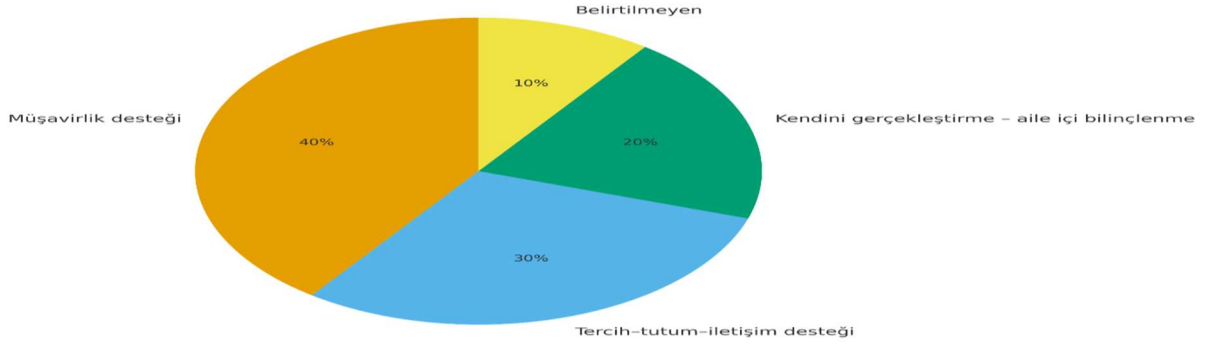
A. Öğrencilere yönelik yararlar			
Tema	Açıklama	Okullar	f
Sorunlarla baş etme – hedef belirleme –	Sosyal-duygusal güçlüklerle baş etme, hedeflere ulaşma,	O1, O4, O5,	7

A. Öğrencilere yönelik yararlar			
Tema	Açıklama	Okullar	f
kendini gerçekleştirme	kendini tanıma ve gerçekleştirme	O6, O7, O8, O9	
Her alanda gelişimsel katkı	Eğitsel, sosyal ve kişisel tüm alanlarda gelişim	O2	1
Üst öğrenime ve hayata hazırlık	Kariyer planı, sınav süreci, üniversiteye geçişe hazırlık	O3	1
Paylaşım ve destek alma	Birebir görüşme, duygu paylaşımı, danışma ortamı	O10	1
B. Velilere yönelik yararlar			
Müşavirlik desteği	Ailelere danışmanlık, rehberlik, bilgilendirme	O2, O5, O6, O10	4
Kendini gerçekleştirme – aile içi bilinçlenme	Aile içi iletişim, çocuk gelişimi, ebeveyn tutumları	O1, O9	2
Tercih, tutum ve iletişim desteği	Sınav kaygısı, üst öğrenim tercihleri, ebeveyn davranışları	O4, O7, O8	3
Belirtilmemiş	İdareci görüş bildirmemiştir	O3	1
C. Öğretmenlere yönelik yararlar			
Müşavirlik desteği	Öğretmenlere danışmanlık, rehberlik, bilgilendirme	O2, O10	2
Danışmanlık ve rehberlik	Sınıf rehberlik planı hazırlama, öğrenci sorunlarına müdahale	O5, O6	2
Kendini gerçekleştirme ve mesleki farkındalık	Öğrencilerle doğru iletişim, profesyonel gelişim	O1, O9	2
İletişimsel destek	Öğretmen-öğrenci ve öğretmen-veli iletişiminin güçlendirilmesi	O8	1
Birlikte sorun çözme	Öğrenci problemlerine ortak müdahale	O4	1
Belirtilmemiş	Görüş bildirilmemiştir	O3, O7	2

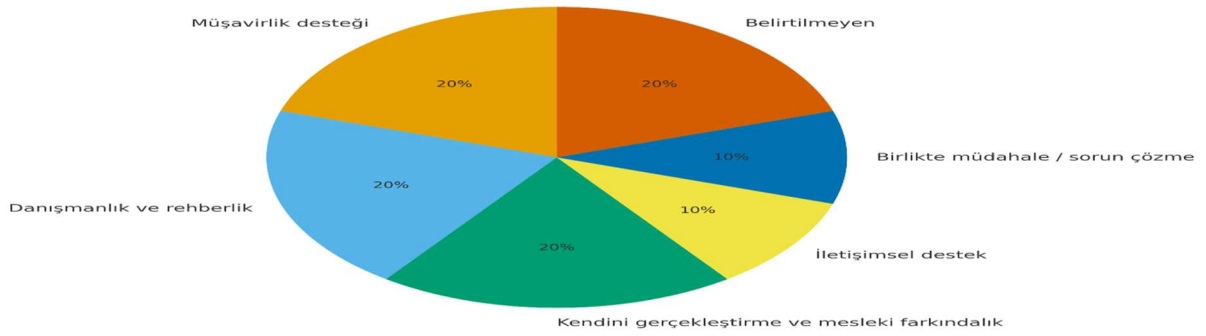
Grafik 5A. Psikolojik Danışma ve Rehberlik Hizmetlerinin Öğrencilere Yararları



Grafik 5B. Velilere Yönelik Yararlar



Grafik 5C. Öğretmenlere Yönelik Yararlar



Psikolojik danışma ve rehberlik hizmetleri, öğrenciler için sorun çözme, hedef belirleme, kişisel gelişim, sosyal uyum, akademik ilerleme; veliler için müşavirlik, iletişim becerileri, sınav kaygısı yönetimi, aile içi bilinçlenme; öğretmenler için danışmanlık, iletişim desteği, profesyonel gelişim ve ortak müdahale alanlarında belirgin yararlar sağlamaktadır. Bu sonuçlar, okul rehberlik hizmetlerinin çok katmanlı ve tüm paydaşları kapsayan bir yapı olduğunu göstermekte; rehberlik servislerinin okul iklimini güçlendiren önemli bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır.

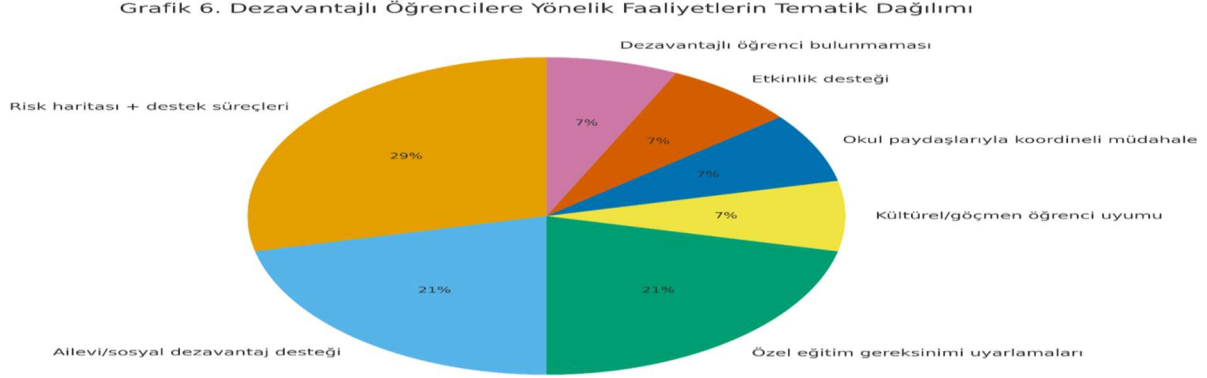
3.6. Alt Problem: Dezavantajlı Öğrencilere Yönelik Yürütülen Faaliyetlerin Değerlendirilmesi

Bu alt problemde okul müdürlerinin okullarında dezavantajlı öğrencilere yönelik yürütülen faaliyetlere ilişkin görüşleri betimsel analiz yöntemiyle sınıflandırılmıştır. Elde edilen veriler, dezavantajın tanınması, destek süreçleri, kurumlar arası işbirliği, gizlilik, uyum çalışmaları ve özel eğitim uygulamaları gibi farklı temalarda toplanmıştır. Tematik dağılım Tablo 6 ve Grafik 6’ da sunulmuştur.

Tablo 6. Dezavantajlı öğrencilere yönelik faaliyetlere ilişkin tematik dağılım

Tema / Kategori	Açıklama	Okul Kodları	f
Risk haritaları, gözlem ve tarama araçlarıyla dezavantaj tespiti ve destek	Öğrenci bilgi formları, gözlem, anket, “Yaşam Penceresi” verileri ile risk analizi; maddi destek, bireysel görüşme, aile ziyareti, kurum yönlendirmesi	O1, O3, O5, O10	4
Ailevi veya sosyal dezavantajlara yönelik destek	Öksüz-yetim öğrenciler, parçalanmış aile yapısı, ailevi problemler, sosyal güçlükler	O1, O4, O8	3
Özel eğitim gereksinimi olan öğrencilere yönelik uyarlamalar	Özel gereksinimli öğrenciler için bireysel eğitim, sınıf düzenlemeleri, fiziki koşulların iyileştirilmesi	O3, O8, O9	3
Kültürel, uyum ve göçmen	Göçmen öğrencilerin uyum süreçleri, sınıfta kabulün artırılması,	O7	1

Tema / Kategori	Açıklama	Okul Kodları	f
öğrencilere yönelik çalışmalar	olumsuz algıların azaltılması		
Okulun tüm paydaşlarıyla koordineli müdahale	Dezavantajın kaynağına ulaşma, tüm okulun sürece dahil olması	O6	1
Etkinliklere katılımda destek ve sosyal uyum	Sosyal etkinlikler, topluma hizmet projelerinde öncelik tanınması	O5	1
Dezavantajlı öğrenci bulunmadığı	Okulda dezavantajlı öğrenci olmadığı beyanı	O2	1
Toplam			10



Genel olarak dezavantajlı öğrencilere yönelik faaliyetlerin; risk analizi ve tespit temelli, kurumsal işbirliği gerektiren, aile, sosyal çevre ve bireysel özellikleri kapsayan, özel eğitim gereksinimlerine duyarlı, gizlilik ve etik ilkelere dayalı çok boyutlu bir yapıda yürütüldüğü görülmektedir. Bu sonuçlar, okullarda dezavantajlı öğrencilere yönelik çalışmaların sistematik veri analizine ve bireyselleştirilmiş müdahale süreçlerine dayandığını; ancak bazı dezavantaj türlerinin (kültürel göç, sosyal uyum, ekonomik yoksunluk) farklı okullarda farklı düzeylerde ele alındığını göstermektedir.

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, ortaöğretim kurumlarında görev yapan okul yöneticilerinin psikolojik danışma ve rehberlik (PDR) hizmetlerine ilişkin görüşleri incelenmiş ve elde edilen bulgular alanyazın ışığında tartışılmıştır. Bulgular, rehberlik hizmetlerinin genel işleyişinden mesleki yönlendirmeye, psikolojik danışma faaliyetlerinden dezavantajlı öğrencilere yönelik uygulamalara kadar geniş bir yelpazede okul müdürlerinin değerlendirmelerini ortaya koymaktadır.

Araştırma bulguları, öğrenci danışma hizmetlerinin büyük ölçüde çerçeve planları, öğrenci ihtiyaçları ve yönlendirmeler temelinde yürütüldüğünü göstermiştir. Okul müdürleri öğrencilerin bireysel başvuruları, öğretmen ve veli yönlendirmeleri, test ve gözlem sonuçları gibi çoklu veri kaynaklarına dayalı bir danışma sürecinin işletildiğini ifade etmiştir. Bu sonuç, Camadan ve Sezgin (2012) rehberlik uygulamalarının okul içi iş birliği, gözlem ve görüşme temelli yürütüldüğüne ilişkin bulgularıyla paralellik göstermektedir. Benzer şekilde Akbaba ve Batikan (2016), öğrenci ihtiyaçlarının farklı kaynaklardan elde edilen verilerle belirlenmesinin rehberlik çalışmalarının etkinliğini artırdığını belirtmektedir. Bu durum, okullarda danışma hizmetlerinin gelişimsel rehberlik anlayışı ile ele alındığını göstermektedir. MEB (2020) mevzuatında da rehberlik hizmetlerinin öğrencinin bütüncül gelişimini desteklemesi gerektiği vurgulanmakta olup araştırma bulguları ile resmi çerçeve arasında uyum olduğu görülmektedir.

Mesleki yönlendirme faaliyetlerinin her okulda yürütüldüğü ve bu faaliyetlerin genellikle üst öğrenim kurumlarına ziyaret, kariyer günleri, meslek gruplarının okula davet edilmesi ve sınav süreçlerine ilişkin bilgilendirme şeklinde yürütüldüğü görülmüştür. Bu sonuçlar, Karataş ve Şahin Baltacı (2013) mesleki yönlendirme hizmetlerinin öğrencilerin kariyer farkındalığını artırmada önemli bir rol oynadığı yönündeki tespitleriyle örtüşmektedir. Camadan ve Sezgin (2012) ile Akbaba ve Batikan (2016) da mesleki tanıtımlar ve üniversite gezilerinin öğrencilerin karar süreçlerine olumlu katkı sunduğunu belirtmiştir. Bulgular, yöneticilerin mesleki yönlendirme sürecini mevzuata bağlı olarak ve okulun mevcut olanakları çerçevesinde yapılandırıldığını göstermektedir. Özellikle bazı okullarda mezun öğrencilerin kariyer günlerine katılımının sağlanması, literatürde önerilen rol model temelli kariyer rehberliği uygulamalarıyla uyumludur (Özabacı, Sakarya & Doğan, 2008).

Okul müdürlerinin değerlendirmelerine göre psikolojik danışma hizmetleri öğrencilerin istek ve ihtiyaçlarına göre şekillenmekte ve çoğunlukla bireysel görüşme temelli yürütülmektedir. Risk grubundaki öğrencilerin önceliklendirildiği ve gizlilik ilkesine önem verildiği de ortaya çıkmıştır. Bu bulgular, Karataş ve Polat (2013) okul psikolojik danışmanlarının özellikle risk grubuna yönelik destek çalışmalarını kritik gördüklerini belirttiği araştırmayla tutarlıdır. Okullarda psikolojik danışma hizmetlerinin “ulaşılabilirlik” ve “yönlendirme mekanizmaları” açısından işlediği görülmektedir. Erdemir ve Kış (2017) bulguları, psikolojik danışmanların özellikle davranış sorunları, akademik kaygılar ve ailevi problemler gibi alanlarda öğrencilerle etkili çalışmalar yürüttüğünü ortaya koymaktadır. Bu açıdan mevcut çalışma, rehberlik hizmetlerinin okullarda işlevsel bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Oryantasyon çalışmalarının çoğunlukla yeni gelen öğrencilere yönelik yürütüldüğü ve okulun fiziki yapısı, kurallar, sosyal-kültürel olanakları gibi konularda bilgilendirme içerdiği görülmüştür. Oryantasyonun aynı zamanda aidiyet duygusunu güçlendirmeye dönük etkinliklerle desteklendiği (hoş geldin kahvaltısı, mezun buluşması vb.) tespit edilmiştir. Literatürde, oryantasyon programlarının öğrencinin okula uyumunu artırdığı ve okul devamsızlığı ile davranış problemlerini azalttığı belirtilmektedir (Akbaba & Batikan, 2016). Çalışmanın bulguları da okulların uyum süreçlerini sistematik biçimde ele aldığını göstermektedir.

Bulgular; PDR hizmetlerinin öğrencilerde kendini tanıma, sorunlarla baş etme, hedef belirleme, akademik ve sosyal gelişim, velilerde tutum ve iletişim becerileri, öğretmenlerde ise müşavirlik hizmeti aracılığıyla sınıf içi süreçleri yönetme açısından önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, Özabacı, Sakarya ve Doğan (2008) rehberlik hizmetlerinin öğrencilerin gelişimine çok yönlü katkı sunduğunu ifade eden bulguları ile güçlü biçimde örtüşmektedir. Ayrıca Azimli ve Akacan (2017) da okul yöneticilerinin rehberlik hizmetlerini okulun bütünsel işleyişini destekleyen temel bir unsur olarak gördüklerini belirtmiştir.

Dezavantajlı öğrencilerin tespitinde risk haritaları, öğrenci bilgi formları, gözlemler ve aile ziyaretlerinin yoğun biçimde kullanıldığı; dezavantaj türlerinin (ailevi problemler, özel eğitim ihtiyacı, ekonomik yetersizlik, göçmenlik vb.) geniş bir yelpazede ele alındığı görülmüştür. Müdahalelerin çoğu destekleyici, koruyucu ve çok paydaşlı iş birliği modeliyle gerçekleştirilmiştir. Bu bulgu, Çilekar (2014) dezavantajlı öğrencilere yönelik okul müdürü liderliğinin okul rehberlik çalışmalarının niteliğini belirlediğine ilişkin bulgusuyla örtüşmektedir. Ayrıca literatürde dezavantajlı öğrencilerin okul uyum süreçlerinde rehberlik hizmetlerinin kritik önemde olduğu sıkça vurgulanmaktadır (Işıkgöz, 2017; Bayraktar, 2020).

Öneriler

Bu araştırmada, ortaöğretim kurumlarında yürütülen psikolojik danışma ve rehberlik (PDR) hizmetlerine yönelik okul müdürlerinin görüşleri incelenmiş, bulgular doğrultusunda çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

1. Çoklu veri kaynaklarının yapılandırılmış kullanımı artırılmalıdır.
2. Mesleki yönelim testlerinin kullanım sıklığı artırılmalıdır.
3. Mezun takip ve mentorluk sistemi kurulmalıdır.
4. Risk grubuna yönelik erken müdahale programları oluşturulmalıdır.
5. Oryantasyon etkinlikleri çok boyutlu hâle getirilmelidir.
6. Velilere yönelik psikoeğitim programları yaygınlaştırılmalıdır.
7. Dezavantaj izleme sistemi standartlaştırılmalıdır.
8. Göçmen, özel eğitim ihtiyacı olan ve ekonomik dezavantaj yaşayan öğrencilere yönelik uyum programları geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

Çıkar Çatışması ve Etik Beyanı

Yazarla arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Araştırma, etik ilkelere uygun biçimde yürütülmüş olup katılımcılardan gönüllü onam alınmıştır. Okul müdürlerinin kimlik bilgileri gizli tutulmuş, veriler yalnızca araştırma amacıyla kullanılmıştır. Araştırmanın yürütülmesi için ilgili kurumlardan gerekli izinler alınmıştır.

Kaynakça

- Akbaba, A., & Batikan, T. (2016). Okul yöneticileri ve sınıf rehber öğretmenlerinin okullardaki rehberlik servisleri hakkındaki görüşleri: Van örneği. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11, 89–122.
- Azimli, Ö., & Akacan, B. (2017). Ortaöğretim kademesinde görevli okul yöneticilerinin rehberlik ve psikolojik danışmanlık hizmetlerine ilişkin algı ve görüşleri. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 12(29), 129–150.
- Bayraktar, Y. (2020). *Rehber öğretmenlerin okulda karşılaştıkları sorunlara yönelik görüşlerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Camadan, F., & Sezgin, F. (2012). İlköğretim okulu müdürlerinin okul rehberlik hizmetlerine ilişkin görüşleri üzerine nitel bir araştırma. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 4(38), 199–211.
- Canbazoğlu Bilici, S. (2019). Örneklem yöntemleri. H. Özmen & O. Karamustafaoğlu (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri* (2. baskı, ss. 71–95) içinde. Pegem Akademi.
- Çepni, S. (2012). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (6. baskı). Celepler Matbaacılık.
- Çilekar, H. (2014). *Müdürlerin okullardaki rehberlik uygulamalarına yönelik liderliği ile rehberlik uygulamaları arasındaki ilişki* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi.
- Erdemir, N., & Kış, A. (2017). Okul yöneticilerinin okul rehberlik ve psikolojik danışma hizmetleri ile ilgili görüşleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(8), 34–47.

- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Işıkgöz, M. (2017). Okul yöneticilerinin rehberlik hizmetlerine ilişkin görüşlerinin incelenmesi (Kayseri örneği). *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7(2/1), 1–10.
- Karataş, İ. H., & Polat, M. (2013). Okul yöneticilerinin rehberlik hizmetlerine bakış açıları üzerine okul rehber öğretmenlerinin görüşleri. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 105–123.
- Karataş, Z., & Şahin Baltacı, H. (2013). Ortaöğretim kurumlarında yürütülen psikolojik danışma ve rehberlik hizmetlerine yönelik okul müdürü, sınıf rehber öğretmeni, öğrenci ve okul rehber öğretmenin (psikolojik danışman) görüşlerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 427–460.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2020). *Millî Eğitim Bakanlığı rehberlik ve psikolojik danışma hizmetleri yönetmeliği*. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=34760&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- Özabacı, N., Sakarya, N., & Doğan, M. (2008). Okul yöneticilerinin okuldaki psikolojik danışma ve rehberlik hizmetlerine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(19), 8–22.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). Nitel veri analizi. A. Yıldırım & H. Şimşek (Ed.), *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (ss. 49–74) içinde. Pegem Akademi.

Challenges Encountered in the Analytical Chemistry Laboratory and Proposed Solutions: Prospective Chemistry Teachers' Opinions

Sude Karsak ¹ , Ayşe Zeynep ŞEN ² 

¹ Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye, s.h.karsak@gmail.com

² Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye, azeynepsen@balikesir.edu.tr

ABSTRACT

The Analytical Chemistry Laboratory 2 course is a field course offered in the fourth semester of the chemistry teacher education undergraduate program, where the topics covered in Analytical Chemistry 2 are supported by practical applications. In this context, the main objective of this study is to identify the challenges faced by prospective teachers in the laboratory process and to propose solutions to these challenges. The study was designed as a qualitative case study. Participants were selected using criterion sampling, a type of purposive sampling, and 19 prospective chemistry teachers who met the criteria for attending the Analytical Chemistry Laboratory 2 course were included in the study. Data was collected through an opinion form developed by the researchers. The findings indicated that participants experienced the greatest challenges in conceptual understanding, experimental skills, and cleanliness. They highlighted the time-consuming and tiring nature of the cleaning process, as well as a lack of prior knowledge and practical experience in terms of conceptual understanding, as the main reasons for these challenges. As solutions, prospective chemistry teachers suggested increasing course hours, integrating technological tools into laboratory instruction, and increasing the availability of laboratory materials.

Keywords: Analytical chemistry laboratory, Prospective chemistry teachers, Laboratory training

Analitik Kimya Laboratuvarında Karşılaşılan Güçlükler ve Çözüm Önerileri: Kimya Öğretmen Adayı Görüşleri

Sude Karsak ¹ , Ayşe Zeynep ŞEN ² 

¹ Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye, s.h.karsak@gmail.com

² Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye, azeynepsen@balikesir.edu.tr

ÖZET

Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersi, kimya öğretmenliği lisans programının dördüncü yarıyılında yer alan ve Analitik Kimya 2 kapsamında ele alınan konuların uygulamalarla desteklendiği bir alan dersidir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının laboratuvar sürecinde karşılaştıkları güçlüklerin belirlenmesi ve bu güçlüklerle yönelik çözüm önerilerinin ortaya konulması çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Araştırma, nitel araştırma anlayışıyla durum çalışması modeline göre tasarlanmıştır. Katılımcılar, amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tekniğiyle belirlenmiş ve Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersine devam etme ölçütünü karşılayan 19 kimya öğretmen adayı çalışmaya dahil edilmiştir. Veriler, araştırmacılar tarafından hazırlanan görüş formu aracılığıyla toplanmıştır. Bulgular, katılımcıların en çok kavramsal alt yapı, deneysel beceri ve temizlik konularında güçlük yaşadıklarına işaret etmiştir. Bu güçlüklerin temel nedenleri olarak temizlik açısından zaman alıcı ve yorucu olmasını, kavramsal altyapı açısından ön bilgi ve pratik eksikliğini vurgulamışlardır. Son olarak öğretmen adaylarının çözüm önerisi olarak ders saatlerinin artırılmasını, teknolojik araçların entegrasyonunu ve malzeme sayısının artırılmasını talep ettikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Analitik kimya laboratuvarı, Kimya öğretmen adayları, Laboratuvar eğitimi

1. Giriş

Laboratuvarların eğitimin ve bilimsel araştırmaların temeli olduğu, teorik bilgilerin uygulamaya dökülmesinde ve yenilikçi buluşların ortaya çıkarılmasında kritik bir rol oynadığı kabul edilmektedir (Benzer ve Kaygısız, 2017). Eğitimde laboratuvarlar, sadece deneysel becerilerin geliştirilmediği ek olarak eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişmesine de katkıda bulunulan bir çalışma alanıdır. Laboratuvar ortamında yapılan deneyler; öğrencilere hipotez oluşturma, veri toplama, analiz etme ve sonuç çıkarma fırsatı sunmakta, böylece öğrenim süreçlerini derinleştirmektedir (Wagener vd., 2021). Bu tür niteliklere sahip öğrencilerin yetişmesi ise ancak benzer niteliklere sahip öğretmen adaylarının yetiştirilmesi ile mümkün kılınabileceği için öğretmen adaylarının derslerde yaşadıkları güçlükler, bu güçlüklerin nedenlerine ilişkin görüşleri ve bekledikleri çözüm önerilerine ışık tutulması önem taşımaktadır. Ancak bu sayede hedeflenen öğrenci profiline ulaşılabilceği düşüncesinden hareketle çalışmanın odağı netleştirilmiştir. Mevcut araştırmanın amacı; kimya öğretmen adaylarının lisans programının dördüncü yarıyılında yer alan Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersi kapsamında karşılaştıkları güçlükler, güçlüklerin nedenleri ve çözüm önerilerine yönelik görüşlerini belirlemektir. Araştırmanın soruları şunlardır:

1. Kimya öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerle ilişkin görüşleri nelerdir?
2. Kimya öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerde zorlanma nedenlerine ilişkin görüşleri nelerdir?
3. Kimya öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerle yönelik çözüm önerileri nelerdir?

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Modeli

Kimya öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersi kapsamında güçlükler ve çözüm önerilerine yönelik görüşleri herhangi bir müdahale olmaksızın ortaya çıkarılmaya çalışılması amacıyla durum çalışması modeli kullanılmıştır. Durum çalışması, “bir olayı, faaliyeti, süreci veya bir ya da daha fazla bireyi anlamayı içeren bir ‘durum’ veya sınırlı bir sistemin derinlemesine anlaşılmasını ortaya çıkaracak bir problem” olarak tanımlanmaktadır (Creswell, 2017).

2.2. Katılımcılar

Araştırmada katılımcılar, amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tekniği kullanılarak belirlenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Ölçüt olarak kimya öğretmenliği lisans programında yer alan Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersine devam etme kriteri belirlenmiştir. Bu ölçütü sağlayan 19 kimya öğretmen adayı ile çalışma yürütülmüştür. Etik ilkelerin sağlanması amacıyla katılımcılar ÖA1, ÖA2, ... ÖAn şeklinde kodlanmıştır.

2.3. Veri Toplama Aracı

Veriler, açık uçlu sorulardan oluşan görüş formu aracılığıyla toplanmıştır. Görüş formu araştırmacılar tarafından

geliştirilmiştir. Araştırmacılar öncelikle açık uçlu soruları hazırlamış ardından iki kimya eğitimi uzmanından görüş alınmıştır. Gelen düzeltmeler doğrultusunda veri toplama aracı son halini almıştır.

2.4 Verilerin Toplanması

Araştırmanın gerçekleştirildiği Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersi ikinci yazar tarafından yürütülmektedir. Birinci yazar ise aynı dersi bir yıl önce almış ve başarı ile tamamlamıştır. Bu noktadan hareketle ilk yazarın çalışmaya öğretmen adayları açısından, ikinci yazarın ise dersin yürütücüsü açısından farklı bakış açıları ile derinlik katabileceği anlayışına dayanarak veri toplama süreci planlanmıştır.

Görüş formunun, kimya eğitimi ve laboratuvar eğitimi alanında uzman akademisyenlerden gelen dönütler doğrultusunda son halini almasının ardından veri toplama için hazır hale getirilmiştir. 2024-2025 eğitim öğretim yılının bahar döneminin son haftasında tüm deneylerin bitimini takiben uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu sayede katılımcıların dönem boyunca edindikleri deneyimlerin, üzerinden zaman geçmeden, ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Görüş formu, öğretmen adayları tarafından dersin yürütüldüğü laboratuvar ortamında doldurulmuştur. Bu süreç 20 ile 30 dakika arasında sürmüş ve her iki araştırmacı da laboratuvar da yer almıştır. Ancak öğretmen adaylarının cevapları konusunda herhangi bir yönlendirme yapılmamasına dikkat edilmiştir. Özellikle etik ilkeler doğrultusunda formda yer alan sorulara verilen yanıtlar sebebiyle olumlu veya olumsuz yönde bir geri dönüş olmayacağı bu nedenle görüşlerini rahatlıkla ifade etmeleri yönünde bilgilendirme yapılmıştır.

2.5 Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında toplanan verilerin çözümlenmesi amacıyla nitel veri analiz yöntemlerinden biri olan içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi, verinin (metinlerin) bağlamına ilişkin geçerli ve tekrarlanabilir çıkarımlar yapmak için kullanılmaktadır (Krippendorff, 2018). Elde edilen bulgular tablolaştırılmış ve frekans değerleri hesaplanmıştır. Detaylı inceleme imkanı sunması adına da ilgili cevabı veren öğretmen adaylarının kod isimleri ve örnek ifadelerine de yer verilmiştir.

3. Bulgular

Bu bölümde araştırma sonuçlarına ilişkin elde edilen bulgular sırasıyla yer almaktadır. İlk olarak birinci araştırma sorusu ile ortaya çıkarılmak istenen kimya öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlükler ile ilgili bulgular Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo1: Katılımcıların Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerle ilişkin bulgular

Zorlanılan durum	f	Katılımcılar
Kavramsal altyapı eksikliği	10	ÖA3, ÖA5, ÖA6, ÖA8, ÖA10, ÖA11, ÖA13, ÖA14, ÖA15, ÖA19
Stokiyometrik hesaplama yapamama	7	ÖA2, ÖA6, ÖA9, ÖA11, ÖA15, ÖA17, ÖA19
Reaksiyon denklemi yazamama	2	ÖA4, ÖA12
Çözelti hazırlama hesabı yapamama	1	ÖA11
Geri titrasyonu anlayamama	6	ÖA2, ÖA3, ÖA9, ÖA10, ÖA16, ÖA17
Deneysel beceri eksikliği	4	ÖA2, ÖA4, ÖA9, ÖA17
Titrasyon sonu noktası kaçırma	4	ÖA10, ÖA11, ÖA17, ÖA19
Çözelti hazırlayamama	3	ÖA3, ÖA9, ÖA17
Büret/pipet okuyamama		

Zorlanılan durum	f	Katılımcılar
Kalibrasyon yapama	2	ÖA7, ÖA8
Büret kullanamama	1	ÖA12
Temizlikte zorlanma	13	ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA9, ÖA7, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA16, ÖA17, ÖA18
Laboratuvar temizliği yapma	2	ÖA8, ÖA19
Matematiksel işlem eksikliği	1	ÖA7
Anlamlı rakamlar ile işlem yapılamaması		

Tablo 1 incelendiğinde kimya öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerle yönelik görüşlerin; kavramsal altyapı eksikliği, deneysel beceri eksikliği, temizlikte zorlanma ve matematiksel işlem eksikliği olmak üzere dört ana başlıkta toplandığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerle ilgili görüşlerine ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

«...En hassas ölçümleri yapmak zor ve zaman kaybına neden oluyor.,...» (ÖA9)

«...Laboratuvarı ayrıntılı temizlemek uzun ve yorucu...» (ÖA19)

«...kafa yorucu matematiksel işlemleri halletmek...hesaplama yapmak...» (ÖA13)

«...Tanınan ders süresi, planladığımız tüm işleri bitirmeye kesinlikle yetmiyor...» (ÖA18)

Ardından ikinci araştırma sorusu ile ortaya çıkarılmak istenen kimya öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerde zorlanma nedenlerine ait bulgular Tablo2’ de sunulmuştur.

Tablo2: Katılımcıların Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerde zorlanma nedenlerine ilişkin bulgular

Güçlük türü	Zorlanma nedeni	f	Katılımcılar
Temizlik	Temizliğin ve kurutmanın zaman alması	5	ÖA2, ÖA9, ÖA16, ÖA17, ÖA18
	Temizlik yapmanın yorucu ve zor olması	4	ÖA7, ÖA8, ÖA13, ÖA14
	Malzeme yıkamasının dikkat gerektirmesi	2	ÖA4, ÖA12
Matematiksel işlem	İşlem sırasının karıştırılması	1	ÖA8
	Birim yazım hatası	1	ÖA10
	Hesaplamanın fazla aşamalı olması	1	ÖA13
Kavramsal altyapı	Önbilgi ve pratik eksikliği	2	ÖA5, ÖA11

Tablo 2 incelendiğinde öğretmen adaylarının en çok zorlanma nedeni belirttikleri güçlük türünün temizlik olduğu ve zorlanma nedeni olarak da ilk sırada temizlik ve kurutmanın zaman alıcı olduğuna işaret ettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerde zorlanma nedenine yönelik görüşlerinin yansıtan örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

«.... Malzemeleri her seferinde yıkayıp bir de kurumalarını beklemek insanı bıktırıyor...» (ÖA17)

«....Derse geçmeden önce camları temizle, saf sudan geçir, sonra da kurummasını bekle; bu, dersin kendisinden daha çok sürüyor...» (ÖA9)

«...Çok dikkatli olmamız gerektiği için o ufak tefek temizlik bile hem çok zamanımızı alıyor hem de çok yorucu oluyor....» (ÖA19)

«...Hesaplama temelimiz olmadığından zorluk çektiğimi düşünüyorum...» (ÖA5)

«...Hesaplama yaparken birimlerin yerini karıştırıyorum...» (ÖA4)

«...Özellikle çok adımlı bir işlem yapmamız gerektiğinde, hangi basamağın önce hangisinin sonra geleceğine dair sıralamayı bazen şaşırabiliyorum...» (ÖA8)

Son olarak üçüncü araştırma sorusu ile ortaya çıkarılmak istenen kimya öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerle yönelik çözüm önerilerine ait bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo3: Katılımcıların Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde zorlandığı konulara yönelik çözüm önerilerine ilişkin bulgular

Çözüm önerisi		f	Katılımcılar
Derse yönelik çözümler	Ders saatinin artırılması	6	ÖA1, ÖA2, ÖA5, ÖA14, ÖA16, ÖA18
	Hesaplama pratiğinin artması	5	ÖA5, ÖA6, ÖA10, ÖA11, ÖA19
	Teknoloji entegrasyonu	1	ÖA12
Laboratuvara yönelik çözümler	Fiziksel olarak iyileştirilmesi	5	ÖA2, ÖA3, ÖA4, ÖA9, ÖA16
	Malzeme sayısının artırılması	3	ÖA3, ÖA12, ÖA18

Tablo 3 incelendiğinde kimya öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersi kapsamında karşılaştıkları güçlüklerle yönelik ileri sürdükleri çözüm önerileri arasında ilk sırada derse yönelik çözüm önerileri öne çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde karşılaştıkları güçlüklerde zorlanma nedenine yönelik çözüm önerilerini yansıtan örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

«...Hesaplama için temel bir ders olsa ya da dersin içinde ekstra zaman ayırsak çok iyi olur...» (ÖA5)

«...Laboratuvar havalandırma sistemi iyileştirilebilir...» (ÖA4)

«...alan derslerine daha fazla vakit verilebilir...» (ÖA1)

«...Genel olarak hesaplama kısmında zorlandığım için bununla ilgili daha çok analitik kimya dersine pratik yapabiliriz...» (ÖA10)

«...teknolojiyi kullanarak da bu zorluklar çözülebilir...» (ÖA12)

«...laboratuvar süresi lütfen artırılsın...» (ÖA16)

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Çalışma sonucunda, katılımcıların Analitik Kimya Laboratuvarı 2 dersinde en sık karşılaştıkları güçlüğü kavramsal altyapı eksikliği olduğu, bu güçlüğü nedeni olarak da ön bilgi ve pratik eksikliğine değindikleri belirlenmiştir. Aydoğdu (1999) kimya laboratuvarlarında sıklıkla karşılaşılan güçlüklerin teorik derslerle laboratuvar uygulamalarının senkronize olmaması, uygulama için ayrılan zamanın yetersiz oluşu, teorik bilgi eksikliği şeklinde olduğunu vurgulamıştır. Kaya ve Akdemir (2017), öğrencilerin laboratuvar uygulamalarında teorik bilgi ile pratik beceri arasındaki kopukluğun öğrencilerin karşılaştığı zorluklardan biri olduğu şeklinde ifade etmiştir. Bu durumun da öğrencilerin sadece işlem basamaklarını takip etmesine neden olduğu ancak deneyin ardındaki kavramsal altyapıyı tam olarak öğrenememelerine neden olduğuna dikkat çekmiştir. Öğretmen adaylarının çözüm önerilerinin ise ders saatinin artışı ve teknoloji entegrasyonu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sorunu çözmek için, laboratuvar oturumlarının süresinin uzatılması ve öğrencilerin deney öncesinde kavramsal sorularla hazırlanmaları

önerilmektedir. Ayrıca, deneysel zorlukların üstesinden gelmede teknoloji tabanlı uygulamaların kullanılması ile zaman kısıtlamasının önüne geçilebilirken ek olarak öğrencilerin kritik düşünme becerileri de geliştirilebilir.

Bu doğrultuda, ulaşılan sonuçlara dayanarak sırasıyla şu önerilerde bulunulabilir: Dersin yürütücüsü olan akademisyenler için öğrencilerin ön hazırlık eksiğini tamamlamak için laboratuvar dersine ek olarak destek dersleri veya telafi saatleri planlamasına ek olarak ders saati ve gerek cam gerek kimyasal malzemeden kaynaklı sınırlamayı ortadan kaldırmak için teknoloji entegrasyonuna yönelik uygulamalara geçiş yapılması önerilebilir. Öğretmen adayları için ise matematiksel hesaplama ve ön bilgi eksikliğini telafi etmek amacıyla ilgili derslerin öğretim elemanlarından destek talep etmesi bir çözüm önerisi olarak gösterilebilir.

Kaynakça

- Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 30-35. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/article/102769>
- Benzer, E. & Kaygısız, G. M. (2017). Öğretmen adaylarının ortaokul fen deneylerini yapılandırmacı yaklaşıma dayalı tasarlama düzeylerinin ve tasarım hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 16(2), 386-409. https://www.researchgate.net/publication/316468413_Ogretmen_Adaylarinin_Ortaokul_Fen_Deneylerini_Yapilandirmaci_Yaklasima_Dayali_Tasarlama_Duzyeylerinin_ve_Tasarim_Hakkindaki_Goruslerinin_Incelenmesi
- Creswell, J. W. (2017). *Araştırma deseni- Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları*. (Çev.: S. B. Demir). Eğiten Kitap.
- Kaya, A., & Akdemir, O. (2017). Fen bilimleri öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamalarında yaşadıkları güçlükler ve çözüm önerileri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 1-14. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/309192>
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). Sage.
- Wagener, S., Pöpping, P., & Völlmer, M. (2021). The effect of laboratory experience on students' critical thinking skills and problem-solving abilities. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 450-462. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1873095>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. baskı). Seçkin.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage.

The Effects of Educational Games and Program-Based Instruction on Student's Achievement and Attitudes in the Circulatory System Topic

Ümmügülsüm Altun¹ , Ümit Şimşek² 

¹ Kâzım Karabekir Faculty of Education, Atatürk University, Erzurum, Türkiye, gulsum.bozkurt09@gmail.com

² Kâzım Karabekir Faculty of Education, Atatürk University, Erzurum, Türkiye, simsekum@atauni.edu.tr

ABSTRACT

This research investigates the influence of educational game-based practices implemented in science lessons on students' learning outcomes related to the circulatory system and their attitudes toward the science course. The study was designed using a quantitative approach and adopted a quasi-experimental pretest-posttest control group model. The participants comprised forty sixth-grade students studying at a public middle school in Erzurum during the 2022–2023 academic year, with twenty students assigned to the experimental group and twenty to the control group. Data were gathered through the Circulatory System Academic Achievement Test (CSAT) to evaluate students' achievement levels and the Attitude Scale Toward Science Course (ASSC) to determine their attitudes. Group comparisons were carried out using independent samples t-tests and analysis of covariance (ANCOVA), and effect size indices were calculated for attitude-related outcomes. The results revealed that the instructional approach did not lead to statistically significant differences between the groups in either academic achievement or attitudes toward science.

Keywords: Circulatory system, Attitudes towards science course, Educational games

Dolaşım Sistemi Konusunda Eğitsel Oyun ve Programa Dayalı Öğretimin Öğrenci Başarısı ve Tutumları Üzerindeki Etkisi

Ümmügülsüm Altun¹ , Ümit Şimşek² 

¹ Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, gulsum.bozkurt09@gmail.com

² Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, simsekum@atauni.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, fen bilimleri dersinde kullanılan eğitsel oyunların öğrencilerin dolaşım sistemi konusundaki akademik başarıları ve fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerindeki etkilerini incelemektedir. Araştırma, nicel araştırma desenine göre tasarlanmış olup, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen ile yürütülmüştür. Çalışma grubunu, 2022–2023 eğitim-öğretim yılında Erzurum ilinde bir ortaokulda öğrenim gören toplam kırk altıncı sınıf öğrencisi (Deney grubu = 20, Kontrol grubu = 20) oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde, öğrencilerin akademik başarılarını ölçmek amacıyla Dolaşım Sistemi Akademik Başarı Testi (DSABT), fen bilimleri dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla ise Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ölçeği (FBDTÖ) kullanılmıştır. Veri toplama sonrasında grup farklılıklarını incelemek amacıyla bağımsız örneklem t-testi ve kovaryans analizi (ANCOVA) uygulanmış, ayrıca FBDTÖ için etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Bulgular, gruplar arasında akademik başarı ve tutum açısından anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dolaşım sistemi, Fen bilimleri dersine yönelik tutum, Eğitsel oyunlar

1. Giriş

Fen bilimleri dersinin soyut yapısı nedeniyle öğrenciler tarafından zorlayıcı bulunması, kavramların günlük

yaşamla ilişkilendirilmesini ve somut örneklerle desteklenmesini gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı ile 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, probleme dayalı öğrenme, iş birliği, proje çalışmaları ve argümantasyon gibi öğrenci merkezli yöntemleri teşvik ederek öğrencilerin derse aktif katılımını artırmayı amaçlamaktadır. Öğrencilerin öğrenme sürecine etkin katılımını destekleyen bu yaklaşım, fen öğretiminde daha etkileşimli ve motive edici yöntemlere duyulan ihtiyacı ortaya koymakta ve bu durum yenilikçi öğretim yaklaşımlarının önemini artırmaktadır (Doğan, 2025). Bu bağlamda oyun temelli öğrenme, zorluklar, ödüller, rekabet, geri bildirim ve etkileşim gibi oyun unsurlarını öğrenme sürecine entegre ederek öğrencilerin motivasyonunu ve derse katılımını artıran etkili bir pedagojik yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Katual, Drevin & Goede, 2023). Oyun temelli öğrenme, eğitsel içeriğin oyun deneyimiyle bütünleştirilmesi yoluyla öğrenciler için sürükleyici bir öğrenme ortamı sunmakta; dijital, çevrim içi veya fiziksel oyun türleriyle farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin sürece aktif katılımını kolaylaştırmaktadır (Plass, Homer & Kinzer, 2015a). Ayrıca bu yaklaşım, stratejik düşünme, karar verme ve iş birliği gibi üst düzey becerilerin gelişimine katkı sağlamaktadır (Katual, Drevin & Goede, 2023). Oyun temelli öğrenme ortamları, soyut kavramların deneyimlenmesine imkân tanıyarak öğrenmeyi somutlaştırmakta ve kurallar, hedefler, geri bildirim ile etkileşim gibi temel unsurlarıyla ilgi çekici bir öğrenme deneyimi oluşturmaktadır (Zeng et al., 2020).

Oyunlaştırma ise oyun temelli öğrenmeden farklı olarak, oyun tasarım öğelerinin oyun dışı bağlamlarda kullanılmasıyla öğrenme sürecini daha etkileşimli ve motive edici hâle getiren bir yaklaşım olarak dikkat çekmektedir. Puanlar, rozetler, seviyeler ve liderlik tabloları gibi oyunlaştırma unsurları, öğrencilerin öğrenme sürecine katılımını teşvik etmekte ve öğrenme çıktılarını geliştirmektedir (Dewi, Asnur & Ambiyar, 2023). Ayrıca oyun, çocukların sosyal uyum, birlikte çalışma ve duygularını ifade etme gibi sosyal-duygusal becerilerini geliştirmede önemli bir araç olup, doğrudan deneyime dayalı yapısıyla bireylerin yetkinliklerini artıran doğal bir öğrenme ortamı sunmaktadır (Sohrabi, 2021).

Eğitsel oyunlar ise öğrencilerin belirli kavram ve becerileri eğlenceli, motive edici ve etkileşimli bir süreç içinde öğrenmelerini sağlayan yapılandırılmış oyun temelli etkinliklerdir. Fen bilimleri gibi soyut konuların somutlaştırılmasına yardımcı olarak öğrencilerin merakını uyandırır, derse yönelik ilgiyi artırır ve öğrenme sürecini daha anlamlı hâle getirir. Bu oyunlar, öğrencilerin aktif katılımını destekleyen, problem çözme, iş birliği ve yaratıcılık gibi becerilerin gelişimine katkı sunan pedagojik araçlar olarak tanımlanmaktadır (Varzikioğlu, 2023). Eğitsel oyunların iki aşamalı yapısı, farklı disiplinlerden gelen bilgilerin karar verme süreçlerinde kullanılmasını ve öğrencilerin verdikleri kararların sonuçlarını oyun ortamında deneyimleyerek test etmelerini sağlayarak motivasyonu artırmakta ve öğrenmeyi desteklemektedir (Adipat et al., 2021). Bu nedenle fen öğretiminde oyun temelli yaklaşımların etkilerini incelemek, hem kuramsal hem de uygulamalı açıdan önem taşımaktadır.

2. Materyal ve Method

Bu araştırmada, eğitsel oyunlara dayalı öğretim uygulamalarının öğrencilerin dolaşım sistemi konusundaki akademik başarıları ile fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisini ortaya koymak amacıyla yarı deneysel bir araştırma deseni benimsenmiştir. Çalışmada ön test–son test ölçümlerini içeren kontrol gruplu bir yapı kullanılmış ve deneysel sürece başlanmadan önce katılımcılar yansız atama yoluyla deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Uygulama süreci kapsamında her iki gruptaki öğrencilere de uygulama öncesinde ve sonrasında

ölçümler yapılmıştır (Karasar, 2011). Veri toplama sürecinde, öğrencilerin dolaşım sistemi konusuna ilişkin akademik başarı düzeylerini belirlemek amacıyla Dolaşım Sistemi Akademik Başarı Testi (DSABT) ile fen bilimleri dersine yönelik tutumlarını değerlendirmek için Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ölçeği (FDYTÖ) kullanılmıştır. Deney grubunda öğretim süreci eğitsel oyun temelli etkinlikler çerçevesinde yürütülürken, kontrol grubunda dersler yürürlükteki öğretim programı esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.1. Araştırma Evreni ve Örneklem

Bu araştırma, 2022–2023 eğitim-öğretim döneminde Erzurum ilindeki bir ortaokulda öğrenim görmekte olan altıncı sınıf düzeyindeki 40 öğrenci üzerinde yürütülmüştür. Araştırma sürecinde yer alan öğrenciler, yansız atama ilkesi doğrultusunda deneysel uygulamanın gerçekleştirildiği grup (n = 20) ile karşılaştırma amacıyla oluşturulan kontrol grubu (n = 20) şeklinde yapılandırılmıştır.

2.1.1. Örneklem Seçimi

Çalışma grubunda yer alan öğrenciler, kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle belirlenen bir ortaokuldan seçilmiştir. Araştırmaya dâhil edilen altıncı sınıf öğrencileri, yansız atama yoluyla deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesinde akademik başarı ve fen dersine yönelik tutum açısından birbirine denk olduğu belirlenmiştir.

2.2. Süreç / Veri Toplama

Araştırma süreci ön test, uygulama ve son test olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol gruplarına, uygulama öncesinde Dolaşım Sistemi Akademik Başarı Testi (DSABT) ve Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ölçeği (FDYTÖ) ön test olarak uygulanmıştır.

DSABT, MEB'in dolaşım sistemi kazanımları temel alınarak hazırlanmış ve kapsam geçerliğini sağlamak için bir fen eğitimi uzmanının görüşü alınmıştır. Uzman düzeltmeleri sonrası oluşturulan 25 maddelik test, 7. sınıftan 140 öğrenciyle pilot uygulanmıştır. Pilot çalışma sonucunda güvenilirliği düşüren madde bulunmamış; yapılan analizlerde testin KR-20 güvenirlik katsayısı .838 olarak hesaplanmış olup, çoktan seçmeli testlerde iç tutarlılığı belirlemede yaygın olarak kullanılan Kuder–Richardson 20 yöntemine göre .70'in üzerindeki değerler yüksek güvenirliği göstermektedir (Demir & Şenyurt, 2021).

Fen Derslerine Yönelik Tutum Ölçeği, Taşkın ve Aksoy (2019) tarafından ortaokul öğrencilerinin fen derslerine yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla geliştirilmiş 12 maddelik, 5'li Likert tipinde bir ölçektir. Erzurum'da olasılıklı küme örnekleme ile seçilen 196 öğrenciye uygulanmıştır. AFA ve DFA sonuçları ölçeğin üç faktörlü bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. KMO değeri .85, ölçeğin genel Cronbach Alfa katsayısı .86'dır. Kalaycı'nın (2010) ölçütlerine göre ölçek ve alt boyutları yüksek düzeyde güvenilirlerdir.

Uygulama süreci toplam 4 hafta sürmüş ve dersler araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Deney grubunda dolaşım sistemi konusu, eğitsel oyun temelli öğretim yaklaşımı doğrultusunda planlanan etkileşimli oyun etkinlikleri aracılığıyla işlenmiştir. Kontrol grubunda ise dersler, Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) öğretim programı temel alınarak, program odaklı ve geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak yürütülmüştür. Her iki grupta da öğretim süreci ders kitabı temelli etkinliklerle desteklenmiştir. Uygulamanın tamamlanmasının ardından, her iki gruba da aynı ölçme araçları son test olarak yeniden uygulanmış ve elde edilen veriler analiz edilmek üzere kaydedilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analiz edilmesi sonucunda ulaşılan bulgular ile bu bulgulara ilişkin tartışmalar aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 1. Deney ve Kontrol Grubunun Ön test -Son test Normallik Testi Sonuçları

	Gruplar	Shapiro –Wilk		
		Statistic	df	Sig.(p)
FDYTÖ (Ön test)	DG	0,968	20	0,705
	KG	0,953	20	0,415
FDYTÖ (Son test)	DG	0,897	20	0,036
	KG	0,938	20	0,220
DSABT (Ön test)	DG	0,964	20	0,625
	KG	0,935	20	0,189
DSABT (Son test)	DG	0,888	20	0,025
	KG	0,938	20	0,219

Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanlarının normal dağılıma uygunluğunu belirlemek amacıyla Shapiro–Wilk normallik testi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, FDYTÖ ve DSABT ön test puanlarında her iki grubun da normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($p > ,05$). Ancak son test sonuçlarında deney grubuna ait FDYTÖ ($p = ,036$) ve DSABT ($p = ,025$) puanlarının normal dağılım varsayımını sağlamadığı, kontrol grubuna ait son test puanlarının ise normal dağılım gösterdiği görülmüştür ($p > ,05$).

Tablo 2. Veri Toplama Araçlarının Varyans Homojenliği

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
FDYTÖ (Ön test)	4,034	1	38	0,052
FDYTÖ (Son test)	0,616	1	38	0,437
DSABT (Ön test)	0,427	1	38	0,518
DSABT (Son test)	0,039	1	28	0,845

Veri toplama araçlarına ilişkin varyans homojenliği Levene testi ile incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, FDYTÖ ön test ($F = 4,034$; $p > ,05$) ve son test ($F = 0,616$; $p > ,05$) puanlarında gruplar arası varyansların homojen olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, DSABT için hem ön test ($F = 0,427$; $p > ,05$) hem de son test ($F = 0,039$; $p > ,05$) sonuçlarında varyansların eşit olduğu görülmüştür. Bu bulgular, gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik testlerin kullanılabileceğini göstermektedir.

Tablo 3: Bağımsız t-testi sonuçları

	t	df	p
FDYTÖ (Ön test)	-0,659	38	0,514
FDYTÖ (Son test)	1,978	38	0,055
DSABT (Ön test)	-3,548	38	0,001
DSABT (Son test)	-0,630	38	0,532

Tablo 3'e göre eğitsel oyun ve geleneksel öğretim gruplarının fen tutum puanları arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçları incelendiğinde, ön test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir ($t(30,97) = -0,659$; $p > ,05$). Bu bulgu, uygulama öncesinde grupların fen tutumları açısından birbirine denk olduğunu göstermektedir. Son test puanlarına ilişkin analizde de varyansların homojen olduğu belirlenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır ($t(38) = 1,978$; $p > ,05$). Bu sonuç, uygulama sonrasında da eğitsel oyun ve geleneksel öğretim gruplarının fen tutum düzeylerinin benzer olduğunu ve uygulamanın gruplar arasında tutum açısından farklılaştırıcı bir etki oluşturmadığını göstermektedir.

Tablo 4. Dolaşım Sistemi Akademik Başarı Son Testine Ait ANCOVA sonuçları

Kaynak	Karelerin Toplamı	sd	Karelerin Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü
Düzeltilmiş model	25,340 ^a	17	1,491	2,237	0,039	0,634
Kesişim	14,575	1	14,575	21,873	0.000	0,499
DSABT (Ön test)	6,873	1	6,873	10,315	0,004	0,319
DSABT (Son test)	15,385	16	0,962	0,443	0,209	0,512
Hata	14,660	22	0,666			
Toplam	400,000	40				
Düzeltilmiş Toplam	40,000					

Tablo 4'te sunulan ANCOVA sonuçlarına göre, ön test puanları kontrol altına alındığında düzeltilmiş modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F(17,22)=2,237$; $p=0,039$). Ön test puanlarının (DSABT ön test) son test akademik başarı puanları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ($F(1,22)=10,315$; $p=0,004$). Buna karşın, ön test puanları kontrol edildiğinde gruplar arasında dolaşım sistemi akademik başarı son test puanları açısından anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Bu bulgu, uygulamanın gruplar arasında benzer düzeyde bir etki oluşturduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada elde edilen bulgular, eğitsel oyun temelli öğretim ile geleneksel öğretimin öğrencilerin fen tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir. Uygulama öncesi ve sonrasında gruplar arasında benzer tutum düzeylerinin korunması, fen tutumlarının kısa süreli öğretim uygulamalarıyla değişmesinin sınırlı olduğunu düşündürmektedir. Alan yazında fen tutumunun uzun süreçte şekillenen bir yapı olduğu vurgulanmaktadır (Osborne, Simon & Collins, 2003). Fen tutumları açısından anlamlı bir farkın ortaya çıkmaması, eğitsel oyunların etkisinin uygulama süresi ve öğretim sürecinin niteliğine bağlı olabileceğine işaret etmektedir. Nitekim bazı çalışmalarda eğitsel oyunların öğrenme sürecini desteklediği, ancak bu etkinin her zaman tutum puanlarına yansımadağı belirtilmektedir (Ke, 2009; Papastergiou, 2009). Akademik başarıya ilişkin sonuçlar, öğrencilerin ön bilgi düzeylerinin son test başarıları üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Ön test puanlarının anlamlı bir yordayıcı olması, öğrenmenin mevcut bilişsel yapıların üzerine inşa edildiğini ortaya koymaktadır (Ausubel, 1968; Novak, 2010). Ön test etkisi kontrol edildiğinde gruplar arasında anlamlı bir farkın bulunmaması ise eğitsel oyun temelli öğretimin bu çalışma kapsamında geleneksel öğretimle benzer düzeyde etkili

olduğunu düşündürmektedir (Wouters et al., 2013).

4. Sonuçlar

Bu araştırmada, eğitsel oyun temelli öğretim ile geleneksel öğretimin öğrencilerin fen tutumları ve akademik başarıları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, her iki öğretim yaklaşımının fen tutumları ve akademik başarı açısından benzer etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin ön bilgi düzeylerinin akademik başarı üzerinde belirleyici bir rol oynadığı belirlenmiştir.

Bu doğrultuda, eğitsel oyunların fen öğretiminde destekleyici bir yöntem olarak daha uzun süreli ve planlı biçimde uygulanması önerilmektedir. Gelecek araştırmalarda farklı sınıf düzeylerinde, farklı konu alanlarında ve değişik oyun türleri kullanılarak yapılacak çalışmaların, eğitsel oyunların etkililiğine ilişkin daha kapsamlı sonuçlar ortaya koyacağı düşünülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin eğitsel oyunları ders süreçlerine nasıl entegre ettiklerine odaklanan nitel çalışmaların alana katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Kaynakça

- Adipat, S., Laksana, K., Busayanon, K., Asawasowan, A., & Adipat, B. (2021). Engaging students in the learning process with game-based learning: The fundamental concepts. *International Journal of Technology in Education*, 4(3), 542–552. <https://doi.org/10.46328/ijte.169>
- Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M. (2016). Educational gamification vs. game-based learning: Comparative study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 7(4), 132–136.
- Dewi, I. P., Asnur, L., & Ambiyar. (2023). Gamification: Learning outcomes with game elements. In *Proceedings of the 9th International Conference on Technical and Vocational Education and Training (ICTVET 2022)* (pp. 96–107). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-050-3_11
- Doğan, R. N. (2025). *Fen bilimleri dersi canlılar dünyası ünitesinde eğitsel oyunların kullanılmasının 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karasar, N. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemi* (22. baskı). Nobel.
- Katual, D., Drevin, L., & Goede, R. (2023). *Game-based learning to improve critical thinking and knowledge sharing: Literature review*. *Journal of the International Society for the Systems Sciences*, 67. <https://journals.issn.org/index.php/jisss/article/view/4170/version/3718>
- Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. In R. E. Ferdig (Ed.), *Handbook of research on effective electronic gaming in education* (pp. 1–32). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-808-6.ch001>
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.

<https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>

- Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Sohrabi, T. (2021). Power of play: How playing affects cooperation skills. *Brock Education: A Journal of Educational Research and Practice*, 31(1), 70–90. <https://journals.library.brocku.ca/brocked/index.php/home/article/view/889>
- Varzikioğlu, D. (2023). *Astronomi etkinlikleri ve eğitsel oyunlarla zenginleştirilmiş öğretimin astronomi başarısına ve tutumuna etkisi* (Tez No. 776118) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249–265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>
- Zeng, H., Zhou, S.-N., Hong, G.-R., Li, Q.-Y., & Xu, S.-Q. (2020). Evaluation of interactive game-based learning in physics domain. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 484–498. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1264663.pdf>

Rethinking Göbekli Tepe: A Neolithic Mega-Trap System for Cooperative Hunting?

M. Şahin BÜLBÜL¹ 

¹ Dede Korkut Education Faculty, Kafkas University, Kars, Türkiye, msahinbulbul@gmail.com

ABSTRACT

Göbekli Tepe has long been interpreted as an early ritual or ceremonial center; however, its architectural characteristics and spatial composition allow space for alternative functional explanations. This study proposes a new perspective suggesting that the circular, semi-subterranean enclosures may have served as large-scale communal hunting traps rather than purely cultic structures. The arrangement of T-shaped pillars is reconsidered as directional elements that guided herd animals toward enclosed pit-like areas, enabling efficient capture and immediate processing of fresh game. By analyzing settlement layout patterns and drawing ethnographic parallels from cooperative hunting traditions, this paper offers a subsistence-oriented reinterpretation of Göbekli Tepe. The hypothesis provides a fresh framework for rethinking early social cooperation, organization, and emerging sedentism in Pre-Pottery Neolithic societies.

Keywords: Göbekli Tepe, Cooperative Hunting, Neolithic Architecture

1. Introduction

The timeframe between roughly 9600 and 8200 BCE marks a pivotal transitional phase in human prehistory, just before and during the earliest stages of the Neolithic era in the Near East. This period followed the end of the Last Glacial Maximum, when the global climate became warmer and more stable, facilitating major ecological changes such as the spread of grasslands, woodlands, and new animal populations (Ayaz, Çelik & Çakmak, 2022). Human groups, previously highly mobile hunter-gatherers, began experimenting with more permanent or semi-permanent settlements, as seen in the Levant, Upper Mesopotamia, and Anatolia. Communities like those at Göbekli Tepe engaged in complex social and ritual activities that challenge earlier assumptions about the sequence of human development, as monumental architecture appeared even before widespread agriculture (Curry, 2008). Subsistence strategies diversified with the increased management and selective harvesting of wild cereals, legumes, and herd animals, laying the foundations for later domestication. Technological sophistication advanced notably through finely crafted lithic tools, ground stone objects, and early symbolic artifacts, indicating growing specialization and social organization. Overall, 9600–8200 BCE represents a dynamic and transformative chapter in human history, where environmental stability and cultural innovation converged to reshape the trajectory of civilization (Knitter et al., 2019).

The central scientific problem presented by Göbekli Tepe is that it fundamentally challenges the long-accepted sequence of human cultural development. According to the traditional anthropological model, agriculture emerged first, leading people to settle in permanent villages, and only afterward did monumental religious architecture,

specialized labor, and complex social structures appear (Dietrich et al., 2019). Göbekli Tepe disrupts this narrative. Dating between approximately 9600 and 8200 BCE, the large T-shaped pillars, circular enclosures, and rich symbolic carvings were constructed before the widespread adoption of agriculture. This raises key questions: Who organized and carried out the construction of such a demanding architectural project? How could a community of hunter-gatherers sustain the labor, coordination, and shared belief system needed for large-scale ritual spaces? Why did they invest so much effort into a sacred center rather than food production? The deliberate burial of older structures and the construction of new ones over many centuries indicate that Göbekli Tepe served as a long-lasting ceremonial hub rather than a temporary site. Consequently, Göbekli Tepe is not only the earliest known monumental architecture, but also a site that forces researchers to reconsider the origins of civilization itself. It suggests that the driving force behind settled life and early societal organization may not have been agriculture alone, but powerful shared beliefs and ritual practices that paved the way for the development of farming, permanent settlements, and ultimately complex societies (Kinzel & Clare, 2020).

2. A New Alternative Hypothesis

A Neolithic Mega-Trap System for Cooperative Hunting proposes a new interpretation of large circular enclosures such as those found at Göbekli Tepe. Instead of viewing these impressive stone structures primarily as temples or exclusively ritual spaces, this perspective suggests they may have functioned as sophisticated hunting traps designed for capturing and controlling large herds of wild animals (Fig. 1). During the transition from mobile hunter-gatherer groups to communities experimenting with permanent settlement, cooperative hunting would have been essential for feeding a growing population. Monumental stone pillars, high walls, and sunken enclosures could have created controlled pathways that directed animals into confined spaces where they were more easily hunted. This model explains the repeated reconstruction and burial of enclosures as maintenance or redesign of a working hunting system rather than purely symbolic behavior. It also aligns with regional evidence of mass hunting practices seen in other prehistoric contexts, where architectural manipulation of landscape enabled large and predictable yields of meat. Viewing Göbekli Tepe as part of a mega-trap system shifts the narrative of early civilization toward the idea that economic strategies for securing food surplus, combined with social coordination, may have been powerful forces driving technological innovation and collective identity long before domesticated agriculture fully emerged.



Figure 1. Simulation of the new alternative hypothesis.

2.1. Strengths

One major strength of the Neolithic Mega-Trap System hypothesis is that it provides a clear functional explanation for monumental architecture that has often been interpreted in purely ritual or symbolic terms. While religious interpretations can be compelling, they sometimes rely on speculative arguments that are difficult to verify archaeologically. This theory instead connects the structures to a direct economic purpose, integrating them into the subsistence strategies of early human communities. The idea that these enclosures served as part of a large-scale hunting mechanism makes use of their physical features, such as stone walls, circular layouts, and confined spaces, which could have guided and contained animals. By grounding the interpretation in practical human needs such as food security, the model strengthens the overall plausibility of why such massive constructions would be undertaken by hunter-gatherer societies with limited technological resources.

Another important strength of the model is that it closely aligns with what is known about cooperative hunting practices and early social organization during the Pre-Pottery Neolithic. Successful large-game hunting required coordination, communication, and shared labor, all of which fostered stronger social bonds and structured group behavior. This interpretation suggests that the construction and maintenance of monumental enclosures could have been a natural extension of established cooperative strategies, rather than an abrupt leap in cultural complexity. It also provides a framework for understanding how large gatherings at sites like Göbekli Tepe contributed to the development of group identity and division of labor. Through this lens, architectural innovation becomes intertwined with the gradual intensification of resource management, offering a more holistic view of how economic, social, and technological changes worked together to shape the earliest stages of human civilization.

2.2. Challenges and criticisms

A frequently raised criticism of the Neolithic Mega-Trap System hypothesis is that the level of architectural sophistication seems excessive for structures that would function primarily as hunting traps. The finely carved animal reliefs, carefully smoothed stone surfaces, and the geometric regularity of enclosures are often cited as evidence that these spaces must have been designed mainly for ritual or symbolic purposes rather than for the messy, unpredictable realities of mass hunting. However, it is possible to argue that such elaborate stonework could itself serve functional roles within a hunting context. Highly visible reliefs and contrasting shapes on the pillars and walls might have altered how moving animals perceived the space when they were already stressed, running or being driven by hunters, creating visual confusion or funneling effects that made it easier to steer or separate them. Different zones of an enclosure could thus be marked visually to help hunters distinguish injured, strong, or specific target animals, which would make refined craftsmanship compatible with both symbolic and practical goals. In this view, the aesthetic quality of the architecture does not automatically exclude a subsistence function and may instead reveal a complex interplay between practicality, social meaning, and display.

Another challenge concerns the anthropomorphic features of the T-shaped pillars, which often include stylized arms, hands, belts, and sometimes clothing-like elements. Critics argue that such humanlike attributes are far more consistent with representations of deities, ancestors, or mythic beings than with simple utilitarian infrastructure for hunting. Yet the presence of anthropomorphic traits does not necessarily contradict a functional role in coordinated hunting. If the pillars symbolized powerful hunters, protective spirits, or ancestral leaders, their embodiment in the architecture could have reinforced group cohesion and focus during dangerous and labor-intensive drives. The T-pillars, given their height and arrangement, might also have had a practical dimension as vantage points or narrow walkways that hunters could use to move above the animals, shout, signal, or drop projectiles in safer and more controlled ways while guiding the herd through specific corridors (Fig. 2). Thus, the humanlike attributes of the pillars may have supported a dual function, at once embodying social and cosmological meanings while also integrating with the physical choreography of cooperative hunting.



Figure 2. T-shaped pillars

A further criticism is that many structural details appear more ritual oriented than trap functional, and that the archaeological evidence such as animal bone distributions and use wear traces has not yet been fully analyzed in support of a hunting system. Some enclosures seem enclosed or segmented in ways that might limit the efficient movement of large herds, and features like central pillars, benches, and carefully prepared floors are often interpreted as settings for ceremonies rather than for animal processing. Proponents of the mega-trap hypothesis would respond that architecture can evolve from an initially practical purpose into increasingly formalized and ceremonial forms as communities revisit and monumentalize successful strategies. Repeated use of a space for cooperative hunting could gradually layer symbolic practices, commemorations, and seasonal gatherings onto a once utilitarian layout, leading to structural elaborations that look ritual first to modern observers. At the same time, the hypothesis openly acknowledges that its credibility depends on detailed zooarchaeological and micro-wear studies, including patterns of butchery marks, species composition, age profiles, and spatial clustering of remains. If future analyses show concentrations of specific prey species, evidence of repeated mass kills, and tool wear consistent with large scale processing, this would strengthen the case that ritual and function were intertwined and that the monumental architecture could indeed have originated as part of a sophisticated cooperative hunting system rather than as purely symbolic temples.

3. Conclusions

The reinterpretation of Göbekli Tepe as part of a Neolithic mega-trap system extends the discussion of early monumental architecture beyond purely symbolic explanations and introduces a practical framework grounded in cooperative subsistence strategies. By suggesting that the circular, semi-subterranean enclosures and towering pillars contributed to the coordinated capture and processing of wild game, this approach integrates the site into the economic realities of Pre-Pottery Neolithic communities. It emphasizes that large-scale architecture could emerge not only from ritual motivations but also from the shared necessities of survival, collective labor investment, and

long-term resource planning. This view encourages researchers to consider how utilitarian needs and spiritual beliefs may have coexisted and mutually reinforced one another as early societies experimented with new forms of settlement and social cohesion. The hypothesis therefore widens the scope of inquiry, positioning Göbekli Tepe at the intersection of environmental adaptation, technological ingenuity, and evolving social organization during a transformative period in human history.

At the same time, this proposal highlights the need for deeper archaeological analysis to validate or refine its claims. Zooarchaeological evidence, bone distribution, species selection patterns, and material use-wear studies will be essential for determining whether large herd-kill events and intensive processing truly occurred within or around the enclosures. Even if ritual activities played a central role, the possibility that function and belief were intertwined remains strong, as many prehistoric societies embedded practical actions within cosmological meaning. Future interdisciplinary research involving architecture, landscape archaeology, animal behavior studies, and experimental simulations could further clarify how the physical layout of Göbekli Tepe operated in real hunting scenarios. Ultimately, whether interpreted as a sacred ceremonial complex, a powerful social gathering place, or a cooperative hunting installation, Göbekli Tepe continues to reshape our understanding of the origins of civilization by demonstrating that early human innovation was driven by both economic survival and collective imagination.

References

- Ayaz, O., Çelik, B., & Çakmak, F. (2022). “Status society”: Sociological thinking of Göbekli Tepe and Karahan Tepe in the context of social stratification. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 1(56), 122-142.
- Curry, A. (2008). Gobekli Tepe: The world’s first temple. *Smithsonian Magazine*, 3, 1-4.
- Dietrich, O., Notroff, J., Walter, S., & Dietrich, L. (2019). Markers of “Psycho-Cultural” Change: The Early-Neolithic Monuments of Göbekli Tepe in Southeastern Turkey. In *Handbook of Cognitive Archaeology* (pp. 311-332). Routledge.
- Kinzel, M., & Clare, L. (2020). Monumental—compared to what? A perspective from Göbekli Tepe. *Monumentalising life in the Neolithic: Narratives of change and continuity*, 29-48.
- Knitter, D., Braun, R., Clare, L., Nykamp, M., & Schütt, B. (2019). Göbekli Tepe: a brief description of the environmental development in the surroundings of the UNESCO World Heritage Site. *Land*, 8(4), 72.

Content Analysis of Metaphor Studies in Mathematics Education

Pınar Gözaydın¹  Keziban Orbay² 

¹ Institute of Science, Amasya University, Amasya, Türkiye, pinargozaydin55@gmail.com

² Faculty of Education, Amasya University, Amasya, Türkiye, keziban.orbay@amasya.edu.tr

ABSTRACT

The aim of this study is to systematically examine research articles in the DergiPark database that focus on metaphor use in mathematics education. A total of 33 articles published between January 2012, and October 2025 were included. The study employed document analysis, a qualitative research approach, and the data were analyzed using content analysis. Articles were classified by publication year, journal, sample group, research method, and number of authors. The findings indicate that metaphor studies were most frequent in 2023. Most studies adopted qualitative designs, with samples predominantly consisting of prospective teachers. Additionally, two-author articles were the most common, and “Life” emerged as the most frequently used metaphor for the concept of mathematics. In conclusion, it is recommended that future research diversify sample groups and promote the use of mixed method designs to advance the study of metaphors in mathematics education.

Keywords: Mathematics education, Metaphor, Content analysis

Matematik Eğitiminde Metafor Çalışmalarına Yönelik İçerik Analizi

Pınar Gözaydın¹  Keziban Orbay² 

¹ Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, pinargozaydin55@gmail.com

² Eğitim Fakültesi, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, keziban.orbay@amasya.edu.tr

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, DergiPark veri tabanında yayımlanan ve matematik eğitimi alanında metafor kullanımını konu edinen çalışmaları sistematik incelemektir. Bu doğrultuda, DergiPark veri tabanında Ocak 2012- Ekim 2025 tarihleri arasında yayımlanan 33 makale belirlenmiştir. Çalışmada, nitel araştırma yaklaşımlarından doküman incelemesi yöntemi kullanılmış ve veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. İncelenen makaleler; yayın yılı, yayımlandığı dergi, örneklem grubu, araştırma yöntemi ve yazar sayısı gibi kategoriler açısından sınıflandırılmıştır. Bulgular, metafor çalışmalarının en fazla 2023 yılında gerçekleştirildiğini, büyük çoğunluğunun nitel yöntemle yürütüldüğünü, örneklemlerinin ağırlıklı olarak öğretmen adaylarından oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca makalelerin en çok 2 yazarlı olduğu ve en sık kullanılan metaforun ise “Yaşam/Hayat” olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, matematik eğitimi alanında metafor çalışmalarının farklı örneklem grupları ile çeşitlendirilmesi ve karma yöntemli çalışmaların artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematik eğitimi, Metafor, İçerik analizi

1.Giriş

Matematik; soyut düşünceleri düzenli, anlaşılır ve sistemli bir biçimde ifade etmeye imkân tanıyan ortak bir dil, kültür ve aynı zamanda bir yazılım temeli niteliğindedir (Çekici ve Yıldırım, 2011). Öğrencilerin öğrenmesi gereken temel derslerden biri olan matematik, birçok öğrenci tarafından kavranması zor bir ders olarak

görülmektedir (Peker ve Mirasyedioğlu, 2003). Matematiğe yönelik olumsuz tutumların yanı sıra olumlu tutumlar da mevcuttur (Deniz ve Cıtdır, 2020; İlhan, Gemcioğlu ve Poçan, 2021). Bireylerin geliştirdiği olumlu veya olumsuz tutumları, zihinlerinde yer alan düşünceleri, bu düşüncelerin nedenlerini ortaya koymak ve konuya ilişkin daha derin bir bilgi birikiminin oluşmasına katkı sağlamak amacıyla metaforlar kullanılmaktadır (Çırak-Kurt ve Yıldırım, 2020). Metaforlar; günlük dilde ifade etmeyi ve anlamayı kolaylaştıran, sanat eserlerinde söze estetik bir boyut kazandıran, eğitim-öğretim sürecinde ise kalıcı öğrenmeyi destekleyen, çeşitli ve çok yönlü anlatım öğeleridir (Demir ve Yıldırım, 2019). Arslan ve Bayrakçı (2006), çalışmasında öğrencilerin özellikle güçlük içeren kavram ve terimleri daha iyi kavramalarında, soyut bilgilerin zihinde somutlaştırılması ve görselleştirilmesinde metaforların oldukça işlevsel olduğunu, öğrenilen bilgilerin hafızada daha uzun süre tutulmasına ve daha kolay hatırlanmasına katkı sağladığını; aynı zamanda öğrenmeye yönelik motivasyonu artırıcı bir rol üstlendiğini ortaya koymuştur. Metaforlar öğrencilerin matematik olgusuna ilişkin sahip oldukları zihinsel imgeleri anlamada, ortaya çıkarmada kuvvetli birer araştırma aracı olarak kullanılabileceğinden (Bahadır ve Özdemir, 2012), matematiğin soyut bir disiplin olması nedeniyle, öğrencilerin bu derse yönelik algılarını ortaya çıkarmak için başvurulabilecek araçlardan biridir. Dolayısıyla matematik eğitimi alan yazınında metafor çalışmaları yer almaktadır.

Bu araştırmanın amacı, DergiPark veri tabanında yayımlanan ve matematik eğitimi alanında metafor kullanımını konu edinen çalışmaları sistematik incelemektir. Bu doğrultuda, DergiPark veri tabanında Ocak 2012 - Ekim 2025 tarihleri arasında yayımlanan 33 makale kapsama alınmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın alt problemlerine aşağıda yer verilmiştir:

Matematik eğitimi alanında metafor kullanımını konu edinen makaleler/makalelerde,

- 1-Hangi yıllara aittir?
- 2-Hangi dergilerde yayımlanmıştır?
- 3-Hangi örneklem grupları ile çalışılmıştır?
- 4-Hangi araştırma yöntemi kullanılmıştır?
- 5-Kaç yazarlıdır?
- 6-En çok kullanılan metaforlar nelerdir?

2.Yöntem

Bu araştırmanın amacı, DergiPark veri tabanında yayımlanan ve matematik eğitimi alanında metafor kullanımını konu edinen çalışmaları sistematik incelemektir. Çalışmada, nitel araştırma yaklaşımlarından doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırmalar, nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, mevcut durum ve olgulara herhangi bir müdahale yapılmaksızın, onların doğal ortamı içinde gerçekçi ve kapsamlı bir biçimde ortaya konulmasını amaçlayan bir süreci ifade etmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Araştırmanın veri kaynağını, DergiPark veri tabanında yayımlanan ve matematik eğitimi alanında metafor kullanımını ele alan makaleler oluşturmaktadır. Araştırma kapsamına, DergiPark veri tabanında ‘matematik’, ‘metafor’, ‘mathematics’ ve ‘metaphor’ anahtar kelimeleri ile taranan, Ocak 2012 ile Ekim 2025 tarihleri arasında yayımlanan toplam 33 makale incelemeye dâhil edilmiştir.

Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizinde amaç, benzer özellikler taşıyan verileri belirlenen kavramlar ve temalar doğrultusunda gruplandırmak, bu grupları sistemli bir şekilde sunmak ve elde edilen bulguları okuyucunun anlayabileceği biçimde yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Araştırmanın verilerini oluşturan makaleler, araştırmacılar tarafından geliştirilen “Makale İnceleme Formu” kullanılarak sınıflandırılmıştır. Makale inceleme formunda; yayın yılı, yayınlandığı dergi, örneklem grubu, araştırma yöntemi ve yazar sayısı başlıkları yer almaktadır. İncelenen makaleler M1, M2, M3, ..., M33 şeklinde kodlanmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak belirtilen başlıklar doğrultusunda frekans ve yüzde dağılımlarını gösteren tablolar oluşturulmuştur.

3.Bulgular

Bu bölümde, analiz edilen 33 makaleden elde edilen veriler, belirlenen alt problemlere göre sınıflandırılarak sunulmuştur. Bulgular, yayın yılı, yayınlandığı dergi, örneklem grubu, tercih edilen araştırma yöntemi ve yazar sayısı çerçevesinde değerlendirilmiş ve her başlığa ilişkin frekans ve yüzde dağılımlarını gösteren tablolar oluşturulmuştur.

Tablo 5. Makalelerin yıllarına ilişkin veriler

Yıl	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
2012	M1	1	3,03
2013	M2	1	3,03
2015	M3	1	3,03
2016	M4, M5	2	6,06
2017	M6, M7, M8	3	9,09
2018	M9, M10	2	6,06
2019	M11, M12	2	6,06
2020	M13, M14, M15, M16	4	12,12
2021	M17, M18, M19	3	9,09
2022	M20, M21, M22, M23, M24	5	15,15
2023	M25, M26, M27, M28, M29, M30	6	18,18
2024	M31, M32	2	6,06
2025	M33	1	3,03
Toplam		33	100

Tablo 1’de bu çalışmada incelenen makaleler yayın yılına göre değerlendirilmiştir. Makalelerin en çok yapıldığı yılın 2023 (f=6) olduğu ve 2014 yılında ise hiçbir yayının yapılmadığı görülmektedir.

Tablo 6. Makalelerin yayınlandığı dergilere ilişkin veriler

Dergi İsimleri	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
Anadolu Eğitim Liderliği ve Öğretim Dergisi	M19	1	3,03
AJER - Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi	M15	1	3,03
Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi	M23	1	3,03
Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M5, M7	2	6,06
Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi	M24	1	3,03
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M16, M31	2	6,06
Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M11	1	3,03
Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M4, M10	2	6,06
Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi	M26	1	3,03
International Journal of Educational Studies in Mathematics	M13	1	3,03
International Journal of Mardin Studies	M12	1	3,03
International Journal of Psychology and Educational Studies	M32	1	3,03
İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi	M22	1	3,03
İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M21	1	3,03
Journal of Computer and Education Research	M28	1	3,03

Dergi İsimleri	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
Journal of Interdisciplinary Education: Theory and Practice	M33	1	3,03
Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi	M8, M9	2	6,06
Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi	M25	1	3,03
Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M18	1	3,03
Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi	M3, M17	2	6,06
NWSA-Education Sciences	M2	1	3,03
ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi	M29	1	3,03
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M20	1	3,03
Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M6	1	3,03
Trakya Eğitim Dergisi	M30	1	3,03
Uluslararası Alan Araştırmaları Dergisi	M1	1	3,03
Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi	M27	1	3,03
Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi	M14	1	3,03
Toplam		33	100

Tablo 2’de matematik eğitiminde metafor çalışmasını konu edinen makalelerin yayınlandığı dergiler incelenmiştir. En fazla makale yayınlatılan dergiler Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (f=2), Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (f=2), Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (f=2), Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (f=2) ve Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (f=2) olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Makalelerin örneklem grubuna ilişkin veriler

Örneklem Grubu	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
Öğretmen adayları	M2, M5, M7, M8, M9, M10, M12, M17, M18, M19, M21, M24, M25, M29, M33	15	45,45
Eğitim fakültesi dışında öğrenim gören üniversite öğrencileri	M26, M30	2	6,06
İlköğretim 4. Sınıf öğrencileri	M6, M11, M13	3	9,09
Ortaokul öğrencileri	M1, M3, M4, M14, M16, M20, M27, M28, M32	9	27,27
Lise Öğrencileri	M15, M22, M23, M31	4	12,12
Toplam		33	100

Tablo 3’te araştırmada incelenen makalelerin örneklem grupları değerlendirilmiştir. En çok çalışılan örneklem grubunun öğretmen adayları (f=15) olduğu görülmektedir.

Tablo 8. Makalelerde kullanılan araştırma yöntemlerine ilişkin veriler

Yöntem	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
Nitel	M2, M3, M4, M5, M6, M8, M9, M12, M14, M15, M16, M17, M18, M19, M21, M22, M23, M24, M25, M26, M27, M28, M29, M30, M31, M32	26	78,79
Nicel	M7, M13	2	6,06
Karma	M1, M10, M11, M20, M33	5	15,15
Toplam		33	100

Tablo 4’te araştırmada incelenen makalelerde kullanılan araştırma yöntemleri değerlendirilmiştir. En çok kullanılan yöntemin nitel araştırma yöntemi (f=26) olduğu görülmektedir.

Tablo 9. Makalelerin yazar sayılarına ilişkin veriler

Yazar Sayısı	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
1	M2, M3, M7, M13, M15, M18, M19, M30	8	24,24
2	M1, M4, M6, M9, M11, M12, M14, M16, M17, M20, M21, M23, M26, M28, M29, M31	16	48,48

Yazar Sayısı	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
3	M5, M8, M10, M22, M24, M25, M27, M32, M33	9	27,27
Toplam		33	100

Tablo 5’te araştırmada incelenen makalelerin yazar sayıları değerlendirilmiştir. En çok 2 yazarlı makalelerin (f=16) olduğu görülmektedir.

Tablo 10. Makalelerde en çok kullanılan metaforlara ilişkin veriler

Metafor	Kod	Frekans (f)	Yüzde (%)
Hesap Makinesi	M1	1	3,03
Bulmaca	M2, M29, M30	3	9,09
Zor/Karmaşık	M3, M18, M23, M28	4	12,12
Yaşam/Hayat	M4, M8, M9, M10, M12, M16, M19, M21, M26, M31	10	30,30
Puzzle	M5, M25, M33	3	9,09
Alışveriş	M6	1	3,03
Güneş	M7	1	3,03
Eğlence	M11	1	3,03
Oyun	M13, M20	2	6,06
Pasta/Pizza	M14	1	3,03
Kış, yılan, ısıpanak, korku filmi, saklambaç, üzgün emoji	M15	1	3,03
Yemek	M17	1	3,03
İşkence	M22	1	3,03
Ağaç	M24	1	3,03
Labirent	M27	1	3,03
Kâbus	M32	1	3,03
Toplam		33	100

Tablo 6’da araştırmada incelenen makalelerde en çok kullanılan metaforlar değerlendirilmiştir. En fazla kullanılan metaforun Yaşam/Hayat (f=10) olduğu görülmektedir.

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

İncelenen makalelerin yayın yıllarına bakıldığında, çalışmaların özellikle 2023 yılında yoğunlaştığı gözlenmektedir. Bu durumda, matematik eğitiminde metafor kavramına yönelik ilginin 2023 yılında arttığı söylenebilir. Araştırma kapsamının ilk yıllarında çalışmaların az olduğu bulgusu, Güner’in (2013) yaptığı alan yazın taramasında ülkemizdeki öğretmen adaylarının matematik kavramlarına yönelik metaforik algılarını araştıran iki çalışma (Güler, Akgün, Öçal ve Doruk, 2012; Güveli vd., 2011) dışında başka bir çalışmaya rastlanmadığı bulgusu ile desteklenmektedir.

Araştırmaların büyük çoğunluğunun nitel araştırma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş olması, metaforların doğası gereği derinlemesine ve yoruma dayalı analizlere ihtiyaç duyulmasından kaynaklanabilir. Metaforlar, bireylerin eğitimle ilgili kavramlara yönelik kişisel algılarını, tutumlarını ve inançlarını görünür kılan nitel veriler sunmaktadır (Cerit, 2008). Dolayısıyla nitel yöntemlerin bu tür araştırmalar için uygun bir araç olduğu düşünülebilir.

Örnekleme grubu açısından, çalışmaların ağırlıklı olarak öğretmen adayları üzerinde yürütülmüş olması dikkat çekmektedir. Saban (2004) metaforların; öğretmen adaylarının öğrenme, öğretme ve okul gibi olgulara ilişkin sahip oldukları kişisel algıları ortaya çıkarmada güçlü birer araç olarak kullanılabileceğine dair önemli bilgiler sunduğunu ifade etmektedir. Öğretmen adaylarının matematiğe yönelik metaforlarının belirlenmesi, onların gelecekteki

mesleki uygulamalarına yönelik önemli çıkarımlar sunabilir. Bu yüzden örneklem grubu olarak daha çok öğretmen adayları tercih edilmiş olabilir.

Yayınların çoğunlukla iki yazarlı olması, akademik iş birliğinin bu araştırma alanında yer aldığını göstermektedir.

Çalışmaların genel sonuçları, matematik kavramına yönelik metaforlarda bir ikilem olduğunu göstermektedir. Bir yandan matematik, "Hayat/Yaşam", "Su" gibi vazgeçilmez, gerekli ve yol gösterici metaforlarla ilişkilendirilirken, bir yandan da bu olumlu metaforlara rağmen matematik kavramının "Zor/Karmaşık", "Labirent", "Kabus" ve hatta "İşkence" gibi metaforlarla ifade edildiği görülmektedir. Bu durum, matematiğin gerekliliğine inanma ile matematiğe yönelik olumsuz tutumların varlığı arasındaki ayrımı işaret etmektedir. Matematiğe ilişkin tutumlar çoğunlukla okul ortamında biçimlenmekte olup, öğrencilerin edindiği öğrenme deneyimleri onların derse karşı olumlu ya da olumsuz bir bakış açısı geliştirmesine neden olabilmektedir. Akdemir (2006), çalışmasında pek çok birey matematiğin yararlı ve gerekli olduğunu düşünse de, önemli bir kısmının bu dersi zor algıladığını ve hatta matematik kaygısı yaşadığını dile getirmektedir.

Bu çalışmanın bulguları ışığında aşağıdaki öneriler verilebilir:

- Metaforu konu edinen çalışmalarda örneklem grubu olarak eğitim fakültesi dışındaki öğrencilerle çalışmaların artırılması,
- Metaforik algıların ilişkilerini inceleyen nicel yöntemli çalışmaların teşvik edilmesi önerilebilir.

Kaynakça

- Akdemir, Ö. (2006). *İlköğretim öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumları ve başarı güdüsü* (Yüksek Lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Arslan, M. M., & Bayrakçı, M. (2006). Metaforik düşünme ve öğrenme yaklaşımının eğitim-öğretim açısından incelenmesi. *Milli Eğitim*, 35(171), 100–108.
- Bahadır, E., & Özdemir, A. Ş. (2012). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematik kavramına ilişkin sahip oldukları zihinsel imgeler. *International Journal of Social Science Research*, 1(1), 26–40.
- Cerit, Y. (2008). Öğretmen kavramı ile ilgili metaforlara ilişkin öğrenci, öğretmen ve yöneticilerin görüşleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(4), 693–712.
- Çekiçi, E., & Yıldırım, H. (2011). Matematik eğitimi üzerine bir inceleme. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31(2), 175–196.
- Çırak-kurt, S., & Yıldırım, İ. (2020). İlköğretim matematik öğretmenleri ile öğretmen adaylarının çeşitli kavramlara ilişkin metaforik algıları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 174–198. <https://doi.org/10.9779/pauefd.450048>
- Demir, C., & Yıldırım, Ö. K. (2019). Türkçede metaforlar ve metaforik anlatımlar. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(4), 1085-1096. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.599335>
- Deniz, L., & Cıtdır, N. (2020). Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarının incelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (AUJEF)*, 4(3), 294–322. <https://doi.org/10.34056/aujef.704071>
- Güner, N. (2013). Öğretmen adaylarının matematik hakkında oluşturdukları metaforlar. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 8(4), 428–440. <http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2013.8.4.1C0597>

- İlhan, A., Gemcioğlu, M., & Poca, S. (2021). Ortaokul öğrencilerinin matematik tutumu ve problem çözmeye yönelik algılarının matematik başarılarıyla ilişkisi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 1–15. <https://doi.org/10.21666/muefd.734168>
- Saban, A. (2004). Giriş düzeyindeki sınıf öğretmeni adaylarının “öğretmen” kavramına ilişkin ileri sürdükleri metaforlar. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 131–155.
- Toluk Uçar, Z., Pişkin, M., Akkaş, E. N., & Taşçı, D. (2010). İlköğretim öğrencilerinin matematik, matematik öğretmenleri ve matematikçiler hakkındaki inançları. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 35(155), 131–144.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (7.baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (8. baskı). Seçkin Yayıncılık.

EK: Doküman Analizinde Kullanılan Makalelerin Tablosu

M1	Bahadır, E., & Özdemir, A. Ş. (2012). <i>İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematik kavramına ilişkin sahip oldukları zihinsel imgeler</i> . Marmara Üniversitesi, İstanbul.
M2	Güner, N. (2013). <i>Öğretmen adaylarının matematik hakkında oluşturdukları metaforlar</i> . Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
M3	Sezgin Memnun, D. (2015). <i>Ortaokul öğrencilerinin matematik problemine ilişkin sahip oldukları metaforlar ve bu metaforların sınıf düzeylerine göre değişimi</i> . Uludağ Üniversitesi, Bursa.
M4	Turhan Türkan, B., & Yeşilpınar Uyar, M. (2016). <i>Ortaokul öğrencilerinin ‘matematik problemi’ kavramına yönelik metaforları</i> . Çukurova Üniversitesi, Adana.
M5	Uygun, T., Gökurt, B., & Usta, N. (2016). <i>Üniversite öğrencilerinin matematik problemine ilişkin algılarının metafor yoluyla analiz edilmesi</i> . Bartın Üniversitesi, Bartın.
M6	Ersoy, E., & Aydın, E. (2017). <i>İlköğretim öğrencilerinin matematiğin günlük yaşamla olan ilişkisine yönelik metaforik algıları</i> . Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
M7	Sağlam Kaya, Y. (2017). <i>Öğretmen adaylarının matematiksel örnekleri algılayışları üzerine bir metafor analizi</i> . Bartın Üniversitesi, Bartın.
M8	Tarım, K., Özsezer, M. S. B., & Canbazoglu, H. B. (2017). <i>Sınıf öğretmeni adaylarının matematik ve matematik öğretimine ilişkin algıları</i> . Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir.
M9	Yıldız, C., & Karadeniz, M. H. (2018). <i>Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının matematiksel düşünmeye ilişkin sahip oldukları metaforların belirlenmesi</i> . Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir.
M10	Kuzu, O., Kuzu, Y., & Sivacı, S. Y. (2018). <i>Öğretmen adaylarının matematik kavramına yönelik tutumları ve metaforik algıları</i> . Çukurova Üniversitesi, Adana.
M11	Özdemir, E., & Şeker, B. S. (2019). <i>İlkokul öğrencilerinin matematik kaygılarının incelenmesi ve metaforik algılarının sınıf öğretmenleri ile karşılaştırılması</i> . Uludağ Üniversitesi, Bursa.
M12	Çalışıcı, H., & Sümen, Ö. Ö. (2019). <i>Matematik öğretmen adaylarının matematiğe yönelik algıları: Bir metafor çalışması</i> . Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
M13	Çekirdekci, S. (2020). <i>Metaphorical perceptions of fourth-grade primary students towards mathematics lesson</i> . Sinop Üniversitesi, Sinop.
M14	Ergöl, H., & Memnun, D. S. (2020). <i>Ortaokul öğrencilerinin kesir kavramına ilişkin ürettikleri metaforlar</i> . Uludağ Üniversitesi, Bursa.
M15	Sarıer, H. K. (2020). <i>Meslek lisesi öğrencilerinin matematiğe yönelik algılarının metaforlar yardımı ile belirlenmesi</i> .
M16	Kebap, M., & Çenberci, S. (2020). <i>Ortaokul öğrencilerinin matematik dersi ve matematik öğretmeni kavramlarına ilişkin metaforik algılarının farklı değişkenlere göre karşılaştırılması</i> . Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
M17	Toker, Z., & Bektaş, D. (2021). <i>Reflections on online mathematics teaching</i> . Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
M18	Korkmaz, E. (2021). <i>İlköğretim matematik öğretmenlerinin metaforik algıları: Pandemi sürecinde matematiğe yönelik farklı kavramlar</i> . Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
M19	Çelik, M. (2021). <i>Okul öncesi öğretmen adaylarının matematik ve matematik öğretimine ilişkin metaforik algıları</i> .
M20	Yenmez, A. A., & Gökçe, S. (2022). <i>Öğrenci gözünden uzaktan matematik öğrenimi: Sentiment Analizi</i> . Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
M21	Katrancı, Y., & Yıldız, S. (2022). <i>Matematik öğretmeni adaylarının metaforik algıları: Cebir kavramı</i> . İnönü Üniversitesi, Malatya.
M22	Gürbüztürk, O., Akran, S. K., & Can, E. (2022). <i>Meslek lisesi öğrencilerinin uzaktan eğitim ile matematik öğrenme kavramına yönelik metaforik algıları</i> . İnönü Üniversitesi, Malatya.
M23	Doğan, M., & Kahraman, İ. (2022). <i>Ortaöğretim öğrencilerinin oluşturdukları metaforlar: Acil uzaktan</i>

	<i>eğitimde matematik dersi.</i> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
M24	Moralı, S., Uğurel, I., & Koçyiğit, Ş. (2022). <i>Matematik öğretmen adaylarının matematik ve onun doğasına ilişkin metaforik algıları ve zihinsel imgeleri.</i> Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
M25	Arı, A. A., Demir, B., & Çakır, E. (2023). <i>Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel model ve modellemeye ilişkin algıları: Bir metafor çalışması.</i> Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
M26	Cihan, F., & Akkuç, H. (2023). <i>Metaphorical perceptions of vocational high school students on mathematical problem solving.</i>
M27	Savaş, G., Danişman, Ş., & Kaçar, S. N. (2023). <i>Metaphorical perceptions of secondary school students on new generation mathematics questions.</i> Abant İzzet Baysal Üniversitesi , Bolu.
M28	Şeker, F., & Bağdat, O. (2023). <i>Altıncı sınıf öğrencilerinin yeni nesil matematik problemlerine ilişkin metaforik algıları.</i> Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
M29	Sönmez, D., & Yılmaz, G. K. (2023). <i>Matematik öğretmenliği bölümü birinci sınıf öğrencilerinin yüz-yüze matematik derslerine yönelik algılarının metaforlar aracılığıyla belirlenmesi.</i> Ordu Üniversitesi, Ordu.
M30	Büyükkarcı, A. (2023). <i>Matematik kavramına yönelik metaforik algılar ve yaklaşımlar.</i> Trakya Üniversitesi, Edirne.
M31	Kazak, E., & Koca, Z. (2024). <i>Mesleki ve teknik Anadolu lisesi öğrencilerinin matematik kavramına ilişkin metaforik algıları.</i> Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
M32	Sulhan, M., Bozkurt, Ö., & Isırgan, R. (2024). <i>8.sınıf öğrencilerinin LGS matematik sorularına yönelik metaforik algılarının incelenmesi.</i> Mardin Artuklu Üniversitesi, Mardin.
M33	Günay, K., Sorgun, Ş. E. N., & Takunyacı, M. (2021). <i>Sınıf ve İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematik Öğretimine Yönelik İnançlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi: Bir Karma Yöntem Araştırması.</i> Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Sensitivity and Reliability Analysis Through the Comparison of Single Ranging and Dual Ranging in Modern Space

Ziya Elri ^{1,2} , Tarık Asar ^{3, 4} 

¹Graduate School of Natural and Applied Sciences, Gazi University, Ankara, Türkiye

²Türksat A.Ş., Satellite Control Operation Center, Ankara, Türkiye, zelri@turksat.com.tr

³Photonics Application and Research Center, Gazi University, Ankara, Türkiye

⁴Faculty of Sciences, Gazi University, Ankara, Türkiye, asar@gazi.edu.tr

ABSTRACT

This study investigates the performance of Single Ranging and Dual Ranging techniques for satellite orbit determination using ground measurements obtained from the GA2 and MA3 antenna stations. The aim of the paper is to evaluate the accuracy and reliability of these two methods by analyzing ranging data, residual behavior, and longitudinal variations. The methodology involves processing raw ranging measurements, comparing model-based and observed distances, and evaluating the impact of antenna and station configurations on the results. The findings indicate that Dual Ranging provides improved precision in distance estimation, while Single Ranging shows stable performance under nominal conditions. The study concludes that combining both techniques enhances consistency in orbit determination and measurement robustness.

Keywords: Satellite Ranging, Orbit Determination, Dual Ranging

1. Introduction

Satellite communication and tracking systems rely on precise and continuous distance measurements between ground stations and spacecraft to ensure accurate orbit determination, reliable telemetry, and stable station-keeping operations (Kaplan & Hegarty, 2017). Among the commonly used measurement techniques in modern satellite missions, Single Ranging (SR) and Dual Ranging (DR) stand out due to their operational simplicity and compatibility with existing transponder designs.

Single Ranging provides a direct measurement of the satellite–station distance by transmitting a coded signal and recording its round-trip propagation time. Although effective, SR accuracy is often limited by atmospheric delays, hardware-dependent timing errors, and long-term drift factors (Montenbruck & Gill, 2000). Dual Ranging, on the other hand, incorporates two independent ranging codes or frequencies to enhance redundancy and suppress timing-related uncertainties, thereby improving measurement robustness (Ward et al., 2021).

As satellite operations become increasingly demanding due to crowded orbital environments and tighter station-keeping tolerances, the need for more precise ranging performance has significantly increased (Tapley et al., 2004). Motivated by this requirement, the present study compares SR and DR techniques using real operational data acquired from the GA2 antenna in Ankara and the MA3 mobile antenna in İzmir. Sensitivity, residual statistics, and

measurement stability analyses are conducted to identify the relative advantages of each method. The findings offer valuable insights for optimizing ranging techniques in future orbit determination and satellite control applications.

2. Material and Method / Methodology

This section describes the measurement infrastructure, data sources, processing steps, and analytical methods used to compare Single Ranging (SR) and Dual Ranging (DR) techniques. All procedures were carried out using operational telemetry and ranging data collected from TürkSat satellites through two different ground station antennas. The methodology follows standard practices used in satellite orbit determination and ranging performance assessment.

2.1. Research Infrastructure and Data Sources

Two independent ground station systems were utilized to collect Single Ranging (SR) and Dual Ranging (DR) datasets for this study. The GA2 Antenna, located in Ankara, Türkiye, is a fixed high-precision ground station equipped with stabilized tracking capabilities, high-gain transmission hardware, and calibrated timing units. GA2 is primarily used for routine operational SR measurements and supports continuous Tracking, Telemetry, and Command (TT&C) services throughout the satellite's visibility window.

The MA3 Mobile Antenna, based in İzmir, Türkiye, is a transportable ground system designed to operate in variable field conditions. MA3 is capable of dual-frequency and dual-code ranging, enabling the acquisition of redundant DR datasets for sensitivity and reliability assessment. The system incorporates modular RF components, portable timing references, and a flexible baseband processing chain optimized for mobile operations.

Both antenna systems operate under the TürkSat Satellite Control Operation Center and support TT&C links in L-band and S-band. All measurements were acquired during routine station-keeping and ranging sessions conducted under nominal operational parameters. Environmental conditions, antenna elevation angles, and hardware configurations during the measurement intervals were also recorded to ensure consistent analysis and provide traceability for SR–DR comparison.

2.1.1 Environmental Conditions and Operational Constraints

Environmental parameters play an essential role in the accuracy of ranging measurements. Throughout the data acquisition period, atmospheric conditions such as temperature, humidity, and local weather variations were logged using the station's built-in monitoring systems. Tropospheric delays, ionospheric effects, and elevation-angle-dependent propagation errors were considered, particularly for low-elevation tracking arcs. The GA2 fixed antenna benefits from minimal mechanical disturbance, while the MA3 mobile system is more susceptible to field conditions such as ground stability, wind loads, and temporary obstructions. These operational constraints were documented to assess their potential influence on SR and DR measurement consistency.

2.1.2. Timing Infrastructure and Calibration Procedures

Precise timing is the core element of both SR and DR techniques. For this purpose, the GA2 system utilizes a high-stability timing reference synchronized with the central control network via disciplined oscillators. The MA3 mobile antenna operates with portable atomic-grade timing sources to maintain the required accuracy for dual-code measurements. Prior to each measurement campaign, calibration procedures were applied to remove internal system delays, transponder turnaround delays, and cable-related offsets. Periodic calibration checks were performed to ensure that the timing chain remained stable throughout the entire measurement period. These procedures guarantee that SR–DR comparisons reflect true measurement performance rather than system-induced biases.

2.1.3. Data Integrity and Pre-Processing Steps

Before analysis, all raw ranging data were subjected to a multi-stage pre-processing workflow. Outlier detection was applied using residual-thresholding techniques to remove abnormal samples caused by sudden signal drops, antenna jitter, or temporary loss of lock. Measurements were also cross-validated with satellite telemetry logs to ensure consistency between station behavior and satellite operational status. For DR data, dual-code coherence checks were implemented to verify that both code channels provided synchronized and valid measurements. After filtering, the datasets were aligned in a common time reference and interpolated where necessary to enable a fair and consistent SR–DR comparative analysis.

2.1.4. Measurement Characteristics

Single Ranging measurements were obtained using standard pseudo-noise (PN) ranging codes and evaluated based on round-trip signal propagation time. Dual Ranging measurements utilize two distinct codes/frequencies, providing a pair of simultaneous distance estimates. This dual-measurement structure allows the suppression of timing-related biases and improves measurement robustness.

All raw data were time-tagged, corrected for known instrumental delays, and stored with a 1-second sampling resolution.

2.2. Data Processing and Residual Computation

For both SR and DR datasets, the following processing pipeline was applied:

1. Ranging Model Generation: Expected geometric distance was computed using precise satellite ephemerides.
2. Correction Models: Tropospheric delay model, Ionospheric delay estimation, Antenna and transponder delay calibrations
3. Residual Calculation: Measurement residuals were computed as:
4. $\text{Residual} = \text{Measured Range} - \text{Modeled Range}$
5. Filtering and Outlier Removal: A statistical sigma-clipping method was used to remove anomalous points caused by transient signal degradations.

The same processing steps were applied to SR and DR measurements to ensure methodological consistency.

3. Results and Discussions

This section presents the comparative analysis of Single Ranging (SR) and Dual Ranging (DR) measurements obtained from the GA2 antenna in Ankara and the MA3 mobile antenna in İzmir. The results focus on measurement stability, residual behavior, sensitivity to atmospheric variations, and overall reliability.

Single Ranging measures generally exhibited a higher level of variability in residual values due to timing errors and atmospheric fluctuations. The residuals demonstrated periodic behavior consistent with environmental effects such as tropospheric delay variations. Although SR provided continuous operational capability, its sensitivity to timing biases resulted in observable accuracy limitations, especially during periods of increased atmospheric activity (Montenbruck & Gill, 2000).

Dual Ranging measurements, on the other hand, showed significantly lower residual amplitudes. In the analyzed datasets, SR residuals showed peak-to-peak variations of several meters, while DR residuals remained significantly lower and more consistent, often within sub-meter ranges depending on elevation angles and atmospheric conditions. The use of two independent codes or frequencies allowed timing-induced errors to be suppressed through code-differential processing. As a result, DR residuals were more stable and exhibited reduced standard deviations compared to SR. This confirms findings from prior literature, which emphasize the robustness of dual-measurement techniques in satellite tracking applications (Ward et al., 2021).

When evaluated in terms of operational performance, SR provides adequate accuracy for routine station-keeping operations but becomes less reliable in high-precision orbit determination tasks. DR, however, offers improved sensitivity and measurement consistency, making it more suitable for missions requiring enhanced positional accuracy.

Overall, the results indicate that Dual Ranging provides a clear performance advantage in terms of stability, robustness, and measurement reliability, especially under non-ideal environmental conditions.

4. Conclusions

This study presented a comparative assessment of Single Ranging (SR) and Dual Ranging (DR) techniques using real operational measurements obtained from TürkSat ground stations. The findings indicate that while SR remains a widely used and operationally simple method, its accuracy is limited by atmospheric delays and timing-related uncertainties.

Dual Ranging demonstrated improved performance due to the redundancy provided by two independent measurements. The reduced residual variations and increased stability confirm that DR offers higher sensitivity and reliability, particularly for precise orbit determination and satellite control operations. In conclusion, DR is better suited for applications requiring enhanced accuracy, whereas SR remains sufficient for routine ranging operations. The results contribute to the optimization of ranging strategies in modern satellite communication systems and provide practical insights for future mission planning and ground station operations.

Acknowledgement: This study was supported by the Gazi University Scientific Research Projects Coordination Unit (BAP) under the YÖK ADEP project, with project number FGA-2022-8034.

References

- Bierman, G. J. (2006). Factorization methods for discrete sequential estimation. Dover Publications.
- El-Rabbany, A. (2002). Introduction to GPS: The global positioning system. Artech House.
- Grewal, M. S., Weill, L. R., & Andrews, A. P. (2007). Global positioning systems, inertial navigation, and integration (2nd ed.). Wiley.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2008). GNSS—Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more. Springer.
- ICD-GPS-200H. (2012). Navstar GPS space segment/navigation user interfaces. GPS Directorate.
- Kaplan, E. D., & Hegarty, C. J. (2017). Understanding GPS/GNSS: Principles and applications (3rd ed.). Artech House.
- Kepkar, A., & Suroso, A. (2020). Dual-frequency precision enhancements in satellite range measurements. *International Journal of Satellite Communications and Networking*, 38(4), 350–365. <https://doi.org/10.1002/sat.1358>
- Klobuchar, J. A. (1987). Ionospheric time-delay algorithm for single-frequency GPS users. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, AES-23(3), 325–331. <https://doi.org/10.1109/TAES.1987.310829>
- Kuritsyn, A., & Shirman, Y. (2018). Ranging accuracy improvement with dual-channel systems in GEO satellite operations. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 33(7), 20–29. <https://doi.org/10.1109/MAES.2018.170106>
- Misra, P., & Enge, P. (2011). Global positioning system: Signals, measurements, and performance (2nd ed.). Ganga-Jamuna Press.
- Montenbruck, O., & Gill, E. (2000). Satellite orbits: Models, methods, applications. Springer.
- Saastamoinen, J. (1972). Atmospheric correction for the troposphere and stratosphere in radio ranging of satellites. *The Use of Artificial Satellites for Geodesy*, 247–251. American Geophysical Union.
- Tapley, B. D., Schutz, B. E., & Born, G. H. (2004). Statistical orbit determination. Elsevier Academic Press.
- Tsui, J. B. Y. (2005). Fundamentals of global positioning system receivers: A software approach (2nd ed.). Wiley.
- Vallado, D. A. (2013). Fundamentals of astrodynamics and applications (4th ed.). Microcosm Press.
- Ward, P., Betz, J. W., & Hegarty, C. (2021). Understanding GPS/GNSS principles and applications (3rd ed.). Artech House.
- Won, J., Pullen, S., & Enge, P. (2012). Calibration and performance analysis of satellite-based ranging systems. *Navigation: Journal of the Institute of Navigation*, 59(1), 25–36. <https://doi.org/10.1002/navi.4>
- Yang, Y., Xu, G., He, H., & Tang, C. (2005). Improving redundancy and reliability in satellite ranging. *Advances in Space Research*, 36(3), 548–554. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2005.03.015>
- Zumberge, J. F., Heflin, M. B., Jefferson, D. C., Watkins, M. M., & Webb, F. H. (1997). Precise point positioning for the efficient and robust analysis of GPS data. *Journal of Geophysical Research*, 102(B3), 5005–5017. <https://doi.org/10.1029/96JB03860>

Document Analysis of the 5th Grade Science Textbook in the Context of Formative Assessment Components

Burcu Torun Karakuş¹ 

¹ Ministry of Education, Amasya Çelebi Mehmet Middle School, Amasya, Türkiye, burcu.torun1@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to examine the extent to which the 5th-grade Science textbook prepared in accordance with the MEB Maarif Model aligns with the components of formative assessment (FA). In this context, the study is structured around the three fundamental questions of FA: learning intentions and success criteria — Where are we going?; gathering evidence of student learning — Where are we now?; and feedback and instructional adjustments — How do we close the gap?. The research was conducted using a document analysis method, and data were collected through a formative assessment rubric developed by the researcher, consisting of seven dimensions and twenty-one indicators. The findings reveal that the textbook demonstrates a moderate level of adequacy in presenting learning intentions and providing basic strategies for gathering evidence of student understanding; however, it offers limited support for self-assessment, peer assessment, feedback cycles, and instructional adjustments. These results indicate that the process-oriented assessment principle emphasized in the MEB Maarif Model is not fully reflected in the textbook. The study concludes with suggestions for more systematic and comprehensive integration of formative assessment principles into textbook design.

Keywords: Formative assessment, MEB Maarif Model, Science course, Textbook analysis

Biçimlendirici Değerlendirme Bileşenleri Bağlamında 5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı Üzerine Bir Doküman Analizi

Burcu Torun Karakuş¹ 

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, Amasya Çelebi Mehmet Ortaokulu, Amasya, Türkiye, burcu.torun1@gmail.com

ÖZET

Bu araştırma, MEB Maarif Modeli doğrultusunda hazırlanmış 5. sınıf Fen Bilimleri ders kitabının biçimlendirici değerlendirme (BD) bileşenlerine uygunluğunu incelemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda çalışma, BD'nin üç temel sorusunu (öğrenme hedefleri ve başarı kriterleri — nereye gidiyoruz?; öğrenci öğrenmesine ilişkin kanıt toplama — şimdi neredeyiz?; geri bildirim ve öğretimsel düzenlemeler — boşluğu nasıl kapatırız?) temel olarak yapılandırılmıştır. Araştırma doküman incelemesi yöntemiyle yürütülmüş, veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen yedi boyut ve 21 göstergeden oluşan bir BD rubriği kullanılmıştır. Bulgular, kitabın öğrenme hedeflerini sunma ve temel kanıt toplama stratejileri açısından orta düzeyde yeterlilik sunduğunu; ancak öz ve akran değerlendirmesi, geri bildirim döngüleri ve öğretimsel düzenlemelere ilişkin destekleyici yapıların sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, MEB Maarif Modeli'nin süreç odaklı değerlendirme ilkesinin ders kitaplarına tam olarak yansımadağına işaret etmektedir. Çalışma, ders kitaplarının BD ilkelerine daha sistematik ve bütüncül biçimde entegre edilmesine yönelik öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biçimlendirici değerlendirme, MEB Maarif Modeli, Fen Bilimleri dersi, Ders kitabı analizi

1. Giriş

Biçimlendirici değerlendirme (BD), öğrenme sürecinin anlaşılmasına, izlenmesine ve geliştirilmesine yönelik sürekli, sistematik ve öğrenci merkezli bir değerlendirme yaklaşımıdır (Black & Wiliam, 1998). BD, yalnızca

sonuç ürününe odaklanmak yerine, öğrencinin öğrenme süreci boyunca elde ettiği kanıtları dikkate alır, öğrenciye geri bildirim sağlar ve öğrencinin öğrenmeyi sahiplenmesine katkıda bulunur (Heritage, 2010).

BD'nin temel yapısı üç ana soruya dayanır (Wiliam, 2011):

1. Nereye gidiyoruz? Öğrenme hedeflerinin ve başarı kriterlerinin açık şekilde paylaşılması.
2. Şimdi neredeyiz? Öğrencilerin mevcut öğrenme düzeyine ilişkin kanıtların toplanması.
3. Boşluğu nasıl kapatırız? Geri bildirim döngüleri ve öğretimsel düzenlemeler.

Fen Bilimleri dersi, deney, gözlem, veri analizi ve problem çözme süreçlerini içeren yapısıyla BD'nin etkili biçimde uygulanmasına oldukça elverişlidir (Brookhart, 2020). MEB Maarif Modeli ise eğitimde süreç odaklı değerlendirmeyi, öğrenci merkezliliği ve öğrenmenin izlenmesini temel alan bir yaklaşım sunmaktadır. Dolayısıyla Fen Bilimleri ders kitabının BD ilkeleriyle uyumu, modelin sınıf içi uygulamalarının anlaşılması açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışma, MEB Maarif Modeli kapsamında hazırlanan 5. sınıf Fen Bilimleri ders kitabını biçimlendirici değerlendirme açısından incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Deseni

Bu çalışma, nitel araştırma desenlerinden doküman analizi yaklaşımını benimsemiştir (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019).

2.2. Veri Kaynağı

Araştırmanın temel dokümanı: MEB Maarif Modeli 5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2023–2024).

2.3. Veri Toplama Aracı

Veriler araştırmacı tarafından geliştirilen “Biçimlendirici Değerlendirme Rubriği” ile toplanmıştır ve şu yedi ana boyuttan oluşmaktadır:

1. Öğrenme hedefleri ve başarı kriterlerini paylaşma
2. Soru tipleri (bilişsel düzey)
3. Bilgi toplama stratejileri
4. Öz değerlendirme
5. Akran değerlendirme
6. Geri bildirim döngüleri
7. Öğretimsel düzenlemeler

Oluşturulan rubrik uzman görüşü için 2 ayrı uzmana gönderilmiştir. Uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda forma son şekli verilmiştir.

2.4. Veri Analizi

Betimsel analiz yaklaşımı benimsenmiş, her ünite rubrik doğrultusunda puanlanmıştır. Puanlar 0–4 arasında

değişmektedir.

3. Bulgular ve Yorum

3.1. Ünite Bazlı Analiz

3.1.1. Öğrenme hedefleri ve başarı kriterleri

Tüm ünitelerde öğrenme hedefleri açıklanmıştır; ancak başarı kriterlerinin açık bir şekilde ifade edilmediği görülmüştür. Bu durum, hedeflerin tam anlamıyla öğrenciye şeffaf biçimde sunulmasını engellemektedir.

3.1.2. Soru tipleri ve bilişsel düzey

Sorular genellikle alt ve orta düzey bilişsel becerilere (tanımlama, sınıflandırma, karşılaştırma) yönelik olup üst düzey bilişsel becerileri (hipotez kurma, veri analizi, yorumlama) destekleyen soru tipi sınırlıdır.

3.1.3. Bilgi toplama stratejileri

Gözlem, deney, görsel yorumlama ve kavram haritası gibi stratejiler birkaç üniteye etkili biçimde sunulmuş; ancak veri kaydı, ölçme çizelgesi ve sistematik araştırma süreci gibi yapılandırılmış formlar sınırlı kalmıştır.

3.1.4. Öz değerlendirme

Hiçbir üniteye öz değerlendirme araçlarına yer verilmemiştir. BD literatürü öğrencinin kendi öğrenmesini izlemesinin kritik olduğunu vurgulamaktadır (Panadero, 2017).

3.1.5. Akran değerlendirme

Sadece 7. üniteye sınırlı bir akran değerlendirme fırsatı görülmüştür. Akran değerlendirme BD'nin önemli bir bileşeni olmasına rağmen kitap genellikle bu boyutu içermemektedir.

3.1.6. Geri bildirim döngüleri

Etkinlikler sonrasında öğrenciye veya öğretmene yönlendirilmiş geri bildirim alanları bulunmamaktadır. BD'nin temel niteliği olan geri bildirim süreci kitaba yansıtılmamıştır.

3.1.7. Öğretimsel düzenlemeler

Öğretmenin öğrencilerin öğrenme güçlüklerine göre uyarlama yapmasına yardımcı olabilecek yönlendirmeler sunulmamıştır.

3.2. Ünitelerin Değerlendirilmesi

Tablo 1. Ünite 1. Güneş, Dünya ve Ay

Boyut	Bulgular	Düzey
Hedeflerin paylaşımı	Ünite girişinde öğrenme amaçları açık fakat başarı kriterleri yok.	Orta
Soru tipleri	Alt–orta düzey düşünme (gözlem, tanımlama, karşılaştırma). Üst düzey az.	Orta
Bilgi toplama stratejileri	Gözlem, günlük oluşturma, görsel yorumlama. Veri tablosu yok.	Orta
Öz değerlendirme	Yok	Çok düşük
Akran değerlendirme	Yok	Çok

Boyut	Bulgular	Düzy
		düşük
Geri bildirim döngüleri	Etkinlik sonlarında geri bildirim alanı yok.	Düşük
Öğretimsel düzenlemeler	Öğrenme boşluklarını kapatmaya yönelik yönlendirme yok.	Çok düşük

Tablo 2. Ünite 2. Canlılar Dünyasını Gezelim Öğrenelim

Boyut	Bulgular	Düzy
Hedeflerin paylaşımı	Ünite başında öğrenme hedefleri tanımlı. Başarı kriterleri yok.	Orta
Soru tipleri	Sınıflandırma, karşılaştırma, örnek bulma. Alt düzey ağırlıklı.	Orta
Bilgi toplama stratejileri	Poster hazırlama, kavram eşleştirme. Sistematiik veri toplama yok.	Orta
Öz değerlendirme	Yok	Çok düşük
Akran değerlendirme	Grup etkinlikleri var ancak değerlendirme boyutu yok.	Çok düşük
Geri bildirim döngüleri	Öğretmenin geri bildirim verebilmesine yönelik alanlar sunulmamış.	Düşük
Öğretimsel düzenlemeler	Kavram yanlışlarına yönelik düzenleme önerisi yok.	Düşük

Tablo 3. Ünite 3. Kuvvetin Etkileri

Boyut	Bulgular	Düzy
Hedeflerin paylaşımı	Öğrenme hedefleri açık. Başarı kriteri yok.	Orta
Soru tipleri	Tahmin etme, gözlem, sonuç çıkarma soruları var.	Orta-Yüksek
Bilgi toplama stratejileri	Deney, tahmin-gözlem-açıklama yapısı bazı etkinliklerde var.	Orta-Yüksek
Öz değerlendirme	Yok	Çok düşük
Akran değerlendirme	Yok	Çok düşük
Geri bildirim döngüleri	“Deney sonucunu tartışalım” türü alanlar var ancak geri bildirim sistemi yok.	Orta
Öğretimsel düzenlemeler	Öğrenci yanlışlarını düzeltmeye yönelik yönlendirme zayıf.	Düşük

Tablo 4. Ünite 4. Madde ve Değişim

Boyut	Bulgular	Düzy
Hedeflerin paylaşımı	Hedefler net, kriterler yok.	Orta
Soru tipleri	Maddenin hâlleri, ısı etkisi, kavram tanımlama. Alt-orta düzey ağırlıkta.	Orta
Bilgi toplama stratejileri	Basit deneyler var ancak veri toplama yapısı sınırlı.	Orta
Öz değerlendirme	Yok	Çok düşük
Akran değerlendirme	Yok	Çok düşük
Geri bildirim döngüleri	Deney sonrası tartışma var ancak net geri bildirim aşaması yok.	Düşük
Öğretimsel düzenlemeler	"Sık yapılan hatalar" gibi uyarılar yok.	Çok düşük

Tablo 5. Ünite 5. Işığın Yayılması

Boyut	Bulgular	Düzy
Hedeflerin paylaşımı	Öğrenme hedefleri açıklanmış.	Orta
Soru tipleri	Yansıtma, gölge oluşumu, tahmin-gözlem soruları var.	Orta-Yüksek
Bilgi toplama stratejileri	Deney ve gözlem etkinlikleri güçlü. Ancak veri kaydı zayıf.	Orta-Yüksek
Öz değerlendirme	Yok	Çok düşük
Akran değerlendirme	Yok	Çok düşük

Boyut	Bulgular	Düzey
Geri bildirim döngüleri	Yapılandırılmış geri bildirim sistemi yok.	Düşük
Öğretimsel düzenlemeler	Öğretmenin öğretimi uyarlamasına dair yönlendirme yok.	Çok düşük

Tablo 6. Ünite 6. Elektrik Devreleri

Boyut	Bulgular	Düzey
Hedeflerin paylaşımı	Açık ve net öğrenme hedefleri. Kriterler yok.	Orta-Yüksek
Soru tipleri	Bağlantı yapma, devreyi çalışma–çalışmama durumuna göre yorumlama.	Orta-Yüksek
Bilgi toplama stratejileri	Deneyisel kurulumlar var; süreç kaydı zayıf.	Orta
Öz değerlendirme	Yok	Çok düşük
Akran değerlendirme	Yok	Çok düşük
Geri bildirim döngüleri	Devre kurma hatalarına yönelik geri bildirim yönergeleri bulunmuyor.	Düşük
Öğretimsel düzenlemeler	“Hangi durumda ne yapılmalı?” yönlendirmesi yok.	Düşük

Tablo 7. Ünite 7. Elektrik Devreleri

Boyut	Bulgular	Düzey
Hedeflerin paylaşımı	Hedefler açık, kriterler yok.	Orta
Soru tipleri	Analiz, ilişkilendirme, örnek verme. Alt–orta düzey ağırlıklı.	Orta
Bilgi toplama stratejileri	Poster, kavram haritası, araştırma görevi.	Orta
Öz değerlendirme	Yok	Çok düşük
Akran değerlendirme	Grup çalışması var, değerlendirme yok.	Düşük
Geri bildirim döngüleri	Yönlendirilmiş geri bildirim yok.	Düşük
Öğretimsel düzenlemeler	Öğretmenin öğretimi değiştirmesi için ipucu yok.	Çok düşük

4. Tartışma

Elde edilen bulgular, incelenen 5. sınıf fen bilimleri ders kitabının biçimlendirici değerlendirme (BD) ilkeleri açısından kısmen yeterli, ancak yapısal ve pedagojik açıdan önemli eksiklikler barındırdığını ortaya koymaktadır. Özellikle öğrenme hedeflerinin açık ve anlaşılır biçimde sunulması, BD’nin temel bileşenlerinden biri olan öğrenme amaçlarının netleştirilmesi açısından olumlu bir özellik olarak değerlendirilebilir. Öğrenme hedeflerinin paylaşılması, öğrencilerin öğrenme sürecinde neyi başarmalarının beklendiğini fark etmelerine katkı sağlayarak öğrenme sürecine yön verme potansiyeli taşımaktadır. Ancak BD’nin etkili biçimde işlemesi, yalnızca hedeflerin sunulmasıyla sınırlı olmayıp, bu hedeflere nasıl ulaşılabileceğinin ve başarının hangi ölçütlerle değerlendirileceğinin de öğrencilere açık biçimde sunulmasını gerektirmektedir.

Bu bağlamda, ders kitabında BD’nin iki kritik bileşeni olan başarı kriterlerinin açık biçimde tanımlanmaması ve geri bildirim döngülerinin yapılandırılmamış olması, biçimlendirici değerlendirmenin temel işlevlerini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Başarı kriterleri, öğrencilerin mevcut performanslarını öğrenme hedefleriyle karşılaştırabilmelerine olanak tanıyan temel bir referans noktasıdır. Sadler (1989), biçimlendirici değerlendirmenin etkili olabilmesi için öğrencilerin hem hedefleri hem de bu hedeflere ulaşma ölçütlerini açık biçimde bilmesi

gerektiğini vurgulamaktadır. İncelenen ders kitabında bu kriterlerin yer almaması, öğrencilerin kendi öğrenme düzeylerini değerlendirme ve öğrenme boşluklarını fark etme becerilerini sınırlayan önemli bir yapısal eksiklik olarak değerlendirilebilir.

Benzer biçimde, geri bildirim süreçlerinin sistematik biçimde kurgulanmamış olması, ders kitabının öğrenmeyi yönlendirme ve geliştirme potansiyelini azaltmaktadır. Geri bildirim, BD'nin merkezinde yer alan ve öğrencilerin öğrenme sürecinde nerede olduklarını, nereye ulaşmaları gerektiğini ve bu hedefe nasıl ulaşabileceklerini anlamalarına yardımcı olan temel bir bileşendir. Hattie ve Timperley (2007), etkili geri bildirimin yalnızca doğru-yanlış bilgisi sunmakla sınırlı kalmaması, aynı zamanda öğrenme stratejilerine ve ilerleme yollarına rehberlik etmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu açıdan bakıldığında, ders kitabında geri bildirimle yönelik yönlendirici açıklamaların ve döngüsel yapıların bulunmaması, BD'nin öğrenmeyi destekleyici doğasıyla örtüşmemektedir.

Araştırma bulguları ayrıca, ders kitabında öz değerlendirme ve akran değerlendirme araçlarının yer almamasının, öğrencilerin metabilşsel farkındalık geliştirme fırsatlarını önemli ölçüde sınırlandırdığını göstermektedir. Oysa BD'nin temel amaçlarından biri, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini izleyebilen, güçlü ve gelişime açık yönlerini fark edebilen öz düzenleyici bireyler hâline gelmelerini desteklemektir. Öz ve akran değerlendirme etkinlikleri, öğrencilerin öğrenme sorumluluğunu üstlenmelerine, öğrenme sürecine aktif katılım göstermelerine ve değerlendirmeyi yalnızca öğretmen merkezli bir süreç olarak algılamamalarına katkı sağlamaktadır. Bu tür araçların ders kitabında yer almaması, öğrencilerin değerlendirme süreçlerine aktif katılımını sınırlayan önemli bir eksiklik olarak değerlendirilebilir.

Bununla birlikte, kitapta yer alan sorgulama temelli etkinlikler olumlu bir yön olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu etkinliklerin büyük ölçüde sistematik veri toplama, kanıt üretme ve analiz süreçleriyle desteklenmemesi, biçimlendirici değerlendirmenin temel işlevlerinden biri olan öğrenmeye ilişkin kanıtların toplanması ve öğretim kararlarına yön vermesi amacını zayıflatmaktadır. Etkili BD uygulamalarında, öğrencilerin ürettiği yanıtlar ve öğrenme ürünleri öğretmen tarafından analiz edilerek öğretim süreci yeniden düzenlenmektedir. Bu bağlamda, sorgulama etkinliklerinin değerlendirme odaklı veri üretme boyutunun zayıf kalması, ders kitabının BD'yi bütüncül biçimde destekleyemediğini göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu bulgular literatürde yer alan ve biçimlendirici değerlendirmenin öğretim materyalleri tarafından açık, sistematik ve bütüncül biçimde desteklenmesi gerektiğini savunan çalışmalarla örtüşmektedir (Hattie & Timperley, 2007; Sadler, 1989). Bu sonuçlar, ders kitaplarının yalnızca içerik aktaran kaynaklar olmanın ötesine geçerek, öğrenme sürecini izlemeye, değerlendirmeye ve yönlendirmeye olanak tanıyan pedagojik araçlar olarak yeniden yapılandırılması gerektiğine işaret etmektedir. Özellikle başarı kriterleri, geri bildirim mekanizmaları ve öz-akran değerlendirme araçlarının ders kitaplarına entegre edilmesi, BD'nin sınıf içi uygulamalarda daha etkili biçimde hayata geçirilmesine önemli katkılar sağlayabilir.

6. Sonuç ve Öneriler

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, 5. sınıf fen bilimleri ders kitabı biçimlendirici değerlendirme (BD) bileşenleri açısından incelenmiş

ve ders kitabının BD'yi kısmen desteklediği, ancak bütüncül ve sistematik bir değerlendirme yaklaşımı sunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular, ders kitabında öğrenme hedeflerinin açık biçimde sunulmasının önemli bir güçlü yön olduğunu; buna karşın BD'nin etkililiği açısından kritik öneme sahip olan başarı kriterleri, geri bildirim döngüleri, öz değerlendirme ve akran değerlendirme gibi temel bileşenlerin büyük ölçüde eksik olduğunu ortaya koymaktadır.

Öğrenme hedeflerinin paylaşılması, öğrencilerin öğrenme sürecine yönelmesini destekleyen bir unsur olmakla birlikte, hedeflere ulaşma sürecinin nasıl izleneceği ve değerlendirileceğine ilişkin açıklamaların yer almaması, biçimlendirici değerlendirmenin öğrenmeyi geliştirme işlevini sınırlandırmaktadır. Özellikle başarı kriterlerinin açık biçimde tanımlanmaması, öğrencilerin mevcut performanslarını hedeflerle karşılaştırmalarını ve öğrenme boşluklarını fark etmelerini zorlaştırmaktadır. Bu durum, biçimlendirici değerlendirmenin temel koşullarından biri olarak kabul edilen “hedef–performans–geri bildirim” ilişkisinin ders kitabı düzeyinde yeterince kurulamadığını göstermektedir.

Ayrıca, ders kitabında geri bildirimden çoğunlukla örtük ve öğretmen inisiyatifine bırakılmış olması, öğrencilerin öğrenme sürecinde yönlendirici ve geliştirici geri bildirimlerden sistematik biçimde yararlanmasını engellemektedir. Oysa etkili geri bildirim, öğrencilerin öğrenme sürecinde nerede olduklarını, nereye ulaşmaları gerektiğini ve bu hedefe nasıl ulaşabileceklerini anlamalarına yardımcı olan temel bir öğrenme aracıdır.

Bunun yanı sıra, ders kitabında öz değerlendirme ve akran değerlendirme araçlarının bulunmaması, öğrencilerin metabilşsel farkındalık ve öz düzenleme becerilerini geliştirme potansiyelini sınırlandırmaktadır. Bu eksiklik, değerlendirmenin öğretmen merkezli bir süreç olarak kalmasına neden olmakta ve öğrencilerin öğrenme sorumluluğunu üstlenmelerini destekleyen BD anlayışıyla örtüşmemektedir. Sorgulama temelli etkinliklerin yer alması olumlu bir özellik olarak değerlendirilse de, bu etkinliklerin öğrenmeye ilişkin kanıt üretme, veri toplama ve analiz süreçleriyle yeterince desteklenmemesi, BD'nin öğretim kararlarını yönlendirme işlevini zayıflatmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, çalışma sonuçları ders kitabının içerik aktarımı açısından yeterli olmakla birlikte, biçimlendirici değerlendirmeyi planlı, açık ve öğrenci merkezli bir pedagojik yapı içinde ele almadığını göstermektedir. Bu durum, ders kitaplarının BD'yi destekleyecek biçimde yeniden tasarlanması gerektiğine işaret etmektedir.

6.2. Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. Ders kitabı geliştirme sürecine yönelik öneriler: Fen bilimleri ders kitapları, yalnızca konu anlatımı sunan materyaller olmaktan çıkarılarak, biçimlendirici değerlendirme bileşenlerini açık biçimde içeren pedagojik araçlar hâline getirilmelidir. Bu kapsamda, her ünite ve kazanım için açık başarı kriterleri, örnek öğrenci ürünleri ve bu ürünlere yönelik açıklayıcı geri bildirim örneklerine yer verilmesi önerilmektedir.
2. Geri bildirim mekanizmalarının güçlendirilmesi: Ders kitaplarında, öğrencilerin öğrenme sürecinde ilerlemelerini izleyebilecekleri yapılandırılmış geri bildirim döngülerine yer verilmelidir. Bu geri bildirimler yalnızca doğru–yanlış düzeyinde kalmamalı; öğrencilerin strateji geliştirmesine ve öğrenme yollarını yeniden

düzenlemesine yardımcı olacak şekilde tasarlanmalıdır.

3. Öz ve akran değerlendirme araçlarının entegrasyonu: Öğrencilerin metabilşsel farkındalık ve öz düzenleme becerilerini geliştirmek amacıyla, ders kitaplarında kontrol listeleri, dereceli puanlama anahtarları ve yansıtıcı sorular gibi öz ve akran değerlendirme araçlarına sistematik biçimde yer verilmelidir.
4. Sorgulama temelli etkinliklerin değerlendirme odaklı yapılandırılması: Mevcut sorgulama temelli etkinlikler, öğrencilerin öğrenmelerine ilişkin kanıt üretebilecekleri veri toplama, analiz etme ve yorumlama süreçleriyle desteklenmelidir. Bu sayede öğretmenlerin öğretim sürecini öğrenci ihtiyaçlarına göre yeniden düzenlemeleri kolaylaşacaktır.
5. Öğretmen uygulamalarına yönelik öneriler: Ders kitabındaki sınırlılıklar dikkate alındığında, öğretmenlerin biçimlendirici değerlendirme uygulamalarını destekleyici ek araç ve stratejiler kullanmaları önem taşımaktadır. Hizmet içi eğitim programlarında BD bileşenlerine ve ders kitabının bu bileşenlerle nasıl zenginleştirilebileceğine özel olarak yer verilmesi önerilmektedir.
6. Gelecek araştırmalara yönelik öneriler: Gelecek çalışmalarda farklı sınıf düzeylerindeki ders kitaplarının BD açısından karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve ders kitabı temelli BD uygulamalarının sınıf içi öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerinin deneysel ya da karma yöntemli araştırmalarla ele alınması önerilmektedir.

Kaynakça

- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40.
- Brookhart, S. (2020). Five Formative Assessment Strategies to Improve Distance Learning Outcomes for Students with Disabilities. NCEO Brief. Number 20. *National Center on Educational Outcomes*.
- Campbell, T., & Black, P. (2004). Learning through science investigations: Enhancing formative assessment practices. *School Science Review*, 86(314), 49–58.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Heritage, M. (2010). Formative assessment: Making it happen in the classroom. Thousand Oaks.
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 422.
- MEB. (2024). Ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar) Türkiye yüzyılı maarif modeli [Middle school science curriculum (grades 3, 4, 5, 6, 7, and 8) Türkiye century education model]. Ankara.
- Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (2019). Eğitimde araştırma yöntemleri. *Ankara: Pegem Akademi*, 2.
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional science*, 18(2), 119-144.
- Wiliam, D. (2011). Embedded formative assessment. Solution Tree Press.

Comparison of the Achievement of Middle School Students Educated with the 2018 and 2024 Curricula in the Topics of the Sun, Earth and Moon

Hale Çakır¹ , Ali Rıza Akdeniz² 

¹ Fatih Faculty of Education, Trabzon University, Trabzon, Türkiye, hale_cakir25@trabzon.edu.tr

² Fatih Faculty of Education, Trabzon University, Trabzon, Türkiye, arakdeniz@trabzon.edu.tr

ABSTRACT

It has been stated that there are learning difficulties in many topics in the science course. The effect of the curriculum developed in 2024 on learning is not yet known. Conducting such studies is important both for instructional practices and curriculum development. This study aims to determine the achievement of students educated with the science curricula prepared according to the 2018 and 2024 Maarif Models on the topic of “Sun, Earth, and Moon.” The study was carried out using a descriptive approach. The sample of the study consists of a total of 100 students—50 sixth-grade and 50 seventh-grade—studying in a middle school in Trabzon during the 2025–2026 academic year. A previously developed achievement test consisting of 25 multiple-choice questions was used as the data collection instrument. The findings indicate that there is no statistically significant difference between the achievements of students educated under the two curricula.

Keywords: Student achievement, Science curriculum, Maarif model

2018 ve 2024 Öğretim Programlarıyla Öğrenim Görmüş Ortaokul Öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay Konularındaki Başarılarının Karşılaştırılması

Hale Çakır¹ , Ali Rıza Akdeniz² 

¹ Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, hale_cakir25@trabzon.edu.tr

² Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, arakdeniz@trabzon.edu.tr

ÖZET

Fen bilimleri dersinde birçok konuda öğrenme güçlüğü olduğu belirtilmektedir. Ülkemizde öğretim programlarında değişiklikler yapılmasının amaçlarından birinin de bu tür güçlükleri gidermek olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, 2024 yılında geliştirilen programın öğrenmeye nasıl bir etki yaptığı bilinmemektedir. Bu tür çalışmaların yapılması hem öğretim uygulamaları hem de program geliştirme açısından önem arz etmektedir. Bu araştırma, 2018 ile 2024 yılındaki Maarif Modeline göre hazırlanmış fen bilimleri programlarıyla öğrenim görmüş öğrencilerinin “Güneş, Dünya ve Ay” konularındaki başarılarını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma betimsel bir yaklaşımla yürütülmüştür. Araştırmanın örneklemini, 2025-2026 eğitim- öğretim yılında Trabzon’da öğrenim gören bir ortaokuldaki 6. ve 7. sınıflardan ellışer olmak üzere toplam 100 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak daha önce geliştirilmiş 25 çoktan seçmeli sorudan oluşan başarı testinden faydalanılmıştır. Elde edilen bulgular her iki programa göre öğrenim görmüş öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir. Bu durum, yeni programın etkisini gösterebileceği bir süre geçmemesinden kaynaklanabilir. Çalışmada uygulamaya yönelik araştırmaların yapılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Öğrenci başarısı, Fen bilimleri, Maarif model

1. Giriş

Fen öğretiminde öğrencilerin kavramsal anlamayı gerçekleştirebilmeleri, mevcut bilgilerini yeni öğrenmelerle bütünleştirebilmelerine bağlıdır. Ancak araştırmalar, öğrencilerin zihninde yerleşmiş yanlış ya da eksik

kavramların, yeni bilgilerin anlamlandırılmasını güçleştirdiğini ve istenen düzeyde ilgili kazanımları elde edemediklerini ortaya koymaktadır (Akbolat, Soyalp ve Arsen, 2023; Altay ve Balım, 2021; Ecevit ve Özdemir Şimşek, 2016; Pabuçcu ve Geban, 2015). Özellikle soyut konuların yoğunlukta olduğu fen bilimleri dersi, öğrenciler tarafından anlaşılması güç derslerden biri olarak değerlendirilmektedir (Durkaya ve Aydoslu, 2021). Bu durum, konuların iyi öğrenilememesine öğrencilerin yanlış anlamalar geliştirmesine ve dolayısıyla kavram yanlışlarının oluşmasına zemin hazırlayabilmektedir.

Fen bilimleri dersi kapsamında bulunan astronomi konuları, doğrudan gözlemlenmesi güç olan gök cisimlerini ve onların hareketlerini içermesi nedeniyle bu konuların istenen düzeyde başaramadığı öğrencilerde sıkça kavram yanlışlarının görüldüğü bir alan olarak öne çıkmaktadır (Akbolat, Soyalp ve Arsen, 2023). Literatürde yapılan çalışmalar, öğrencilerin astronomi ile ilgili temel kavramlarda çeşitli yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermektedir. Etkili bir fen öğretimi gerçekleştirebilmek için öğrencilerin sahip oldukları bu kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesine yönelik öğretim süreçlerinin tasarlanması gerekmektedir (Kartal ve Saylar, 2022).

Türkiye’de 2025–2026 eğitim-öğretim yılında ortaokul öğrencilerinden 7. ve 8. sınıflar 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı, 5. ve 6. sınıflar ise 2024 yılında yürürlüğe giren Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Öğretim Programı kapsamında öğrenim görmektedir. Güneş, Dünya ve Ay konusuna ilişkin öğrenme çıktıları incelendiğinde, 2018 programında “F.5.1. Güneş, Dünya ve Ay” (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) ünitesi, maarif modelde ise “Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz” (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024) ünitesi bu çalışmanın kapsamına girmektedir.

Hedefler açısından, 2024 yılı öğretim programında felsefesinin sürdürülebilirliği temel aldığı, sosyal-duygusal öğrenme becerilerine yer verdiği ve ayrıca dijital dönüşüm, öz düzenleme, veriye dayalı karar verme, duyuşsal farkındalığa sahip olma ile güvenlik kurallarına uygun davranma gibi kavramlara değinildiği görülmüştür. Programlar içerik açısından değerlendirildiğinde ise, 2024 yılı öğretim programında yakından uzağa ve somuttan soyuta gibi öğretim ilkelerine dikkat çekildiği anlaşılmaktadır. Bu programın yapısı incelendiğinde, 2018 yılı öğretim programından farklı olarak “konu alanı” ifadesinin kaldırıldığı ve “kazanım” yerine “öğrenme çıktısı” ifadesinin tercih edildiği tespit edilmiştir. Ölçme ve değerlendirme açısından bakıldığında ise, 2024 yılı öğretim programında 2018 yılı programına kıyasla biçimlendirici değerlendirmeye daha fazla önem verildiği ve beceri odaklı ölçme ve değerlendirme sürecinin ön planda tutulduğu görülmektedir (Torun ve Karamustafaoğlu, 2025).

2024 Maarif Modeli’ndeki 5. sınıfların 1. ünitesi olan “Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz”in 2018 Öğretim Programındaki 5. sınıfların 1. ünitesi olan “Güneş, Dünya ve Ay” ile içerik olarak benzer olduğu görülmektedir (Torun ve Karamustafaoğlu, 2025). 2024 Maarif Modeli’nde ilgili ünite 4 öğrenme çıktısı yer alırken 2018 Öğretim Programında ilgili ünite 7 kazanımın yer aldığı tespit edilmiştir. Tablo 1 ve Tablo 2’de üniteler kapsamında yer alan öğrenme çıktıları ve kazanımlara yer verilmiştir.

Tablo 1. 2024 Maarif Modeli 5. Sınıf 1. Ünite Öğrenme Çıktıları (MEB, 2024, s. 82)

5. Sınıf 1. Ünite Öğrenme Çıktıları

FB.5.1.1.1 Güneş’in yapısı ve dönme hareketi ile ilgili bilgileri toplayabilme

a) Bilgiye ulaşmak için araçları belirler.

b) Araçları kullanarak bilgi bulur.

- c) Bilgileri doğrular.
- ç) Bilgileri kaydeder.

FB.5.1.2.1 Ay'ın özellikleri, dönme ve dolanma hareketleri ile ilgili bilimsel çıkarım yapabilme

- a) Ay'ın özellikleri ve hareketleri ile ilgili nitelikleri tanımlar.
- b) Verileri kaydeder.
- c) Verileri değerlendirir.

FB.5.1.2.2 Ay'ın evrelerini temsil eden bilimsel model oluşturabilme

- a) Ay'ın evrelerini temsil eden model önerir.
- b) Modelini yeni kanıtlara göre geliştirir.

FB.5.1.3.1 Güneş, Dünya ve Ay'ın hareketlerini ve hacimsel büyüklüklerini temsil eden model oluşturabilme

- a) Hareketler ve büyüklükleri temsil eden model önerir.
- b) Modelini yeni kanıtlara göre geliştirir.

Tablo 2. 2018 Öğretim Programı 5. Sınıf 1. Ünite Kazanımları (MEB, 2018, s. 25-26)

1. Ünite Kazanımları

F.5.1.1.1 Güneş'in özelliklerini açıklar.

- a) Güneş'in geometrik şekline değinilir.
- b) Güneş'in katmanlara sahip olduğu belirtilir.
- c) Güneş'in dönme hareketi yaptığı belirtilir.

F.5.1.1.2 Güneş'in büyüklüğünü Dünya ile karşılaştıracak model hazırlar.

F.5.1.2.1 Ay'ın özelliklerini açıklar.

- a) Ay'ın büyüklüğü belirtilir.
- b) Ay'ın geometrik şekline değinilir.
- c) Ay'ın yüzey yapısı hakkında bilgi verilir.
- ç) Ay'ın atmosferinden bahsedilir.

F.5.1.2.2 Ay'da canlıların yaşayabileceğine yönelik fikirleri tartışır.

F.5.1.3.1 Ay'ın dönme ve dolanma hareketlerini açıklar.

- a) Ay'ın dönme hareketi yaptığı belirtilir.
- b) Ay'ın dolanma hareketi yaptığı belirtilir.
- c) Zaman dilimi olarak “ay” kavramına değinilir.

F.5.1.3.2 Ay'ın evreleri ile dolanma hareketi ilişkisini açıklar.

- a) Ana ve ara evreler belirtilir.
- b) Evrelerin oluş sırasına göre isimleri belirtilir.
- c) İki ana evre arasındaki sürenin bir hafta olduğu belirtilir.

F.5.1.4.1 Güneş-Dünya-Ay hareketlerini temsil eden model hazırlar.

- a) Ay'ın dolanma yönü belirtilir.
- b) Dünya'nın Güneş etrafındaki dolanma yönü belirtilir.
- c) Dünya'dan bakıldığında Ay'ın hep aynı yüzünün görüldüğü belirtilir.

Kazanımların kazandırılma sürecinde sınıfta nelerin nasıl yapılabileceğine yönelik öğretmenlere öneri olarak kazanım açıklamaları sunulmuştur.

İki program karşılaştırıldığında, konu içeriği bakımından büyük bir farklılık bulunmadığı; ancak yöntemsel açıdan önemli değişikliklerin yer aldığı görülmektedir. 2018 Öğretim Programı daha çok bilgi aktarımına dayalı bir anlayışı benimserken, Maarif Modeli sürece ve beceri temelli öğrenmeye odaklanmaktadır. 2018 öğretim programında merkeze “Ne öğretilcek?” sorusu alınırken, Maarif Modeli'nde odak noktası “Öğrenci nasıl öğrenecek?” sorusudur. Ayrıca 2018 programında fen bilimleri dersi bağımsız bir yapıda ele alınırken, Maarif Modeli'nde disiplinler arası etkileşim ön plandadır. Literatürde, Güneş, Dünya ve Ay konusuna yönelik gerek öğrenci öğrenmelerini gerekse kavram yanlışlarını tespit etmeye yönelik yapılmış araştırmalar mevcuttur (Akbolat, Soyaltıp ve Arsen, 2023; Kara ve Kefeli, 2019; Babaoğlu ve Keleş, 2018). Ancak, Maarif Modeli'nin yeni uygulanmaya başlanmış olması nedeniyle “Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz” ünitesine yönelik henüz yapılmış bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ayrıca iki farklı modelle öğrenim gören öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri arasında bir farklılık meydana gelip gelmediği ve başarılarının hangi düzeylerde olduğuna yönelik karşılaştırma araştırmaları henüz yapılmamıştır. Bu tür bir karşılaştırma yeni öğretim programının etkililiğinin tespiti bağlamında önemli bir fikir verme

potansiyeline sahip olacağına inanılmaktadır. Çalışmanın problem durumunu farklı modellerle öğrenim gören ortaokul öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay konusundaki anlama düzeyleri arasında bir farklılık olup olmadığının bilinmemesidir.

Öğrencilerin konulara yönelik bilgi ve becerilerinin tespit edilmesi, öğretmenlerin ders planlarını ve öğretim stratejilerini geliştirmelerine yardımcı olur (Ayvacı ve Muradoğlu, 2021). Ayrıca farklı öğretim programlarıyla öğrenim gören öğrencilerin başarılarındaki benzerlik ve farklılıkların ortaya konması, müfredatın etkinliği ve yöntemsel yaklaşımların uygunluğu açısından değerli bulgular sunar. Bu nedenle, öğrencilerin Güneş, Dünya ve Ay konularındaki başarılarının incelenmesi hem öğretim uygulamaları hem de program geliştirme açısından önem arz etmektedir.

1.1. Amaç

Bu araştırma, 2025-2026 eğitim öğretim yılındaki; 5. sınıftayken “Güneş, Dünya ve Ay” ünitesini 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı ile görmüş olan 7. sınıf öğrencileri ile 5. sınıftayken “Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz” ünitesini Maarif Fen Bilimleri Öğretim Programı ile görmüş 6. sınıf öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay konularındaki başarılarını tespit etmeyi amaçlamaktadır.

2. Malzeme ve Yöntem / Metodoloji

Bu araştırma betimsel bir yaklaşımla yürütülen bir tarama çalışmasıdır. Tarama yöntemi, geniş bir evreni veya bu evrenden seçilen temsili bir örnekleme temel alarak, bireylerin belirli bir zaman dilimindeki inançları, tutumları, görüşleri, bilgileri veya davranışları gibi özelliklerini betimlemeyi amaçlayan nicel bir araştırma şeklidir. Bu yöntem, mevcut durumları veya belirli olayları karşılaştırmaları hedefleyen betimsel amaçlarına ilaveten değişkenler arasındaki ilişkileri (korelasyon) ortaya çıkarmayı amaçlayan ilişkisel analizler için de veri toplar. Tarama araştırmaları, özellikle eğitim, sağlık ve sosyal bilimler gibi alanlarda, bir konuya dair özelliklerin dağılımını belirlemek ve geniş örneklemelerden anketler aracılığıyla veri toplamak suretiyle, mevcut koşullara dair genelleştirilebilir sonuçlar elde etmek amacıyla kullanılır (Özmen ve Karamustafaoğlu, 2019).

2.1. Örneklem

Araştırmanın örneklemini, 2025-2026 eğitim öğretim yılında Trabzon’da öğrenim gören 6. sınıflardan 50 ve 7. sınıflardan 50 olmak üzere toplam 100 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem, araştırmaya hız ve pratiklik kazandırması yönüyle avantajlıdır; çünkü araştırmacı, ulaşımı kolay ve erişimi mümkün olan örneklemi seçmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu doğrultuda, araştırmacının erişiminin kolay olduğu okul ve sınıflar seçilmiştir. Öğrencilere, uygulama öncesinde araştırmanın amacı hakkında bilgilendirme yapılmış ve gönüllülük esasına dayalı olarak çalışmaya katılımları sağlanmıştır.

2.2. Veri Toplama Aracı

Çalışmada veri toplama aracı olarak ortaokul öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay konularına ilişkin başarı düzeylerini ölçmek için Sontay ve Karamustafaoğlu (2020) tarafından geliştirilen “Güneş, Dünya ve Ay Başarı Testi” kullanılmış ve çalışmada kullanmak için yazarlarından izin alınmıştır. Bu test 25 tane çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda yer alan kazanımlar Bloom Taksonomisi’ne göre

sınıflandırılmıştır. Programda belirtilen kazanımlar, soru numaraları ve Bloom Taksonomisi ile ilgili davranışlara ait belirtke tablosu Tablo 3’de yer almaktadır. Veriler, araştırmacı tarafından 2025-2026 eğitim öğretim yılının I. dönemi sınıf ortamında yapılan uygulama ile toplanmıştır.

Tablo 3. Güneş, Dünya ve Ay Başarı Testi’ne Ait Belirtke Tablosu (Sontay ve Karamustafaoğlu, 2020, s. 523)

Kazanımlar	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Sentez	Değerlendirme
F.5.1.1.1. Güneş’in özelliklerini açıklar.		1, 2, 3, 4		6		
F.5.1.1.2. Güneş’in büyüklüğünü Dünya’nın büyüklüğüyle karşılaştıracak şekilde model hazırlar.			7, 8	5		
F.5.1.2.1. Ay’ın özelliklerini açıklar.		9, 10, 11, 12				
F.5.1.2.2. Ay’da canlıların yaşayabileceğine yönelik ürettiği fikirleri tartışır.			13, 14	15		
F.5.1.3.1. Ay’ın dönme ve dolanma hareketlerini açıklar.				16, 17, 18		
F.5.1.3.2. Ay’ın evreleri ile Ay’ın Dünya etrafındaki dolanma hareketi arasındaki ilişkiyi açıklar.				19, 20, 21, 22		
F.5.1.4.1. Güneş, Dünya ve Ay’ın birbirlerine göre hareketlerini eden bir model hazırlar.		23		24	25	

Belirtke tablosunun hazırlanmasında, bir eğitim bilimleri uzmanı öğretim üyesi, iki fen eğitimi uzmanı öğretim üyesi ve altı fen bilimleri öğretmeninin görüşüne başvurulmuştur. Testin geliştirilme sürecinde uygulamalardan elde edilen veriler incelendiğinde 42 öğrencinin Güneş ve Dünya’nın şekillerini hem basketbol topu hem de madeni paraya benzettikleri görülmüştür. Dolayısıyla, öğrencilerin Güneş ve Dünya’nın şekillerini öğrenirken küresel olduğunu, daire şeklinde olmadığını tam olarak öğrenemedikleri yorumu yapılabilir. Testin madde güçlük indeksi ,40 ile ,60 arasındadır. Bir testin madde güçlük indeksinin; 60’tan yukarı olması testin kolay olduğunu, 40’tan düşük olması ise testin zor olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla Güneş, Dünya ve Ay Başarı Testi orta düzeydedir. Güneş, Dünya ve Ay Başarı Testi’nin güvenilirlik analizi için KR-20 iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır. Testin KR-20 iç tutarlılık katsayısı ,83 olarak belirlenmiştir (Sontay ve Karamustafaoğlu, 2020).

2.3. Veri Analizi

Araştırmada kullanılan “Güneş, Dünya ve Ay Başarı Testi” 25 soruluk bir testtir. Testte her doğru cevap 4 puan, yanlış veya boş bırakılan cevaplar ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Böylece testten alınabilecek en yüksek puan 100, en düşük puan ise 0’dır. Öğrenciler Ö1, Ö2, Ö3, ... , Ö50 şeklinde kodlanmıştır. Elde edilen veriler öğrenci cevap kâğıtları üzerinden incelenmiş, her öğrencinin testten aldığı puanlar ve sınıf ortalamaları hesaplanmıştır.

3.Bulgular

Çalışmanın bu kısmında elde edilen bulgular tablolar halinde aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 4. 6. Sınıfların Sorulara Verdikleri Cevaplar

Soru	Doğru	Yanlış	Boş	Doğru %	Yanlış %	Boş %
1	30	20	0	60%	40%	0%
2	31	19	0	62%	38%	0%
3	25	25	0	50%	50%	0%
4	44	6	0	88%	12%	0%
5	22	28	0	44%	56%	0%
6	35	15	0	70%	30%	0%
7	0	50	0	0%	100%	0%
8	31	18	1	62%	36%	2%
9	47	3	0	94%	6%	0%
10	46	4	0	92%	8%	0%
11	31	19	0	62%	38%	0%
12	33	16	1	66%	32%	2%
13	44	4	2	88%	8%	4%
14	44	4	2	88%	8%	4%
15	50	0	0	100%	0%	0%
16	44	6	0	88%	12%	0%
17	35	14	1	70%	28%	2%
18	31	19	0	62%	38%	0%
19	24	24	2	48%	48%	4%
20	33	17	0	66%	34%	0%
21	14	36	0	28%	72%	0%
22	19	26	5	38%	52%	10%
23	30	20	0	60%	40%	0%
24	24	25	1	48%	50%	2%
25	38	11	1	76%	22%	2%

Tablo 5. 7. Sınıfların Sorulara Verdikleri Cevaplar

Soru	Doğru	Yanlış	Boş	Doğru %	Yanlış %	Boş %
1	47	3	0	94	6	0
2	34	15	1	68	30	2
3	28	21	1	56	42	2
4	46	4	0	92	8	0
5	30	20	0	60	40	0
6	39	10	1	78	20	2
7	0	50	0	0	100	0
8	33	16	1	66	32	2
9	40	9	1	80	18	2
10	46	3	1	92	6	2
11	39	9	2	78	18	4
12	31	16	3	62	32	6
13	45	4	1	90	8	2
14	48	1	1	96	2	2
15	45	3	2	90	6	4
16	38	12	0	76	24	0
17	32	17	1	64	34	2
18	32	15	3	64	30	6
19	21	24	5	42	48	10

Soru	Doğru	Yanlış	Boş	Doğru %	Yanlış %	Boş %
20	31	18	1	62	36	2
21	12	34	4	24	68	8
22	18	26	6	36	52	12
23	21	27	2	42	54	4
24	23	26	1	46	52	2
25	40	9	1	80	18	2

Tablo 6. 6. Sınıf Ortalamaları ve Standart Sapma Değerleri

	6. Sınıf	7. Sınıf
Ortalama	64,40	65,20
Standart Sapma	15,90	17,14

Tablo 4 incelendiğinde 6. sınıfların en başarılı olduğu sorunun %100 doğru oranıyla 15. soru olduğu görülmektedir. Bu sorunun Tablo 3’ te yer alan belirtke tablosunda Bloom Taksonomisinin analiz basamağında yer aldığı belirlenmiştir. %88 ve üzeri doğru oranlarıyla 4, 9, 10, 13, 14 ve 16. sorular da yine başarı gösterilen sorulardandır. Bu sorular ise sırasıyla kavrama, kavrama, kavrama, uygulama, uygulama ve analiz basamaklarında yer almaktadır. En başarısız olan sorular incelendiğinde %100 yanlış oranıyla 7. soru dikkat çekmektedir. Bu soru Bloom Taksonomisinde “uygulama” basamağında yer almaktadır. Ayrıca %48 ve altı doğru oranlarıyla 5, 19, 21, 22 ve 24. sorular hata payının yüksek olduğu sorulardır. Bu soruların hepsi analiz basamağında bulunmaktadır.

7. sınıflar için en çok başarı gösterilen soru “uygulama” basamağında bulunan ve %96 doğru oranıyla 14. soru olmuştur. Bunun yanı sıra 1, 4, 10, 13 ve 15. sorular %90 ve üzeri doğru oranlarıyla yine başarı gösterilen sorulardan olmuştur. Bu soruların Bloom Taksonomisindeki karşılıkları sırasıyla kavrama, kavrama, kavrama, uygulama ve analizdir. Bu sınıf seviyesinde de en düşük başarı 6. sınıflarda olduğu gibi %100 yanlış oranıyla uygulama basamağında yer alan 7. soruda görülmektedir. Ek olarak 19, 21, 22, 23 ve 24. sorular %46 ve altı doğru oranlarıyla düşük başarı gösterilen sorulardan olmuştur. Bu sorulardan kavrama basamağında yer alan 23. soru dışındaki sorular analiz basamağında yer almaktadır.

2024 Maarif Modeli ile öğrenim gören 6. sınıfların sınıf ortalaması 64,4 olarak standart sapma değeri ise 15,9 olarak hesaplanırken 2018 Öğretim Programı ile öğrenim gören 7. sınıfların sınıf ortalaması 65,2 olarak standart sapma değeri ise 17,14 olarak hesaplanmıştır. Nicel bulgular her iki grubun benzer puan aldıklarını ve sınıf ortalamalarının çok yakın olduğunu göstermektedir.

Standart sapma değerlerine bakıldığında ise iki grubun başarı dağılımları arasında belirgin bir fark olduğu görülmektedir. 6. sınıfın standart sapması 15,9’dur ve bu değer, puanların ortalama etrafında daha toplu olduğunu, öğrenciler arasında başarı açısından çok büyük farklılıklar bulunmadığını gösterir. Yani 6. sınıf öğrencilerinin sonuçları birbirine daha yakındır ve grup genel olarak daha homojen bir başarı düzeyi sergilemektedir.

Buna karşılık 7. sınıfın standart sapması 17,14’tür ve bu değer 6. sınıfa göre daha yüksektir. Standart sapmanın daha büyük olması, 7. sınıf öğrencilerinin puanlarının daha geniş bir aralığa yayıldığını ve başarı düzeyleri arasında daha belirgin farklılıklar bulunduğunu gösterir. Bu durumda 7. sınıf, başarı açısından daha heterojen bir grup olmuştur.

4.Tartışma ve Sonuç

Bulgular incelendiğinde, her iki sınıf düzeyinde de öğrencilerin kavrama düzeyindeki sorularda yüksek başarı gösterdiği, buna karşın analiz ve özellikle uygulama düzeyindeki bazı sorularda belirgin güçlükler yaşadığı görülmektedir.

Hem 6. hem de 7. sınıflarda 7. soruda %100 yanlış yanıt görülmesi dikkat çekici bir ortak bulgudur. Bu sorunun iki sınıf seviyesinde de uygulama basamağında bulunması, öğrencilerin öğrenilen bilgiyi yeni bir duruma aktarma ve bağlam içinde kullanma becerilerinde belirgin bir güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Sınıflarda uygulama düzeyindeki 14. soruda oldukça yüksek başarı elde edilmesi, uygulama basamağının tek başına zorlayıcı olmadığını, fakat bazı soruların içerik veya yapı bakımından öğrenciler için daha anlaşılır olduğunu göstermektedir.

Analiz düzeyindeki sorularda her iki sınıf seviyesinde de düşük başarı oranlarının bulunması, öğrencilerin verileri yorumlama, ilişkileri değerlendirme ve çıkarım yapma gibi üst düzey bilişsel süreçlerde desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Özellikle 19, 21, 22 ve 24. soruların hem 6. hem 7. sınıflarda düşük performansla sonuçlanması, bu maddelerin öğrencilerin zihinsel beceri düzeyleriyle uyumsuz bir zorluk içeriyor olabileceğine işaret etmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin kavrama düzeyinde yeterli, uygulama düzeyinde kısmen yetersiz, analiz düzeyinde ise daha fazla desteğe ihtiyaç duyduğu söylenebilir.

Farklı öğretim programlarıyla öğrenim görmüş 6. ve 7. sınıfların Güneş, Dünya ve Ay konularındaki başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte 7. sınıfların aritmetik ortalaması daha yüksek hesaplanmıştır. Bunun nedeninin Maarif Model'in henüz yeni uygulanmaya başlamasının olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra öğretmenlerin 2018 Öğretim Programına daha hakim olmaları ve daha etkili bir öğretim ortamı sundukları söylenebilir. Yine öğretmenlerin Maarif Modeli'ni istedik düzeyde uygulayamamaları bu farkın bir sebebini oluşturabilir. Öğrenci bazında düşünüldüğünde ise bu başarı farkının üst sınıf seviyesindeki öğrencilerin bilişsel düzeylerinin de daha yüksek olmasıyla yorumlanabilir.

Standart sapma değerlerine bakıldığında ise 6. sınıfların 7. sınıflara göre kendi içlerinde daha az farklılık gösterdiği görülür. Bu durumun sebebi, Maarif Modeli'nin 2018 Öğretim Programına göre hazır bulunuşluğu dikkate alan, bireysel ihtiyaçlara cevap veren ve bireysel farklılıkları ön plana alan bir öğretim programı sunması yönleriyle açıklanabilir. 2018 Öğretim Programı ise öğretim yöntemleri açısından yalın kalarak olup her öğrenciye hitap etmemiş olabilir. Bu durum standart sapmanın da yükselmesine yol açabilecektir.

4.1. Öneriler

Yapılan araştırma sonucunda bazı öneriler geliştirilmiş ve aşağıda sunulmuştur.

- Maarif Modeli'nin uygulanmasına yönelik araştırmaların yapılması,
- Öğretmen ve öğretmen adaylarına Maarif Model hakkında seminerler verilmesi önerilebilir.

Kaynakça

- Akbolat, E., Soyalp, F., & Arsen, S. Fen bilimleri 7. sınıf güneş sistemi ve ötesi ünitesinde artırılmış gerçeklik kullanımının kavram yanlışları üzerine etkisi. *TRB2-ICES 2023*, 39.
- Akbulut, H. İ., & Çepni, S. (2013). Bir üniteye yönelik başarı testi nasıl geliştirilir? ilköğretim 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 18-44.
- Altay, E., & Balım, A. G. (2021). Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(2), 576-592.
- Ayvacı, H. Ş. ve Muradoğlu, B. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yoğunlaşma ve yoğunlaşma kavramlarına yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 56-80.
- Babaoğlu, G., & Keleş, Ö. (2018). 6. sınıf öğrencilerinin "yıldız", "gezegen" ve "ay, dünya ve güneş" kavramlarına yönelik algılarının belirlenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(1), 127-145.
- Durkaya, F., & Aydoslu, M. (2021). Ortaokul öğrencilerinin ışık ve yansıma hakkındaki bilişsel yapılarının ve kavram yanlışlarının alternatif ölçme ve değerlendirme teknikleri kullanılarak tespit edilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 6(2), 78-103.
- Ecevit, T., & Özdemir Şimşek, P. (2016). Öğretmenlerin fen kavram öğretimleri, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmalarının değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 16(1).
- Kara, F., & Kefeli, N. (2019). 5. sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay konularına yönelik algıları. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 1000-1014.
- Kartal, F., & Saylar, Ö. (2022). Ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin kalıtım konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Journal of Individual Differences in Education*, 4(1), 37-52.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Özmen, H. ve Karamustafaoğlu, O. (2019). *Eğitimde Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Pabuçcu, A., & Geban, Ö. (2015). 5E öğrenme döngüsüne göre düzenlenmiş uygulamaların asit-baz konusundaki kavram yanlışlarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 191-206.
- Sontay, G., & Karamustafaoğlu, O. (2020). Fen bilimleri dersi "güneş, dünya ve ay" ünitesine yönelik başarı testinin geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(2), 511-551.
- Torun, B., & Karamustafaoğlu, O. (2025). 2024 Türkiye yüzyılı maarif modeli ile 2018 fen bilimleri dersi öğretim programlarının temel öğeler bakımından karşılaştırılması. *Trakya Eğitim Dergisi*, 15(Özel Sayı), 346-388.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (Genişletilmiş 9. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Contributions of Âşık İhsan Ozanoğlu to the Musical Culture of Kastamonu

Mihrican Uçan ¹ 

¹ Faculty of Fine Arts, Kastamonu University, Türkiye, mihrican_37@hotmail.com

ABSTRACT

This study examines the contributions of Âşık İhsan Ozanoğlu, a Kastamonu-based minstrel, to the city's musical culture and his multifaceted musicianship. Playing a key role in Kastamonu's reputation as the "Kaaba of Minstrels," Ozanoğlu has significantly influenced both religious and folk music repertoires. His musical background, shaped within his family environment and supported by his ability to play instruments such as bağlama, violin, oud, tanbur, mandolin, and guitar, has elevated him from a local minstrel to a versatile musician. This multi-instrumental practice functions as a bridge in the adaptation of local musical cultures to the modernization process of the Republican era. The numerous folk songs he transmitted to institutions such as Ankara State Conservatory, TRT and the National Folklore Research Department reveal his role as a systematic collector and repertoire builder. Accordingly, the study evaluates Ozanoğlu's impact on the continuity and wider recognition of Kastamonu's musical tradition.

Keywords: Music, Musical Culture, İhsan Ozanoğlu, Kastamonu

Âşık İhsan Ozanoğlu'nun Kastamonu Müzik Kültürüne Katkıları

Mihrican Uçan ¹ 

¹ Güzel Sanatlar Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye, mihrican_37@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışma, Kastamonu merkezli bir âşık olan Âşık İhsan Ozanoğlu'nun Kastamonu müzik kültürüne katkılarını ve müzisyenlik yönünü incelemektedir. Kastamonu'nun "Âşıklar Kâbesi" olarak anılmasında önemli payı bulunan Ozanoğlu'nun hem dinî musiki hem halk müziği repertuarı üzerindeki etkisi, son yıllarda yapılan araştırmalarla daha görünür hâle gelmiştir. Aile çevresinde başlayan müzikal birikimi, bağlama, keman, ud, tambur, mandolin ve gitar gibi farklı sazları ustalıklıca icra etmesiyle birleşerek onu mahallî bir âşığın ötesinde, çok yönlü bir sanatçı konumuna taşımıştır. Çok enstrümanlı icra anlayışı, Cumhuriyet dönemi yerel müzik kültürlerinin modernleşme sürecine uyumunda bir köprü işlevi görmektedir. Ankara Devlet Konservatuarı, TRT ve Millî Folklor Araştırma Dairesi'ne kazandırdığı yüzlerce türkü, onun sistematik bir derlemeci ve repertuar kurucusu kimliğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışma, Ozanoğlu'nun icracı, derlemeci ve kültürel taşıyıcı kimliklerinin Kastamonu merkezli müzik geleneğinin sürekliliği ve ulusal ölçekte tanınırlığı açısından ne ifade ettiğini tartışmaktadır. Böylece sanatçının yerelden evrensele uzanan etkisi vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Müzik, Müzik Kültürü, İhsan Ozanoğlu, Kastamonu

1. Giriş

Kastamonu, Anadolu'nun hem dinî hem de seküler musiki geleneklerinin iç içe geçtiği önemli merkezlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Şehir, dinî musiki icrası, âşıklık geleneği ve mahallî türkü repertuarı bakımından zengin bir kültürel hafızayı bünyesinde barındırmaktadır. Bu kültürel zenginlik, 20. yüzyıl boyunca yerel figürler aracılığıyla görünür hâle gelmiştir. Bu figürlerin başında da Âşık İhsan Ozanoğlu gelmektedir. Kastamonu'da

doğup yetişen ve hayatının büyük bölümünü bu şehirde geçiren Ozanoğlu, hem halk şairi hem divan şairi, hem din adamı hem de kütüphane müdürü kimlikleriyle, çok katmanlı bir kültürel şahıs olarak karşımıza çıkmaktadır (Küçükbasmacı, 2021). Âşık İhsan Ozanoğlu'nun müzisyenlik yönü, çoğu zaman onun âşıklık geleneği içindeki yeriyle birlikte anılmaktadır. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar, ozanın müzik kültürünü şekillendiren çok yönlü bir sanatçı olarak da ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bir yandan klasik divan şiiri geleneğini 20. yüzyıla taşıyan bir “divan sahibi” şair olarak değerlendirildiği, “İhsan Ozanoğlu Divanı” üzerine yapılan incelemelerden anlaşılmaktadır (Aydın ve Haydaroglu, 2023).

Diğer yandan halk hekimliği, halk bilimi ve sözlü kültür ürünlerine dair derlemeleri, onun ses ve söz geleneğini bütüncül bir halkbilimi perspektifinden kavramakta olduğunu göstermektedir (Değer, 2025). Bu bağlamda Âşık İhsan Ozanoğlu, Kastamonu müzik kültürünün yalnızca bir icracısı değil, aynı zamanda derleyicisi, yorumcusu ve kurumsal arşivlere aktarıcısı olarak da ele alınmaktadır. Ankara Devlet Konservatuarı ve TRT bünyesinde yürütülen derleme çalışmaları sırasında “kaynak kişi” olarak görev alması, Kastamonu yöresine ait pek çok türkünün ulusal repertuvara kazandırılmasında belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir (Küçükbasmacı, 2021; Şenel, 2009). Benzer şekilde, yerel kurumların resmî metinlerinde Ozanoğlu'nun, Kastamonu türkülerinin ve ezgilerinin TRT ve konservatuvar arşivlerine aktarılmasında “kaynak kişi” sıfatıyla hizmet ettiği açıkça ifade edilmektedir (Küçükbasmacı, 2021). Bu çalışmanın amacı, söz konusu literatürden hareketle Âşık İhsan Ozanoğlu'nun özellikle Kastamonu müzik kültürü üzerindeki etkisini, müzisyenlik kimliği, derlemeci rolü ve kent belleğinde imgeleşme süreçleri üzerinden tartışmaktır. Çalışmada nitel bir yaklaşım benimsenmiştir. Buradan hareketle Ozanoğlu'nun hayatı ve eserlerine dair araştırmalar üzerinde bir değerlendirme yapılmıştır. Bu doğrultuda, önce ozanın müzisyenlik yönü ve müzikal formasyonu ele alınmaktadır. Ardından Kastamonu türkülerinin derlenmesi, tasnifi ve ulusal repertuvara aktarılmasında üstlendiği işlevler incelenmiştir.

2. İhsan Ozanoğlu'nun Müzisyenlik Kimliği

İhsan Ozanoğlu'nun müzisyenlik kimliği, aile çevresinde başlayan güçlü bir musiki eğitimiyle şekillenmiştir. Bu eğitimin halk ve dinî musiki ekseninde iç içe geçtiği görülmektedir. Babasının Şabaniyye Dergâhı'nda zâkirbaşı olarak görev yapması, annesinin hem hafız hem de dinî musikiye hâkim bir isim olması, ozanın çocukluk yıllarından itibaren ilahîler, mevlitler ve dini bestelerle iç içe yaşamasına zemin hazırlamıştır (Küçükbasmacı, 2021). Bu ortamda ezberlenen ilahîler ve türküler, onun hem makam bilgisini hem de ritim duygusunu beslemiştir. Böylece sözlü kültürün müzikal boyutu, erken yaşlardan itibaren kişilik yapısının ayrılmaz bir parçası hâline gelmektedir.

Ozanoğlu'nun müzikal formasyonu yalnızca aile çevresiyle sınırlı kalmamaktadır. Şehirdeki musiki çevreleriyle kurduğu ilişkilerle daha da çeşitlenmektedir. Çeşitli hocalardan keman, ud gibi sazlara dair dersler alması, neyzenler ve bestekârlarla temas hâlinde bulunması, onu klasik Türk musikisi geleneğine de yaklaştırmaktadır. Böylece dinî musiki, klasik musiki ve mahallî halk müziği arasında geçişken bir üslup geliştirmesine imkân vermektedir (Küçükbasmacı, 2021). Bağlama ile tanışmasının çocukluk yaşlarına dayandığı, saz üstadı olarak Âşık Hasan'dan icazet aldığı ve bu sayede âşıklık geleneğinin usta-çırak zinciri içinde meşruiyet kazandığı vurgulanmaktadır.

Bu çok katmanlı musiki eğitimi, Ozanoğlu’nu yalnızca yerel bir saz şairi olmaktan çıkararak, hem yazılı hem sözlü geleneği kavrayan bir “kültür taşıyıcısı” konumuna yükseltmektedir. Bir yandan divan şiiri kaleme alarak klasik şiir geleneğini 20. yüzyıla taşıdığı, “İhsan Ozanoğlu Divanı” üzerine yapılan incelemeden anlaşılmaktadır. Diğer yandan halk şiiri tarzındaki eserlerini “Âşık Sazı Tel” başlıklı derlemelerde toplamaktadır (Karataş, 2024). Bu durum, şiir ve musiki alanlarında hem geleneksel hem de modern formlara hâkim bir sanatçının varlığına işaret etmektedir.

Ozanoğlu’nun müzisyenlik yönü, sahne ve kurum tecrübesiyle de pekişmektedir. Halkevleri bünyesinde yürütülen gezi, konser ve temsillerde aktif rol alması, Kastamonu merkez ve ilçelerinde düzenlenen musiki faaliyetlerinin örgütlenmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu etkinlikler aracılığıyla hem yerel halkın müzik zevkinin biçimlenmesine katkıda bulunmakta hem de yeni kuşaklara türkü ve ilahî repertuarını aktarmaktadır (Küçükbasmacı, 2021). Ayrıca Türkiye genelinde düzenlenen âşık bayramları ve yarışmalarına katılarak “Âşıklar Babası” ve “En Usta Halk Ozanı” gibi unvanlarla taltif edilmesi, onun yalnız Kastamonu sınırlarında değil, ulusal düzeyde tanınan bir musiki figürü hâline geldiğini ortaya koymaktadır. Bütün bu nitelikler, Âşık İhsan Ozanoğlu’nun müzisyenlik kimliğinin, çok sesli ve çok katmanlı bir kültürel birikim üzerine inşa edilmekte olduğunu göstermektedir. Dinî musikiden halk türkülerine, klasik şiirden âşık tarzı deyişlere uzanan bu geniş yelpaze, Kastamonu müzik kültürünün hem tarihsel derinliğini hem de türler arası geçişkenliğini anlamak için vazgeçilmez bir referans noktası sunmaktadır.

3. Kastamonu Türkülerinin Derlenmesi ve Repertuarlaşma Sürecinde Ozanoğlu

Âşık İhsan Ozanoğlu’nun Kastamonu müzik kültürüne yaptığı en kalıcı katkılardan biri, derlemeci kimliğiyle yöre türkülerini kayıt altına alması ve bunların ulusal arşivlere aktarılmasını sağlamasıdır. Küçükbasmacı’nın çalışmasında, Ozanoğlu’nun halkbilimi disiplininin hemen her alanında derleme yaptığı ve bu çerçevede kapsamlı bir tasnif sistemi geliştirdiği ifade edilmektedir. “Kastamonu Kültür ve Folkloru”, “Kastamonu Halkiyat ve Harsiyatı”, “Kastamonu Türküleri” gibi başlıkların, onun arşivci titizliğini yansıttığı belirtilmektedir. Bu derlemeler arasında, türkü ve ezgilerin özel bir yer tuttuğu görülmektedir. Ankara Devlet Konservatuvarı’nın 1940’lı yıllarda yürüttüğü derleme faaliyetlerinde Ozanoğlu’nun “kaynak kişi” olarak yer alması, Kastamonu yöresine ait pek çok türkünün nota ve ses kaydı yoluyla arşivlere girmesine imkân vermiştir. Böylece sözlü gelenek, kurumsal bir hafızaya aktarılmaktadır (Küçükbasmacı, 2021).

TRT’nin 1970’li yıllarda gerçekleştirdiği derleme çalışmalarında da ozandan kayıt alınması, onun uzun soluklu ve sistematik bir kaynak kişi olarak değerlendirilmekte olduğunu ortaya koymaktadır (Cantürk, 2023). Nail Tan’ın aktardığı bilgiler doğrultusunda, Millî Folklor Araştırma Dairesi arşivine Ozanoğlu’ndan yüzlerce türkü derletildiği bilinmektedir. Bu durum, Kastamonu ve çevresine ait zengin bir türkü repertuarının, büyük ölçüde onun sesinden ve hafızasından hareketle kayıt altına alındığını göstermektedir (Küçükbasmacı, 2021).

Yerel kurumsal metinlerde de, Ozanoğlu’nun Kastamonu yöresi halk müziği ezgilerinin TRT ve Devlet Konservatuvarları arşiv ve repertuarlarına kazandırılmasında “kaynak kişi” sıfatıyla emek verdiği açıkça belirtilmektedir. Bu ifade, yerel hafızanın resmi kurumsal söylemlere de yansımakta olduğunu göstermektedir. Bu süreçte yalnızca müzikal veriler değil, aynı zamanda bu verilerin bağlamını oluşturan sözlü kültür unsurları da kayda

geçirilmektedir. Değer'in "Halk Tababeti I-II" başlıklı el yazması üzerine yaptığı inceleme, Ozanoğlu'nun tıpkı türkü derlemelerinde olduğu gibi halk hekimliği alanında da sistematik bir sözlü veri toplama ve tasnif etme pratiği geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu metodolojinin, onun genel derlemeci kimliğinin bir parçası olduğunu göstermektedir (Değer, 2025). Dolayısıyla, türkü derlemelerinde görülen ayrıntılı başlıklandırma, sınıflandırma ve açıklama geleneği, onun halkbilimi alanındaki genel yaklaşımıyla paralel biçimde gelişmektedir. Kastamonu müzik kültürü bu bütüncül bakış açısıyla belgelenmektedir.

Ozanoğlu'nun derlemeci rolünün en çarpıcı örneklerinden biri, "Çanakkale Türküsü" ile özdeşleşmesinde görülmektedir. Çeşitli çalışmalarda, bu türkünün kaynak kişi olarak Ozanoğlu'na dayandığı belirtilmektedir. Kastamonu'nun kültürel belleğinde hem savaş hatıralarını hem de yerel müzik duyarlılığını bir araya getiren bir sembol hâline geldiği vurgulanmaktadır (Cantürk, 2023). Böylece, bir türkü üzerinden hem ulusal tarih anlatısı hem de yerel müzik geleneği temsil edilmekte; Ozanoğlu bu temsilin merkezinde yer almaktadır.

Bu derlemeci faaliyetler, Kastamonu müzik kültürünün yalnız bugüne değil, geleceğe de taşınmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Sözlü gelenekte değişime ve unutulmaya açık olan türkü ve ezgiler, Ozanoğlu'nun katkılarıyla yazılı ve sesli arşivlere aktarılmakta. Dolayısıyla hem akademik araştırmalar için hem de icra pratikleri için güvenilir bir kaynak tabanı oluşmaktadır. Bu yönüyle Âşık İhsan Ozanoğlu, yalnızca kendi döneminin değil, sonraki kuşakların da beslendiği bir "repertuvar kurucu" olarak değerlendirilmektedir.

4. Kastamonu Müzik Belleğinde Bir İmge Olarak Ozanoğlu

Kastamonu'nun kültürel belleği son yıllarda "kent imgesi" kavramı çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu gibi belirli şahsiyetlerin şehir kimliğinin temsili açısından taşıdıkları önem özellikle vurgulanmaktadır. Küçükbasmacı'nın "Bir Kent İmgesi Oluşturma Örneği: İhsan Ozanoğlu" başlıklı çalışması, Ozanoğlu'nun Kastamonu'nun kültürel belleğinde bir imgeye dönüşme sürecini ayrıntılı biçimde analiz etmektedir. Bu süreçte âşıklık, anlatı ve müzik geleneğiyle kurduğu bağların öne çıktığını göstermektedir (Küçükbasmacı, 2021). Ozanoğlu'nun özellikle müzik geleneğiyle olan ilişkisi, bu imgeleşme sürecinin temel eksenlerinden birini oluşturmaktadır. Âşık kimliğiyle sunduğu deyişler, derlediği ve icra ettiği türküler, dinî musikiye dair icraları ve Halkevi konserleri, onun hem şehir içinde hem de şehir dışındaki temsiliyetini güçlendirmektedir. Dolayısıyla "Âşık İhsan Ozanoğlu" adı, Kastamonu denildiğinde hatırlanan kültürel kodlardan biri hâline gelmiştir. Bu hatırlama biçimi, yalnızca biyografik bir bilgi düzeyinde kalmamakta; heykeller, okul isimleri, anma programları, konserler ve sempozyumlar gibi çeşitli somut ve soyut göstergelerle desteklenmektedir (Çelengil, 1959; Küçükbasmacı, 2021).

Bu noktada, Ozanoğlu'nun müzisyenlik yönünün, kent imgesi olarak taşıdığı anlamın merkezinde bulunduğu görülmektedir. Onun derlediği türkülerin TRT, Devlet Konservatuarı ve çeşitli arşivlerde dolaşıma girmesi, Kastamonu'nun müzik geleneğinin ulusal düzeyde tanınırlığını artırmaktadır. Böylece şehir, bir "âşıklar diyarı" ve "türkü memleketi" olarak kodlanmaktadır. Ozanoğlu'nun kendi eserlerinde Kastamonu'yu "Âşıklar Kâbesi" olarak nitelendirmesi de, bu imgesel konumun hem öznel hem de toplumsal düzeyde nasıl kurulduğunu göstermektedir (Ozanoğlu, 1940; akt. Küçükbasmacı, 2021). Ozanoğlu'nun eserlerine bakıldığında "Çanakkale İçinde Aynalı Çarşı" türküsü, Günümüzde "Çanakkale Türküsü" diye bildiğimiz eserin sözlerini kaleme alan ve derleyen kişi olarak gösterilir. "Benden Selâm Olsun Bolu Beyi'ne" türküsü Koroğlu kolundan bir çeşitleme şeklinde Kastamonu yöresi

türküsü; TRT repertuvarında “Benden Selâm Olsun” olarak geçer. Kaynak kişi İhsan Ozanoğlu, derleyen ve notaya alan Muzaffer Sarısözen’dir. Ankara Radyosu’nda 85, Ankara Devlet Konservatuvarı’nda 135 civarında Kastamonu türküsünün, kaynak kişi olarak ondan derlendiği belirtilir. Bunların içinde: ilahiler ve nefesler (Şabaniyye ve tasavvuf çevrelerinden) uzun havalar, destanlar oyun havaları, kırık havalar, askerlik–göç–gurbet konulu türküler yer alır.

4. Sonuç

Bu çalışma, Âşık İhsan Ozanoğlu’nun Kastamonu müzik kültürü içindeki yerini çok yönlü bir kültürel sanatçı olarak ele almaktadır. Elde edilen bulgular, onun yalnızca bir âşık ya da icracı olmadığını göstermektedir. Dinî musiki, halk müziği ve klasik musiki alanlarında biriktirdiği deneyimlerin, Kastamonu merkezli özgün bir müzik dili oluşmasında etkili olduğu anlaşılmaktadır. Aile ortamında başlayan musiki eğitiminin, usta–çırak geleneğiyle ve çok sayıda enstrümanı icra edebilme yetisiyle birleşerek, Ozanoğlu’nu Cumhuriyet dönemi kültürel dönüşümleriyle uyumlu, çok yönlü bir müzisyen profiline dönüştürdüğü söylenebilmektedir. Çalışma, Ozanoğlu’nun derlemeci kimliğinin de en az icracılığı kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Ankara Devlet Konservatuvarı, TRT ve Millî Folklor Araştırma Dairesi arşivlerinde “kaynak kişi” olarak yer alması, Kastamonu yöresine ait birçok türkü ve ezginin onun hafızası üzerinden ulusal repertuvara aktarılmakta olduğunu göstermektedir. Kastamonu İl Halk Kütüphanesi ve çeşitli kurumsal arşivlerde bulunan yazılı derlemeler, bu sözlü mirasın yalnız ses kayıtlarıyla değil, metin ve tasnif düzeyinde de korunmakta olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yönüyle Ozanoğlu, bölgesel müzik kültürünün “repertuar kurucusu” olarak değerlendirilebilmektedir. Sonuçlar, Ozanoğlu’nun Kastamonu kent kimliğinde bir kültürel imgeye dönüştüğünü de göstermektedir. Âşıklık, derlemecilik ve müzisyenlik etrafında şekillenen anlatılar, Kastamonu’nun “Âşıklar Kâbesi” ve “türkü memleketi” şeklinde anılmasına katkı sağlamaktadır. Heykeller, okul isimleri, anma programları ve yerel etkinlikler, bu imgenin günlük hayatta da sürdürüldüğünü göstermektedir. Genel olarak bakıldığında, Âşık İhsan Ozanoğlu’nun katkıları, yalnız geçmişe ait bir hatıra olarak değil, kültürel sürekliliği besleyen dinamik bir kaynak olarak değerlendirilmesi gereken bir miras niteliği taşımaktadır.

Kaynakça

- Aydın, A. ve Haydaroğlu F. (2023). *İhsan Ozanoğlu divanı*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Cantürk, G. (2023). *TRT repertuvarına girmiş kastamonu türkülerinin müzikal analizi*. (Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.). Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Çelengil, M. N. (1959). *Kastamonu’nun meşhur saz şairlerinden Ozanoğlu-Hakkı taşlamaları*. Kastamonu: İlham Matbaası.
- Değer, E. (2025). İhsan Ozanoğlu: halk tababeti I-II. *UFÜ Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi* (1), 104-113. <https://doi.org/10.29329/ufusobed.2025.1115.7>
- Küçükbasmacı, G. (2021). Bir kent imgesi oluşturma örneği: İhsan Ozanoğlu. *Uluslararası Halkbilimi Araştırmaları Dergisi*, C. 4(7), 1-24.
- Küçükbasmacı, G. (2024). *İcradan kitaba İhsan Ozanoğlu: âşık sazı ve âşık edebiyatı*. Berikan Yayınevi.
- Şenel, S. (2009). *İhsan Ozanoğlu’ndan derlenen Kastamonu ve çevresi müzik derlemeleri*. İhsan Ozanoğlu Sempozyumu Bildirileri (14 Şubat 2009). Ankara: Kastamonu Valiliği Yayınları, 97–130.

How Can Science Education and Music Be Linked? : The Perspective of STEAM Education

Filiz Gülhan¹ 

¹ Ministry of National Education, İstanbul, Türkiye, flzgulhan@gmail.com

ABSTRACT

Music has been one of the creative production fields of people throughout the ages. Although science aims to explain nature, explaining and theorising what is discovered requires creativity similar to that of art. While STEM education has made interdisciplinary approaches one of the main agenda items of the education community, the birth of STEAM education has brought STEM disciplines to a different point with the emphasis on creativity and art. In this study, after the examples reflecting the relationship between science and music, examples of researches addressing music in STEM/STEAM education are given. It was determined that technology played a key role in the expansion of the literature from science education to STEM education. Suggestions were made for integrating music into science classrooms through STEAM education. It is suggested that activities can be carried out through musical instrument design, digital music production, artificial intelligence, activities that associate games and music.

Keywords: Science education, Music, STEAM

1. Introduction

Although science and art are thought to be distant from each other, they can reveal a holistic structure thanks to the collaborative work of scientists and artists with the effect of the deep historical connection between them (Leite, Gatti & Reis, 2024). Music is usually taught separately from other disciplines (Carrier et al., 2011). However, it would not be wrong to state that this teaching style is not very appropriate in terms of the nature of music. Since music has the rules of mathematics and physics in its substructure, the relationship between music and science branches is natural (Aydar, 2015). This situation reveals the relationship between science branches and music. There is a close connection between science, technology, engineering and mathematics (STEM) fields and art fields, especially music (Ramsey, 2022). This research addresses different aspects of the relationship of these fields with music from science education to STEM education.

2. The Relationship of Music with Science and Science Education

It includes the production of contemporary science and music innovation as a result of historical development (Monk & Poston, 1999). Gershon and Ben-Horin (2014) state that engaging in music-making processes through studies at the intersection of music and science can help students engage more deeply with the types of creativity associated with inquiry-based science education and help scientists better communicate their ideas. Thus,

considering music as an important stimulus and creativity tool for science education opens different ways of thinking.

Physics is the field with which music is most associated among the sciences. Physics concepts are integral to understanding the technical aspects of music creation (Ramsey, 2022). Content from physics and life sciences is traditionally taught separately at primary school level, but the natural connections between the physics of sound and sounds in nature link these two fields of science to music (Carrier et al., 2011). Although the relationship between music and chemistry is less visible than its direct relationship with physics, it has led to many interesting discoveries. Monno et al., (2016) developed a scientifically based decoding method to assign a specific sound to single atoms in crystals. Possible applications of this new approach range from chemistry to earth sciences, material sciences and biology (Monno et al., 2016). The intersection of music with biology has also produced interesting results. The first examples of creating music using electrical signals of brain waves were realised by musicians Alvin Lucier and David Rosenboom (Ergun, 2021). In genetic music, where motifs are made from the numerical data in the DNA molecule, motifs are created by composers by carrying half-octave information of the bases in the structure of chromosomes (Eraydın, 2006). Acan and Acan (2019) created songs by associating the codes of protein structures with musical notes in biochemistry education. Beyond the science of biology, the harmonisation of music with vitality molecules and energies and the participation of vibrations in vitality activities create very interesting situations. Tojeiro-Pérez and Gillanders (2024) also emphasized that there is a forgotten connection between music and ecology. Creative discoveries at the intersection of science and art reveal natural examples for STEAM education (Gülhan, 2022).

Music can be one of the promising pedagogical strategies in science education (Crowther, McFadden, Fleming, & Davis, 2016). Studies that establish and investigate the relationship between science education and music are included in the literature. Carrier et al. (2011) designed a curriculum for primary school students by working with music and science teachers in the curriculum development project called UBEATS-BioMusic, which combines animal sounds physically and biologically with music. Akça (2016) stated that a positive effect on students' academic achievement and thinking skills was achieved by teaching the science sound unit in conservatories as an out-of-school learning environment. Crowther et al. (2016) evaluated the effect of music videos with science-based lyrics on content knowledge and attitudes in a study with more than a thousand participants, mostly K-12 students. Yoon and Kim (2017) showed that in their science song project with pre-service science teachers, they showed that they understood science concepts and improved their attitudes towards science positively while developing their songs. Lee, Hsiao, Chen, and Wu (2018) aimed to create an innovative industrial design example with the connection of science and music education and designed a wooden percussion toy, a toy that makes sound by opening and closing the tooth model, and a car that uses the railway model as a percussion instrument. Turan (2019) observed an increase in students' achievement levels when primary school science taught the subject of states of matter through music.

3. Associating Music with STEM/STEAM Education

The intersection of music and STEM education is a research topic supported by empirical evidence (Maier-Zucchini, 2021). STEAM education is based on innovative thinking in STEM disciplines with an emphasis on

creativity, breaking down the distinction between disciplines that are seen as creative, such as art, and STEM disciplines that are seen as more rigid or logical-mathematical (Henriksen, 2014). The connections between music and science carry the potential benefits of moving from STEM to STEAM for inquiry-based science education (Gershon & Ben-Horin, 2014). For example, the STEM dimensions of a music acoustics course could be engineering through technical design using the knowledge provided by science, technology in instrument construction, mathematics linking these disciplines to music, and music that reveals artistic creativity (Ramsey, 2022).

With the development of science education towards STEM/STEAM, researches in which music is prioritised within the scope of STEM/STEAM have been included in the literature. Chung, Cartwright & Chung (2014), who developed a STEM curriculum linking Lego robots and Java programming, produced musical robots with high school students. Gregorio et al. (2015), through a music technology programme for high school students, realised the mutually reinforcing relationship between technology and art through inquiry-based modules and projects involving creative problem solving. Dolberry (2015) implemented activities based on hip-hop STEAM pedagogy by addressing hip-hop music genre in the context of STEAM education. Shen, Zhang, Xu, and Zhu (2017) developed a software-based music game to help teach STEM concepts. In the prototype of the game, various cylindrical containers produce a series of musical pitches with the flow of water, and the containers control the flow of water by producing a harmonic rhythm to provide auditory feedback to the user about their successful work. The Music Entertainment Technology Lab (MET-Lab) at Drexel University has pioneered a system that allows students to create their own speakers from household materials, exploring electromagnetism and engaging them in STEM experiences (Morton et al., 2017). Abrahams (2018) stated that students were able to prepare content analyses, lesson plans of various national standards in STEM subjects and music through an interactive undergraduate course with music education department students. Cheng (2018) stated in his research on pre-service music teachers that they developed both musical and technological competences within the scope of STEAM initiatives that fit the digital musicianship framework. Hauze & French (2018) reported improvements in the achievement of secondary and post-secondary students taught by instructors trained in STEM guitar project. Kim (2018) reported the positive effects of a music course in which STEAM education based on blended learning was implemented on music knowledge and STEAM literacy of pre-service kindergarten teachers. Leung (2018) carried out a project combining music and STEAM to invent a musical instrument with the application of electronic building blocks, design a music programme with coding language, create a creative piece of music with contemporary composition techniques, perform the composition publicly, and evaluate the creative process and product from STEAM dimensions. Sullivan and Bers (2018) examined preschool children implementing STEAM robotics curriculum with “Dances from Around the World” in kindergartens and found that children were highly successful in basic programming concepts. In Barnes et al.’s (2019) study, primary school children worked on musical theatre projects with various robots in a STEAM education programme and showed an example of collaborative interactive learning by getting excited about the programme. Shafer & Skripchuk (2020) reported that students learnt and applied the principles of computational thinking as a result of the application in which students created a song to imitate the artist of their choice by analysing data extracted from a corpus of pop song transcriptions. Lavy (2021) stated that in the study on programming traditional songs with coding, students enjoyed the studies and were enabled to see a concrete meaning of abstract music concepts. Cheng et al. (2022) determined

that individual and team creativity developed in the research in which they had primary school students design musical instruments as a STEAM education application. In the Sound(s) of Science STEAM project carried out by Eramo et al. (2022), a science-based and reproducible musical equivalent of auditory modelled objects is sought and obtained and used in teaching. Hödl, Rafetseder, Hu & Kayali (2022) carried out a project in which they implemented activities designed with digital musical instruments with advanced computer science students. Ho, Lin & Chang (2023) taught preschool students with three-dimensional animations using augmented reality technologies and concluded that STEAM education can play an important role in the inheritance and development of music culture. Johnson & Moldovan (2023) drew attention to the relationship between music and mathematics and conducted teacher workshops using digital music applications such as Chrome Music Lab and Makey Makey. In their research with gifted 5th grade students, Özer & Demirbatır (2023b) stated that students enjoyed themselves, their interest in music increased, music could be used effectively in different fields, and their self-confidence improved through the coding-based on designing instruments with digital programmes.

When the results of the studies are generalised, it is seen that the aims of STEAM education can be achieved with the success of students in acquiring and applying both new technologies and musical understandings. Researches combining music and science education have evolved towards STEM/STEAM with the contribution of technology over the years. In this respect, it is clear that technology has an undeniable role in the music-STEM relationship. Technology has served as an integrative key element of the scientific approach to music.

4. Conclusion and Recommendations

This research provides the establishment of STEAM education connections by scrutinising music, which is one of the parts of STEAM education. STEAM, a multifaceted educational platform, develops further and expands new horizons thanks to the field of music (Turhal, 2020). Music education needs to be deeply integrated with other disciplines to develop students' comprehensive skills (Chen, 2023). It is recommended to develop stand-alone STEAM courses and modules that address music (Cheng, 2018). Given the importance of music in daily life, the development and interdisciplinary approach of music through science education and STEM/STEAM education has the potential to create important educational outcomes.

When the applied studies in which music education is associated with science education or STEM/STEAM education are examined in the literature, the following generalisations are reached. While studies with science teachers (Hauze & French, 2018; Yoon & Kim, 2017) and music teachers (Abrahams, 2018; Cheng, 2018; Shafer & Skripchuk, 2020) are the majority, Carrier et al. (2011) drew attention to the cooperation of music and science teachers. In addition, studies on kindergarten teachers (Kim, 2018) and computer science students (Hödl et al., 2022) also made a difference. Musical instrument designs have been one of the most used ways of integration into STEAM education (Cheng et al., 2022; Hauze & French, 2018; Hödl et al., 2022; Lee et al., 2018; Leung, 2018; Ramsey, 2022; Shen, 2017; Özer & Demirbatır, 2023b). In the studies in which applications were carried out for students, there are studies in which pre-school (Ho et al., 2023; Sullivan & Bers, 2018), primary school (Barnes et al., 2019; Cheng et al., 2022; Turan, 2019), secondary school (Akça, 2016; Özer & Demirbatır, 2023b), high school (Chung et al., 2014; Gregorio et al., 2015) students were considered as the study group. It can be said that a wide range of results were produced by carrying out the studies with teachers from different branches and students from

different age groups as the study group.

The transmission of music and STEM integration can be provided to young children through books, games, and toys. May (2019) presents a picture book “Esquível: A Space Age Sound Artist”, a picture book, can provide an ideal catalyst for STEAM activities in the general music classroom. Espigares-Gámez, Fernández-Oliveras, and Oliveras (2019) analysed traditional games played on a Caribbean island in an ethnographic study with the assumption that playing games is an important cultural activity for STEAM education. They found that all emotional type games were musical games. When it comes to the integration of music into science education and STEAM at preschool and primary school level, it may be effective to gain skills through play.

One of the prominent educational studies in the integration of music and STEM is digital music production. Harriman (2015) stated that activities for the creation of digital musical instruments are an under-studied context for STEM education and that such studies can be done with the Scratch programme. An ideal area for online music education is sound engineering, an interdisciplinary field that combines music and mathematics skills (Huang, 2020). STEAM activities that integrate engineering and technology can be applied under the theme of audio engineering. Katsouros et al. (2018) stated that 3D printing technologies with gesture and pen-enabled multimodal interaction were used to design virtual musical instruments for secondary school students with the iMuSciCA platform. Kritsis et al. (2018) created a STEAM education platform that enables the use of stringed and percussion musical instruments by interacting physically or gesturally with 3D virtual musical instruments. Özer and Demirbatır (2023a) stated that digital-based STEAM applications used in music education such as Chrome Music Lab, Scratch Music, earSketch, UPISketch, Groove Pizza, iMuSciCA have been proven to increase students’ creativity and interest in the lesson. Technology creates an ideal field for STEAM education by drawing music production to a more creative axis.

Artificial intelligence applications in music education are important resources for online music production (Yan, 2022). Siyuan et al. (2023) collected appropriate knowledge points for primary school students and produced AI-generated songs with AI music, the effect of nursery rhymes and related AI platforms. This innovative study pointed out that songs integrated into STEAM education can have a significant positive impact on primary school students’ knowledge memory, and that there is potential to stimulate teachers’ interest in adapting technology to make teaching more creative. Educational studies can be conducted with artificial intelligence chatbots from learning musical instruments to composing (Li, & Wang, 2023). In addition to the critical role of technology in STEM and science education, the integration of artificial intelligence can also be a field of study.

Music should be integrated into educational activities by evaluating it on a scientific basis rather than being an entertainment tool. STEM/STEAM activities can be carried out through musical instrument design, digital music production, music production with artificial intelligence, and activities that associate games and music. Based on the effects of these activities on students or teachers, concrete findings can be obtained about the relationship between science and music and the importance of music in STEAM education.

References

- Abrahams, F. (2018). *A framework to integrate music into a STEM curriculum*, ICERI2018 Proceedings, (pp. 10453-10460). 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation 12-14 November, 2018, Seville, Spain, <https://doi.org/10.21125/iceri.2018.0097>
- Acan, S. C. & Acan N. Y. (2019). Music notes to amino acid sequence: a STEAM approach to study protein structure. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 00(00), 1–3.
- Akça, Z. (2016). *Müzik eğitimi veren kuruluşların fen eğitiminde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına ve bilimsel düşünme becerilerine etkisi [The effect of using music education institutions in science education on students' academic achievement and scientific thinking skills]*. Yüksek lisans tezi [Master thesis], Atatürk Üniversitesi [Atatürk University].
- Aydar, D. (2015). *Multidisipliner bir bilim olarak müzik [Music as a multidisciplinary science]*. 1. Uluslararası Müzik ve Dans Kongresi E - Bildiriler Kitabı [1st International Music and Dance Congress E - Proceedings Book] (pp. 56-59), Müzik Eğitimi Yayınları [Music Education Publications].
- Barnes, J., FakhrHosseini, S. M., Vasey, E., Ryan, J., Park, C. H. & Jeon, M. (2019). *Promoting STEAM education with child-robot musical theater*, 2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), Daegu, Korea (South), pp. 366-366, <https://doi.org/10.1109/HRI.2019.8673311>
- Carrier, S., Wiebe, E., Gray, P. & Teachout, D. (2011). BioMusic in the classroom: interdisciplinary elementary science and music curriculum development. *School Science and Mathematics*, 111(8), 425-434.
- Chen, Y. (2023). Interdisciplinary research overview of secondary school music education. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 49(4), 515-524.
- Cheng, L. (2018, July). *STEM/STEAM initiatives in undergraduate music education*. Paper presented at The 33rd ISME World Conference, Haydar Aliyev Palace, Baku, Azerbaijan.
- Cheng L, Wang M, Chen Y, Niu W, Hong M & Zhu Y. (2022). Design my music instrument: a project-based science, technology, engineering, arts, and mathematics program on the development of creativity. *Frontiers in Psychology*, 12(763948), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.763948>
- Chung, C. C. J., Cartwright, C., & Chung, C. (2014, March). Robot music camp 2013: An experiment to promote STEM and computer science. In *2014 IEEE Integrated STEM Education Conference* (pp. 1-7). IEEE.
- Crowther, G.J., McFadden, T., Fleming, J. S. & Davis, K. (2016). Leveraging the power of music to improve science education, *International Journal of Science Education*, 38(1), 73-95, <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1126001>
- Dolberry, M. E. (2015). *From “they” science to “our” science: hip hop epistemology in STEAM education*. Doctoral thesis, University of Washington.
- Eramo, G., Rossini, V., Pastore, S., Muschitiello, A., Monno, A., Mesto, E., Tomaselli, V., Wagensommer, R., De Tullio, M. (2022). *The sound of science(s): a sound-based project for inclusive STEAM education and science communication*, EDULEARN22 Proceedings, pp. 7130-7134. 14th International Conference on Education and New Learning Technologies, 4-6 July, 2022, Palma, Spain. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.1673>
- Espigares-Gámez, M. J., Fernández-Oliveras, A., Oliveras, M. L. (2019). *Compilation of traditional games played in Jamaica: An ethnomathematical study for STEAM education*, ICERI2019 Proceedings, pp. 9643-9649. 12th annual International Conference of Education, Research and Innovation, 11-13 November, 2019, Seville, Spain, <https://doi.org/10.21125/iceri.2019.2348>

- Eraydın, M. (2006). *Müziğin doğasında varolan fizik ve matematik öğelerinin çağdaş teoremler içerisinde incelenmesi [Analysing the physics and mathematics elements inherent in music within contemporary theorems]*. Yüksek lisans tezi [Master thesis], İstanbul Üniversitesi [İstanbul University].
- Ergun, D. (2021). *Canlılık deneyimleri kapsamında biyo sanat ve heykel [Bio art and sculpture within the scope of vitality experiences]*. Yüksek lisans tezi [Master thesis], Anadolu Üniversitesi [Anadolu University].
- Gershon, W. S., & Ben-Horin, O. (2014). Deepening inquiry: What processes of making music can teach us about creativity and ontology for inquiry based science education. *International Journal of Education & the Arts*, 15(19). <http://www.ijea.org/v15n19/>.
- Gregorio, J., & Rosen, D. S., & Morton, B. G., & Batula, A. M., & Caro, M., & Scott, J., & Kim, Y., & Lindstrom, K. M. (2015, June), *Introduction to STEAM Through Music Technology (Evaluation)* Paper presented at 2015 ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington. <https://doi.org/10.18260/p.24371>
- Gülhan, F. (2022). *Bilim ve sanatın kesişimindeki tasarım: STEAM eğitimi için çıkarımlar [Design at the intersection of science and art: Implications for STEAM education]*. Eğiten Kitap, Ankara.
- Harriman, J. (2015). *Start 'em young: digital music instrument for education*. NIME. Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression, Baton Rouge, LA, USA, May 31-June 3, 2015.
- Hauze, S. & French, D. (2018). *Predictors of success in applied STEM education through Guitar building*, 2018 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), Princeton, NJ, USA, 2018, pp. 65-69, <https://doi.org/10.1109/ISECon.2018.8340506>
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: creativity in excellent STEM teaching practices, *The STEAM Journal*, 1(2), Article 15. <https://doi.org/10.5642/steam.20140102.15>
- Ho, CL., Lin, TG. & Chang, CR. (2023). Interactive multi-sensory and volumetric content integration for music education applications. *Multimed Tools Appl* 82, 4847–4862. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12314-3>
- Hödl, O., Rafetseder, A., Hu, P. & Kayali, F. (2022). *STEAM for non-novice STEM students with Digital Musical Instruments*. In Proceedings of the 17th International Audio Mostly Conference (AM '22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 179–186. <https://doi.org/10.1145/3561212.3561235>
- Huang, H. (2020). Music in STEAM: Beyond Notes, *The STEAM Journal*, 4(2), Article 5. DOI: 10.5642/steam.20200402.05 <https://scholarship.claremont.edu/steam/vol4/iss2/5>
- Johnson, G. & Moldavan, A. M. (2023). Creative learning with music and mathematics: reflections on interdisciplinary collaborations, *The STEAM Journal*, 5(1), <https://scholarship.claremont.edu/steam/vol5/iss1/4>
- Katsouros, V. et al. (2018). *iMuSciCA: Interactive Music Science Collaborative Activities for STEAM Learning*. In: Kaptos, E., Koutsombogera, M. (eds) Designing for the User Experience in Learning Systems. Human–Computer Interaction Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94794-5_7
- Kim, O.-J. (2018). The effects of music lesson applying the blended learning-based STEAM education on the musical knowledge and STEAM literacy of pre-service kindergarten teachers. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(2), 217–227. <https://doi.org/10.15207/JKCS.2018.9.2.217>
- Kritsis, K., Gkiokas, A., Lamerand, Q., Piechaud, R., Acosta, C., Kaliakatsos-Papakostas, M., & Katsouros, V. (2018). Design and interaction of 3d virtual music instruments for steam education using web technologies. In *International Conference on Sound and Music Computing (SMC 2018)*, Limassol, Cyprus.

- Lavy, I. (2021). *Applying STEAM education- the case of integrating music and programming*, EDULEARN21 Proceedings, pp. 332-341. 13th International Conference on Education and New Learning Technologies, 5-6 July, <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.0111>
- Lee, Y., Hsiao, M., Chen, J., & Wu, C. (2018). *The connection between music and science education, and the practice of innovative instructional design*, 1st IEEE International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII), 270-273, <https://doi.org/10.1109/ICKII.2018.8569058>
- Leite, M.R.V., Gatti, S.R.T. & Reis, G. (2024). Art and Science. *Science & Education*, <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00580-6>
- Leung, C. H. (2018). *Teaching development grants final and financial report: STEAM education: Empowering students to become music inventors through the application of coding, electronic building blocks and contemporary music composition techniques*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Li, P. ping, & Wang, B. (2023). Artificial intelligence in music education. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2209984>
- Maier-Zucchini, D. (2021). *Sound of Science: Music as a means for equity in STEM education*. Master thesis, The University of Chicago.
- May, B. N. (2019). Full STEAM ahead with a space-age sound artist. *General Music Today*, 33(1), 41–44. <https://doi.org/10.1177/1048371319863797>
- Monk, M. & Poston, M. (1999). A comparison of music and science education, *Cambridge Journal of Education*, 29(1), 93-101, <https://doi.org/10.1080/0305764990290107>
- Monno, A., Eramo, G., Mesto, E., De Tullio, M. (2016). *The music of molecules: novel approaches for STEM education*, EDULEARN16 Proceedings, pp. 7442-7449. 8th International Conference on Education and New Learning Technologies <https://doi.org/10.21125/edulearn.2016.0623>
- Morton, B. G., & Gregorio, J., & Rosen, D. S., & Vallett, R., & Kim, Y. (2017, June), *STEAM Education through Music Technology (Evaluation)* Paper presented at 2017 ASEE Annual Conference & Exposition, Columbus, Ohio. 10.18260/1-2—28841
- Özer, Z. and Demirbatır, R. E. (2023a). Examination of STEAM-based digital learning applications in music education. *European Journal of STEM Education*, 8(1), 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12959>
- Özer, Z., & Demirbatır, R. E. (2023b). STEAM based music activity example for gifted students: I design my instrument with Scratch and Makey Makey. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(4), 1–24. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.4.1993>
- Ramsey, G. P. (2022). Integrating science, technology, engineering, and math (STEM) and music: Putting the arts in science, technology, engineering, arts, and math (STEAM) through acoustics. *The Journal of the Acoustical Society of America* 152(1106). <https://doi.org/10.1121/10.0013571>
- Shafer, J. & Skripchuk, J. (2020). *Computational thinking in music: a data-driven general education STEAM course*. In Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1312. <https://doi.org/10.1145/3328778.3372597>
- Shen, J., Zhang, J., Xu, M., & Zhu, Y. (2017). *Music game to teach STEM concept*. <https://digitalcommons.wpi.edu/iqp-all/2235>

- Siyuan, C., Xichen, S., Xintong, X., Shijia, T., & Yuemei, Y. (2023). Analysis of AI-generated Music Applications in Primary Schools under the STEAM Education System. *Cambridge Explorations in Arts and Sciences*, 1(1). <https://doi.org/10.61603/ceas.v1i1.11>
- Sullivan, A. & Bers, M.U. (2018). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28, 325–346. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>
- Tojeiro-Pérez, L. & Gillanders, C. (2024). (Re)connecting Music and Ecology. *Science & Education*, <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00601-4>
- Turan, S. (2019). *İlkokul fen bilimleri dersinde müzik yoluyla öğrenmenin öğrenci başarı düzeyine etkisi [The effect of learning through music on student achievement level in primary school science course]*. Yüksek lisans tezi [Master thesis], Necmettin Erbakan Üniversitesi [Necmettin Erbakan University].
- Turhal, E. (2020). From art and music education to STEAM. *Research Highlights in Education and Science* 2020, pp. 171-183. (ed. Ş. İdin), ISRES Publishing.
- Yan, H. (2022). Design of online music education system based on artificial intelligence and multiuser detection algorithm. *Computational Intelligence and Neuroscience*, <https://doi.org/10.1155/2022/9083436>
- Yoon, J. & Kim, K. (2017). Science Song Project: Integration of science, technology and music to learn science and process skills. *K-12 STEM Education*, 3(3), 235-250. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). <https://www.learntechlib.org/p/209553/>.

Comparison of Monte Carlo and GUM Uncertainty Approaches in Defibrillator Energy Measurement

Hüseyin Okan Durmuş¹ , Gökhan Güler² , Feyzanur Ak³ , Elif Başaran⁴ , Oğuzhan Kızılbey⁵ , Baki Karaböce⁶ 

¹National Metrology Institute, TUBITAK, Kocaeli, Türkiye, huseyinokan.durmus@tubitak.gov.tr,

²guler.gokhan@tubitak.gov.tr, ³feyzanur.ak@tubitak.gov.tr, ⁴elif.basaran@tubitak.gov.tr, ⁵oguzhan.kizilbey@tubitak.gov.tr,

⁶baki.karaboce@tubitak.gov.tr

ABSTRACT

This study compares the GUM method and Monte Carlo simulation for uncertainty evaluation in defibrillator energy measurement. Because the energy equation $E = V^2/R \times dt$ is nonlinear, uncertainty components do not propagate symmetrically, and Monte Carlo can provide a more realistic distribution. Both methods were applied at a nominal level of 10 J using normally distributed inputs for 3000 V, 50 Ω , and 40 μ s. Monte Carlo produced a mean of 7.21 J with a wider 95% interval (5.16–9.26 J), while GUM yielded 9.12 J with a narrower interval (8.88–9.36 J). The downward shift in Monte Carlo results is mainly due to the squared voltage term, which makes decreases more influential than increases. To our knowledge, this is the first implementation of Monte Carlo-based uncertainty evaluation for defibrillator energy in medical metrology. Using GUM and Monte Carlo together can enhance calibration reliability for safety-critical medical devices.

Keywords: Monte Carlo Simulation, Defibrillator calibration, Uncertainty evaluation, GUM method, Energy measurement

1. Introduction

Defibrillators are life-saving medical devices used to restore normal cardiac rhythm during arrhythmias such as ventricular fibrillation, and their clinical effectiveness depends directly on the accuracy of the electrical energy they deliver. For this reason, the calibration of defibrillator analyzers is a critical component of medical metrology and patient safety. The safe and effective operation of medical devices relies not only on their technical performance but also on the reliability and traceability of the calibration processes that support them.

Calibration plays an essential role in ensuring that defibrillators deliver the correct energy required to convert chaotic heart rhythms into stable ones. Yang and Yan (2015) describe the establishment of a dedicated calibration facility at the Standards and Calibration Laboratory (SCL), emphasizing its importance in verifying the output energy of defibrillators and ensuring that shocks delivered to patients are both effective and safe. Similarly, Wang et al. (2021) highlight the need for advanced calibration equipment, detailing the development of comprehensive systems—including voltage and data-processing modules—that enhance accuracy and enable rigorous uncertainty assessment.

Clinical evidence further underscores the necessity of precise energy delivery. Kerber et al. (1984) demonstrated that transthoracic impedance, which varies significantly among patients, can directly affect the success of defibrillation. Their findings reveal that understanding and calibrating the energy delivered in relation to patient-specific impedance is crucial for optimizing treatment outcomes. Such results emphasize that accurate calibration is not

merely a technical requirement but a determinant of clinical effectiveness.

The reliability of calibration processes therefore hinges on robust methodologies that ensure consistency, accuracy, and traceability to national standards. Establishing well-defined calibration procedures, as outlined by Yang and Yan (2015), supports the operational integrity of defibrillators in clinical environments. Moreover, proposals by Wang et al. (2021) for improved measurement traceability reflect the broader need for accountability and standardization in medical metrology.

Overall, defibrillator calibration extends beyond routine technical verification; it represents a fundamental commitment to patient safety and clinical efficacy. Through stringent calibration protocols and the adoption of advanced measurement technologies, healthcare providers can better ensure that defibrillators perform reliably during critical, time-sensitive interventions—moments in which precision can determine survival.

Traditionally, measurement uncertainty in defibrillator energy calibration has been evaluated using the GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) (JCGM 100:2008, JCGM 101:2008) framework, which assumes linear propagation of uncertainty components. However, the defibrillator energy model is inherently nonlinear due to the squared voltage term $E = \frac{V^2}{R} \times dt$, resulting in asymmetric uncertainty propagation that the GUM method may not fully capture. These limitations become more pronounced in systems involving complex mathematical relationships or nonsymmetric distributions. Wu and Chua (2009) emphasize that the law of propagation of uncertainties (LPU), central to the GUM approach, presupposes linear behavior, leading to significant inaccuracies when applied to nonlinear models. As a result, classical linearized expressions may underestimate or misrepresent the true uncertainty distribution.

To overcome these shortcomings, alternative methods—particularly Monte Carlo simulation—have gained traction in metrological applications. Wübbeler et al. (2008) highlight that Monte Carlo methods allow uncertainty to be evaluated directly from probability density functions (PDFs), offering a more faithful representation of nonlinear propagation effects and complex parameter correlations. Their findings show that when GUM assumptions break down, simulation-based approaches better capture asymmetry and variability within the measurement model. Consistent with this, Bayazit et al. (2025) propose an integrated framework combining the law of propagation of uncertainty with the propagation of distributions (PoD), demonstrating that hybrid methodologies yield more accurate uncertainty estimates for nonlinear calibration tasks. Similarly, Kyriazis (2008) notes that discrepancies between GUM and Bayesian or distribution-based methods often reflect the need for more robust statistical treatments in uncertainty evaluation, particularly when parameters interact nonlinearly.

In the context of defibrillator energy calibration—where nonlinear relationships dominate and clinical safety depends on precise measurements—the adoption of Monte Carlo simulations provides a more comprehensive and statistically grounded evaluation of uncertainty. While the GUM framework remains a foundational tool in metrology, the nonlinear dynamics inherent in defibrillator energy measurements necessitate the integration of advanced probabilistic techniques to ensure accurate, reliable, and clinically meaningful calibration outcomes.

Monte Carlo simulation provides a statistically grounded alternative for evaluating uncertainty in defibrillator energy

calibration, particularly in situations where the traditional GUM framework encounters limitations due to its reliance on linearity assumptions. Because the defibrillator energy model follows a nonlinear relationship $E = \frac{V^2}{R} \times dt$, uncertainty propagates asymmetrically—an effect that linear approximations cannot adequately capture. By generating thousands of random realizations of the measurement model based on the probability distributions of input variables, Monte Carlo simulation avoids these assumptions and reveals the true variability and asymmetry present in the system.

As Roy et al. (2012) emphasize, Monte Carlo methods enable a more comprehensive uncertainty analysis by incorporating nonlinear interactions among variables, producing results that better reflect the underlying physics of the measurement. This capability is particularly valuable in defibrillator calibration, where voltage, resistance, and timing variations interact in complex ways. The method's flexibility is further supported by findings from Brzozek et al. (2019), who demonstrated its effectiveness in characterizing variability in model-based analyses; their conclusions parallel the requirements for robust uncertainty quantification in medical device calibration. Winterhalter et al. (2018) also validated Monte Carlo simulation in medical quality assurance contexts, reinforcing its suitability for applications where measurement accuracy directly influences patient safety.

By simulating a broad range of input conditions without imposing linearization constraints, Monte Carlo simulation offers a richer and more accurate portrayal of uncertainty compared to classical analytical methods. Its integration into the calibration process therefore represents a significant advancement in medical metrology, ensuring more reliable assessments of defibrillator performance and enhancing confidence in life-saving clinical interventions.

In this study, both the GUM and Monte Carlo methods were applied to the uncertainty analysis of energy measurements in defibrillator analyzers, enabling a rigorous comparison of their outputs and illustrating the potential advantages of Monte Carlo in medical calibration processes. Through this combined investigation, the study demonstrates how advanced statistical methods—particularly Monte Carlo simulation—can enhance the robustness and reliability of measurement uncertainty evaluations in critical medical devices such as defibrillators.

2. Measurement Model

Defibrillator delivered energy is calculated using the standard expression:

$$E = \frac{V^2}{R} \times dt \quad (1)$$

where:

- **V**: measured voltage peak value
- **R**: load resistance (nominal 50 Ω)
- **dt**: pulse duration

Nonlinearity arising from the V^2 term significantly influences uncertainty propagation, especially when voltage

variability is relatively large. Small decreases in voltage cause disproportionately large decreases in energy, while equivalent increases do not raise energy symmetrically.

3. Material and Method / Methodology

3.1 GUM-Based Energy Measurement Uncertainty Analysis

Fundamental Energy Formula is given as follows:

$$\text{Energy (J)} = \sum \left(\frac{V^2}{R} \times \Delta t \right) \quad (2)$$

Where:

- **V:** Voltage value (measured from the oscilloscope)
- **R:** Load resistance (50 Ω)
- **Δt :** Time step (25 μs = 0.000025 s)

The uncertainty components considered in the GUM-based analysis, including voltage resolution, timing uncertainty, load resistance tolerance, and measurement repeatability, are summarized in Table 1.

Table 1. Uncertainty components considered in the GUM-based defibrillator energy measurement

Uncertainty Components	Definition	Symbol	Value	Type A/B	Std. Uncertainty
Voltage Measurement	Oscilloscope Voltage Resolution	u_V	$\pm 0.02 \text{ V}$	B	$0.02/\sqrt{3} \approx 0.01155 \text{ V}$
Time Step	Time Resolution (Scope Sample Rate)	u_t	$\pm 0.5 \mu\text{s}$	B	$0.5 \times 10^{-6} / \sqrt{3} \approx 2.89 \times 10^{-7} \text{ s}$
Load Resistance Uncertainty	Resistance Tolerance	u_R	$\pm 0.1 \Omega$ (50 $\pm 0.1 \Omega$)	B	$0.1/\sqrt{3} \approx 0.0577 \Omega$
Repeatability	Standard Deviation of Measurement Repeats	u_{rep}	$\pm 0.12 \text{ J}$ (örnek veri)	A	0.12 J

Sensitivity Coefficients for Their Effects on Energy

According to the energy formula:

$$E = \sum \frac{V^2}{R} \cdot \Delta t \quad (3)$$

In other words;

$$c_V = \frac{\partial E}{\partial V} = \frac{2V \cdot \Delta t}{R} \quad (4)$$

$$c_R = \frac{\partial E}{\partial R} = -\frac{V^2 \cdot \Delta t}{R^2} \quad (5)$$

$$c_t = \frac{\partial E}{\partial t} = \frac{V^2}{R} \quad (6)$$

As an example, let us assume that at nominal 10 J of energy, the average voltage peak value is 100 V.

Let us calculate the contributions of the components to the energy (standard uncertainty).

a. Voltage measurement contribution:

$$u_{V,eff} = \left| \frac{2V \cdot \Delta t}{R} \right| \cdot u_V = \left| \frac{2 \cdot 100 \cdot 0,000025}{50} \right| \cdot 0,01155 \approx 0,000001155 J$$

b. Time Step contribution:

$$u_{t,eff} = \left| \frac{V^2}{R} \right| \cdot u_t = \left| \frac{100^2}{50} \right| \cdot 2,89 \times 10^{-7} \approx 0,0000578 J$$

c. Load resistance uncertainty contribution:

$$u_{R,eff} = \left| \frac{V^2 \cdot \Delta t}{R^2} \right| \cdot u_R = \left| \frac{100^2 \cdot 0,000025}{50^2} \right| \cdot 0,0577 \approx 0,00000577 J$$

d. Repeatability contribution:

$$u_{rep} = 0,12 J \text{ (örnek)}$$

5. Combined Standard Uncertainty Calculation (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_{V,eff}^2 + u_{t,eff}^2 + u_{R,eff}^2 + u_{rep}^2} \quad (7)$$

$$u_c = \sqrt{(0,000001155)^2 + (0,0000578)^2 + (0,00000577)^2 + (0,12)^2}$$

$$u_c \approx \sqrt{1,334E-12 + 3,34E-9 + 3,329E-11 + 0,0144} = \sqrt{0,014400003} = 0,12 J$$

As a result, a classical GUM evaluation was performed for a nominal energy of 10 J using sensitivity coefficients derived from the energy equation. The uncertainty sources considered included oscilloscope voltage measurement, time resolution, load resistance tolerance, and measurement repeatability. Using the root-sum-square (RSS) method, the combined standard uncertainty was calculated, and the expanded uncertainty for a 95% confidence interval ($k = 2$) was obtained as:

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0,12 = 0,24 J \quad (8)$$

Using the RSS (root-sum-square) method, combined uncertainty and expanded uncertainty can be shown as:

$$E = 9.12 \pm 0.24 J (k = 2)$$

3.2 Monte Carlo Simulation

Monte Carlo simulation is a statistical technique used to evaluate measurement uncertainty by propagating the probability distributions of input quantities through a measurement model. Instead of relying on linearization and

sensitivity coefficients, the method generates a large number of random realizations of the input parameters according to their assumed distributions and computes the corresponding output value for each iteration. The resulting output distribution allows direct estimation of the mean value, uncertainty interval, and potential asymmetry of the measurand. This approach is particularly suitable for nonlinear measurement models, where classical GUM-based uncertainty propagation may not fully represent the true uncertainty behavior. Within this framework, Monte Carlo simulation evaluates measurement uncertainty by explicitly modeling the uncertainties of the input quantities as probability distributions and propagating them through the measurement model. Instead of treating voltage, resistance, and time as single deterministic values, each input quantity is represented by a statistical distribution defined by its estimated uncertainty. Random samples are then drawn from these distributions, and the measurement model is evaluated for each sample. In this way, the method simulates how input uncertainties jointly influence the output quantity, producing a realistic distribution of the measurand rather than a single uncertainty value. This distribution-based approach allows nonlinear effects, parameter interactions, and asymmetry in uncertainty propagation to be directly observed.

In this study, Monte Carlo simulations were performed using normally distributed parameters representative of typical medical calibration conditions: voltage $V = 3000 \pm 100$ V, resistance $R = 50.0 \pm 0.5 \Omega$, and time step $dt = 40 \pm 5 \mu\text{s}$ (0.00004 ± 0.000005 s). For each simulation, 10,000 random samples were generated in Python, and the energy value was computed for every iteration using the defined measurement model. The resulting energy distributions were visualized using histograms.

To assess statistical stability, each of the 20 independent Monte Carlo runs was analyzed individually. For each run, based on $N = 10,000$ random samples, the mean energy and standard deviation were recorded, after which the overall mean energy and the average standard deviation across all runs were calculated. The final expanded uncertainty was derived as ± 2 times the standard deviation, corresponding to a 95% confidence level.

The energy distribution obtained from Monte Carlo simulation is shown in Figure 1.

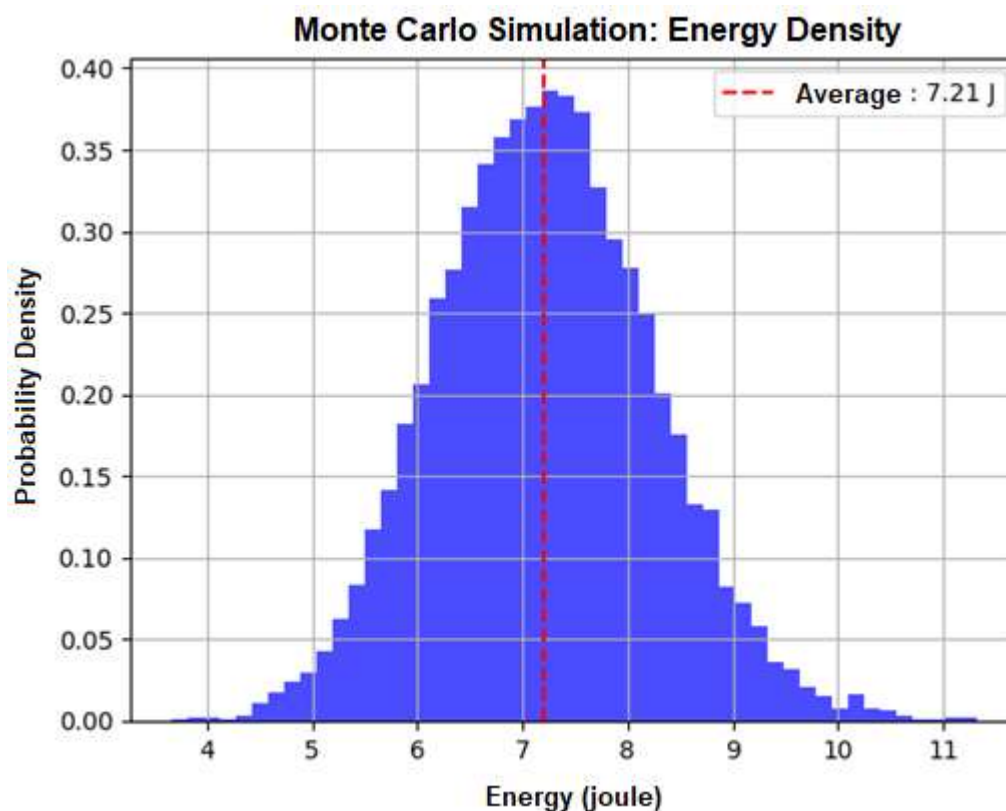


Figure 1. Monte Carlo–based energy distribution for 10,000 iterations

4. Results and Discussions

As a result, the uncertainty evaluation results obtained using the Monte Carlo simulation and the GUM approach are summarized in Table 2, providing a direct comparison of the mean energy values, expanded uncertainties, and corresponding 95% confidence intervals.

Table 2. Summary of the results of the Monte Carlo and GUM uncertainty evaluations

Method	Mean Energy	Expanded Uncertainty (k=2)	95% Confidence Interval
Monte Carlo Sim.	7.21 J	± 2.05 J	5.16 – 9.26 J
GUM Method	9.12 J	± 0.24 J	8.88 – 9.36 J

An examination of the results from the 20 independent Monte Carlo runs, each based on $N = 10,000$ random samples, indicates that the energy estimates follow an approximately normal distribution and that the outcomes of each run are highly consistent with one another. This consistency demonstrates the statistical stability and reliability of the simulation. The final average energy value obtained from the simulations was 7.21 J, with an expanded uncertainty ($k = 2$) of ± 2.05 J. Based on these values, the true energy is estimated to lie between 5.16 J and 9.26 J with 95% confidence.

On the other hand, an uncertainty analysis using the GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) method was also performed for the same measurement system. In this analysis, fundamental uncertainty sources such

as oscilloscope voltage measurement, timing resolution, load resistance, and measurement repeatability were taken into account. For a nominal energy level of 10 J, the resulting measurement using the GUM method was summarized as follows:

$$E = 9.12 \pm 0.24 \text{ J} (k = 2, 95\% \text{ confidence interval})$$

A comparison of these two methods is valuable for understanding the differing philosophical approaches and practical implementations used in uncertainty analysis.

Monte Carlo simulation is a powerful statistical method for evaluating measurement uncertainty. It is particularly advantageous in situations involving complex mathematical models, nonlinear equations, or asymmetric distribution functions. In this method, all uncertainty sources are assigned probability distributions—typically normal, uniform, or triangular—and tens of thousands of random samples (iterations) are generated. The measurement result is calculated for each sample, and the resulting output distribution is analyzed to estimate uncertainty. This approach offers several advantages:

- It can be applied even when the measurement function is complex or non-differentiable.
- It visualizes the statistical propagation of uncertainty contributions.
- It allows direct observation of whether the output distribution is symmetric, skewed, or multimodal.
- The 95% confidence interval is obtained directly from the output distribution, providing a realistic representation of real-world uncertainty.

In contrast, the GUM method represents a more classical and deterministic approach. It assumes that the measurement model is linear, and it evaluates the contribution of each uncertainty source using sensitivity coefficients. Its main characteristics include:

- All uncertainties are combined by the root-sum-square (RSS) method.
- The method is systematic and transparent; the contribution of each input to the total uncertainty can be clearly traced.
- Uncertainty sources are categorized as Type A (statistical) and Type B (manufacturer data, experience, etc.).
- It generally assumes that the measurement function is linear or approximately linear.

However, GUM also has limitations:

- When the measurement function is nonlinear or sensitivity coefficients vary significantly, the results may be misleading.
- If the distribution is asymmetric, a single standard uncertainty may not adequately represent the full

distribution.

- The method does not rely on multiple sampling, which limits its ability to model the detailed structure of uncertainty.

In this context, the Monte Carlo method provides more realistic and reliable uncertainty estimates for models containing nonlinear terms, such as energy calculations involving the square of voltage. In defibrillator energy measurement, even a small change in voltage has a quadratic effect on energy, meaning that such nonlinear behaviors may not be fully captured by the GUM approach. Monte Carlo simulation, however, models this effect across the entire statistical distribution.

In conclusion, both methods offer valuable tools for uncertainty analysis. Monte Carlo provides a more flexible and comprehensive approach for nonlinear models, asymmetric distributions, and complex measurement chains, whereas GUM is preferred for its traceability, clarity, and compliance with regulatory requirements. For high-risk medical devices such as defibrillators, combining both methods is the most effective strategy, offering both in-depth analysis and systematic traceability throughout the calibration process.

The key observations from this study show that the Monte Carlo method produces a lower mean energy value because nonlinear downward shifts dominate the distribution, resulting in a broader and more realistic uncertainty interval. In contrast, the GUM method yields a narrower interval, consistent with its linear sensitivity assumptions. Despite these differences, the overlap between the two confidence intervals indicates statistical compatibility, demonstrating that both approaches provide valid but differently framed representations of uncertainty.

Monte Carlo simulation captures the full statistical propagation of uncertainty, particularly when measurement models involve nonlinear or interacting terms. In defibrillator energy calculations, the squared voltage term (V^2) amplifies downward deviations, inevitably skewing the distribution, and Monte Carlo effectively reveals this asymmetry. Although the GUM approach remains widely accepted due to its traceability, transparency, and straightforward implementation, it cannot fully represent nonlinear propagation effects and therefore produces a narrower uncertainty range. Monte Carlo offers a powerful complementary alternative to the classical GUM framework by modeling the statistical distributions of input variables rather than relying on deterministic linearization. This feature makes Monte Carlo especially advantageous in complex measurement scenarios where voltage, resistance, and time influence the energy calculation in a nonlinear fashion. Even small variations in voltage can cause significant deviations in energy, and timing uncertainty plays a major role in measurements involving fast defibrillator pulses. For such systems, Monte Carlo provides a holistic view of uncertainty by statistically assessing the contribution of each parameter.

The 20 independent Monte Carlo runs conducted in this study, each based on $N = 10,000$ random samples, consistently yielded approximately normally distributed energy values, demonstrating both statistical stability and repeatability. The resulting mean energy of 7.21 J and expanded uncertainty of ± 2.05 J ($k = 2$) correspond to a 95% confidence interval of 5.16–9.26 J. In comparison, the GUM analysis yielded a result of 9.12 ± 0.24 J ($k = 2$), with a 95% confidence interval of 8.88–9.36 J. Although the upper limit of the GUM interval slightly exceeds the Monte

Carlo interval by approximately 0.10 J, this minor difference reflects the distinct distributional assumptions of the two methods rather than any statistical contradiction.

An additional advantage of the Monte Carlo method is its ability to quantify numerically the contribution of individual components—such as probe characteristics, sensor behavior, or trigger timing—to the total measurement uncertainty. This capability is highly valuable in quality assurance and risk analysis, particularly for life-saving medical devices like defibrillators, where understanding the most influential uncertainty contributors can guide effective improvement strategies.

In summary, the Monte Carlo method provides a more realistic and comprehensive uncertainty evaluation for nonlinear and multivariable measurement models, while the GUM method offers a structured, traceable, and narrower uncertainty interval based on established assumptions. The two approaches are fundamentally complementary, and when applied together, they significantly enhance the robustness of calibration processes and strengthen the reliability of clinical measurement outcomes.

5. Novelty of the Study

To our knowledge, this research represents the first application of Monte Carlo-based uncertainty evaluation to defibrillator energy measurement in medical metrology, offering a methodological innovation beyond conventional GUM analysis, a realistic representation of nonlinear propagation effects, and new insight for clinical safety and measurement reliability.

6. Conclusions

This study has demonstrated the applicability and effectiveness of Monte Carlo simulation in calibration processes related to defibrillator energy measurements. The results show that nonlinear computational relationships and statistical distribution characteristics can be modeled more accurately and comprehensively through the Monte Carlo method. The expanded uncertainty of ± 2.05 J obtained from the simulations provides a wider and more realistic confidence interval compared with the classical GUM approach, revealing uncertainty behavior that aligns more closely with the true physical variability of the system.

The consistency observed across the 20 independent Monte Carlo runs supports the statistical stability and repeatability of the Monte Carlo method. In this study, Monte Carlo analyses were performed in a Python environment, using $N = 10,000$ random samples per run, and the stability of the results was verified through at least 20 independent runs. Although the GUM framework remains the gold standard for traceability—particularly valuable in linear systems and scenarios with low uncertainty contributions—it is inherently limited in capturing the asymmetric and nonlinear propagation effects present in defibrillator energy calculations. In contrast, Monte Carlo offers a more flexible, holistic, and reliable approach for multivariate and nonlinear measurement models, making it a powerful complement to traditional GUM-based uncertainty evaluations.

Overall, this study not only demonstrates the practical applicability of Monte Carlo simulation for defibrillator

energy measurement but also provides a comparative analysis that deepens our understanding of uncertainty behavior in critical clinical measurements. The Python-based multi-iteration implementation presented here introduces an innovative pathway for modeling uncertainties in medical device calibration. The flexibility and comprehensiveness of the Monte Carlo method—particularly in nonlinear and multivariable systems—emerge as key strengths that distinguish this work within the field.

In conclusion, the combined use of GUM and Monte Carlo is recommended for medical metrology applications, especially for life-saving devices such as defibrillators. Employing both methods together ensures traceability while simultaneously capturing the full statistical nature of measurement variability, thereby providing the highest level of measurement reliability.

Supplementary Material

Python Code Block (for Google Colab)

```
import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

means = []

stds = []

for i in range(20):

    V = np.random.normal(3000, 100, 10000)

    R = np.random.normal(50.0, 0.5, 10000)

    dt = np.random.normal(0.00004, 0.000005, 10000)

    E = (V**2 / R) * dt

    means.append(np.mean(E))

    stds.append(np.std(E))

final_mean = np.mean(means)

final_std = np.mean(stds)

print(f'Genel Ortalama Enerji: {final_mean:.2f} J")

print(f'Ortalama Belirsizlik: ±{final_std*2:.2f} J (k=2)")

plt.hist(E, bins=50, density=True, alpha=0.7, color='blue')
```

```
plt.axvline(final_mean, color='red', linestyle='--', label=f'Ortalama: {final_mean:.2f} J')

plt.title("Monte Carlo Simülasyonu: Enerji Dağılımı")

plt.xlabel("Enerji (Joule)")

plt.ylabel("Olasılık Yoğunluğu")

plt.grid(True)

plt.legend()

plt.show()
```

References

- Bayazit, N., Marschall, M., Straka, M., & Schmelter, S. (2025). A novel framework for the uncertainty evaluation of virtual flow meters. *Measurement Science and Technology*, 36(7), 076012. <https://doi.org/10.1088/1361-6501/adea0e>
- Brzozek, C., Benke, K., Zeleke, B., Croft, R., Dalecki, A., Dimitriadis, C., ... & Benke, G. (2019). Uncertainty analysis of mobile phone use and its effect on cognitive function: the application of monte carlo simulation in a cohort of australian primary school children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13), 2428. <https://doi.org/10.3390/ijerph16132428>
- JCGM 101:2008: Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” — Propagation of distributions using a Monte Carlo method.
- Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM). Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). JCGM 100:2008. Sèvres, France: Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), 2008.
- Kerber, R., Kouba, C., Martins, J., Kelly, K., Low, R., Hoyt, R., ... & Charbonnier, F. (1984). Advance prediction of transthoracic impedance in human defibrillation and cardioversion: importance of impedance in determining the success of low-energy shocks.. *Circulation*, 70(2), 303-308. <https://doi.org/10.1161/01.cir.70.2.303>
- Kyriazis, G. (2008). Comparison of gum supplement 1 and bayesian analysis using a simple linear calibration model. *Metrologia*, 45(2), L9-L11. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/45/2/n02>
- Roy, J., Betts, T., & Gottschalg, R. (2012). Accuracy of energy yield prediction of photovoltaic modules. *Japanese Journal of Applied Physics*, 51(10S), 10NF01. <https://doi.org/10.7567/jjap.51.10nf01>
- Wang, Y., Zhan, Z., & Yu, L. (2021). Establishment of calibration equipment for defibrillator analyzer and evaluation of measurement uncertainty. *Matec Web of Conferences*, 336, 02010. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202133602010>

- Winterhalter, C., Fura, E., Tian, Y., Aitkenhead, A., Bolsi, A., Dieterle, M., ... & Safai, S. (2018). Validating a monte carlo approach to absolute dose quality assurance for proton pencil beam scanning. *Physics in Medicine and Biology*, 63(17), 175001. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/aad3ae>
- Wu, T. and Chua, S. (2009). Evaluation of mismatch uncertainty in microwave power sensor calibration using monte-carlo method., 149-153. <https://doi.org/10.1109/imtc.2009.5168433>
- Wübbeler, G., Krystek, M., & Elster, C. (2008). Evaluation of measurement uncertainty and its numerical calculation by a monte carlo method. *Measurement Science and Technology*, 19(8), 084009. <https://doi.org/10.1088/0957-0233/19/8/084009>
- Yang, S. and Yan, A. (2015). Calibration of defibrillator analyzers at the hksarg standards and calibration laoratory (scl).. <https://doi.org/10.51843/wsproceedings.2015.04>

Analysis of 2025 LGS Science Questions in the Context of the SOLO Taxonomy

Begüm Şahin ¹ , Betül Özdamendeli ² 

¹ Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, begumsahin0021@gmail.com

² Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, betulozdarendeli@gmail.com

ABSTRACT

The High School Transition System (LGS) science questions aim to measure students' cognitive abilities, and the SOLO (Structure of Observed Learning Outcome) Taxonomy systematically structures this assessment process. The study aims to examine the 2025 LGS Science questions based on the SOLO taxonomy. The research was conducted using the document analysis method, and the questions on the exam were classified according to SOLO levels; the "Pre-Structure" level was not included in the evaluation. The data source consisted of the 2025 LGS science questions, and the analysis was conducted by three researchers. The findings show that the majority of the questions are relational and abstract in structure. It was observed that there were more questions based on the qualitative dimension. It is also recommended that, in addition to exam questions, homework and project assessment tools be examined from the SOLO perspective.

Keywords: Science, High school transition exam, SOLO taxonomy

SOLO Taksonomisi Bağlamında 2025 LGS Fen Bilimleri Sorularının Analizi

Begüm Şahin ¹ , Betül Özdamendeli ² 

¹ Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, begumsahin0021@gmail.com

² Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye, betulozdarendeli@gmail.com

ÖZET

Liselere Geçiş Sistemi (LGS) fen soruları, öğrencilerin bilişsel yeterliklerini ölçmeyi amaçlar ve SOLO (Structure of Observed Learning Outcome) Taksonomisi bu değerlendirme sürecini sistematik biçimde yapılandırır. Çalışma, 2025 yılı LGS Fen Bilimleri sorularını SOLO taksonomisi temelinde incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma doküman analizi yöntemi ile yürütülmüş olup, sınavdaki sorular SOLO düzeylerine göre sınıflandırılmış; "Yapı Öncesi" düzey değerlendirmeye alınmamıştır. Veri kaynağını 2025 yılı LGS fen soruları oluşturmuş, analiz üç araştırmacı tarafından yapılmıştır. Bulgular, soruların çoğunlukla ilişkisel ve soyutlanmış yapıda olduğunu göstermektedir. Daha çok niteliksel boyuta dayalı soruların olduğu görülmüştür. Ayrıca sınav sorularının yanı sıra ödev ve proje değerlendirme araçlarının da SOLO perspektifinden incelenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Fen Bilimleri, Liselere Geçiş Sınavı, SOLO Taksonomisi

1. Giriş

Eğitim sisteminin temelini oluşturan eğitim programları, dört ana bileşenin dinamik etkileşimiyle şekillenir: hedefler, içerik, öğretim süreçleri ve değerlendirme (Oral & Yazar, 2017; Kavan, 2023). Bu unsurlar arasındaki karşılıklı ilişki, programın bütünlüğünü ve sunulan eğitimin niteliğini doğrudan etkileyen kritik bir faktördür. Öğretim programlarının temel misyonu; öğrencileri ilgi ve yeteneklerine uygun şekilde geliştirmek ve onları yaşama hazırlamaktır (Ekinci & Bal, 2019). Ayrıca, bu programlar, öğrenciye istenilen davranışları ve becerileri

kazandırmayı hedefleyen, kazanımları ve öğretim süreçlerini barındıran, hem okul içi hem de okul dışı öğrenimi kapsayan yazılı bir çerçeve sunar (Cangüven vd., 2017). Bu yazılı çerçevenin ne denli verimli olduğu, uygulanabilirliği ve hedeflenen çıktıları ne ölçüde sağladığı ise ancak ölçme ve değerlendirme unsuru aracılığıyla saptanabilir (Taş & Minaz, 2019; Zorluoğlu & DÖNMEZ, 2020). Bu kapsamda eğitimsel değerlendirme, öğrenme çıktılarını belirlenen standartlara göre ölçmek için kullanılan hayati bir araçtır (Taş & Minaz, 2019).

Türkiye'de öğrencilerin ortaöğretim kurumlarına geçişi, Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından uygulanan merkezi değerlendirme faaliyetleri aracılığıyla sağlanmaktadır (MEB, 2024). Ülke genelinde bu yerleştirme sistemi, 1998-2017 yılları arasında LGS, OKS, SBS ve TEOG gibi farklı isimlerle uygulanmış, 2018 yılından bu yana ise LGS adıyla devam etmektedir (Atılğan, 2018). Günümüzde uygulanan Liseye Geçiş Sınavı (LGS), 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin bilgi ve becerilerini çoktan seçmeli formatta ölçen, dolayısıyla öğretim programının etkililiğini değerlendirmek için kritik bir değerlendirme aracıdır (BOZKURT, 2021). Fen bilimleri alanında yapılan çalışmalar soruların ilgili öğretim programındaki kazanımlarla genel olarak uyumlu olduğunu gösterse de (KAYA & Kara, 2022), değerlendirmenin sadece içeriğe uygunluğunu değil, soruların bilişsel karmaşıklık seviyelerinin analizi zorunludur. Zira, öğrenme hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığı ve öğretim süreçlerinin ideal hale getirilmesi, ancak yüksek nitelikli ölçme yöntemlerinin kullanımıyla mümkündür (YILDIZ, 2015). Eğitim alanındaki hedeflere ulaşma sürecini sistematize etmek ve bu hedefleri belirli kategoriler altında organize etmek amacıyla bilimsel bir çerçeve olarak taksonomiler geliştirilmiştir (Krathwohl vd., 1964). Bu bağlamda, sınav sorularının ve öğrenme çıktılarına yönelik beklentilerin bilişsel seviyelerini sınıflandırmada güçlü birer araç olarak kabul görmektedir. Öğretim programlarının değerlendirilmesini kolaylaştırmak amacıyla 1956 yılında Bloom ve ekibi, bilgi ve becerileri sınıflayarak Bloom Taksonomisi'ni oluşturmuştur (Zorluoğlu vd., 2017). Bu taksonomi daha sonra Dr. Lorin Anderson ve Krathwohl 'un önderliğinde yeniden ele alınmış; 1995'te kurulan uzman bir ekip, altı yıllık bir çalışmanın ardından bu sınıflandırmayı "Yenilenmiş Bloom Taksonomisi (YBT)" adıyla 2001 yılında güncelleyerek yayımlamıştır (Anderson & Krathwohl, 2014). Bu yaklaşımlara ek olarak, öğrencilerin bilişsel gelişim aşamalarını belirlemede kullanışlı bir değerlendirme aracı olan SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) Taksonomisi öne çıkmaktadır (ACET et al., 2021). Bu çalışmada kullanılan SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) Taksonomisi'nin adı, Gözlemlenebilen Öğrenme Çıktılarının Yapısı ifadesinin İngilizce karşılığının baş harflerinden türetilmiştir. Bu model, J. B. Biggs ve K. Colins tarafından, Bloom'un bilişsel alan sınıflandırmasına bir alternatif olarak geliştirilmiş olup, esas olarak akademik öğretimden elde edilen sonuçların incelenmesine odaklanmaktadır (Brabrand & Dahl, 2009). SOLO taksonomisi kullanılarak yapılan bilimsel çalışmalar, LGS gibi merkezi sınavların sorularının, programlardaki farklı kazanımlarla ne ölçüde eşleştiğini belirleyebilmekte; böylece eğitim programı hedefleri ile uygulamadaki öğrenci başarısı arasındaki ilişkiyi somut bir şekilde ortaya koymaktadır (ACET et al., 2021; Abdullah & Masran, 2021). Bu tür analiz sonuçları, öğretim programlarının niteliğini yükseltmek ve öğretim süreçlerini daha düzenli bir yapıya kavuşturmak için son derece değerli veriler sunmaktadır (Çelik et al., 2018).

Bu çalışmada, LGS 2025 sınav sorularının SOLO Taksonomisi düzeylerine göre analizi gerçekleştirilerek, sınavın öğrencilerin bilişsel gelişimlerini ölçmedeki yeterliliği ve soruların hangi basamakta yer aldığını ortaya koymayı amaçlar. SOLO taksonomisi ise öğrenme süreçlerini açıklamak için oluşturulmuş ve birbirini takip eden beş aşamalı bir hiyerarşik yapıdan oluşmaktadır (Brabrand & Dahl, 2009).

Yapı Öncesi Düzey: Bu aşamada öğrenci, konuyla ilgili anlamlı bir bilgi bütününe sahip değildir. Edindiği bilgiler dağınıktır, birbirine bağlanmamıştır ve konuya ilişkin gerçek içerikle bağlantı kuramaz.

Tek Yönlü Yapı: Öğrenci konunun yalnızca tek bir yönüne odaklanabilir ve temel düzeyde bağlantılar kurabilir. Terimleri kullanma, basit yönergeleri uygulama, hatırlama ve tanımlama gibi temel bilişsel becerileri yerine getirebilir.

Çok Yönlü Yapı: Bu düzeyde öğrenci konuyu birden fazla açıdan ele alabilir ancak bu bilgileri bütünleştiremez. Yani parçaları görür fakat aralarındaki ilişkiyi kuramaz. Sınıflandırma, numaralandırma, uygulama ve temel yapı/prosedürleri yürütme gibi işlemleri yapabilir.

İlişkilendirilmiş Yapı: Bu aşamada öğrenci, farklı yönler arasındaki ilişkileri kurar ve bilgileri anlamlı bir bütün içinde birleştirebilir. Artık bütünü kavradığı için analiz etme, karşılaştırma, ilişkilendirme, açıklama ve uygulama gibi daha üst düzey becerileri kullanabilir.

Soyutlanmış Yapı: En üst seviyede öğrenci, öğrendiğini genelleysin, farklı bağlamlara aktarabilir ve konuyu çeşitli perspektiflerden değerlendirebilir. Varsayım kurma, eleştirme, kuram geliştirme ve soyutlama gibi ileri bilişsel becerilere sahiptir.

SOLO taksonomisine ait gösterge fiilleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 1.1: SOLO Taksonomisinin Gösterge Fiilleri (Biggs & Tang, 2011)

Basamaklar	Gösterge Fiilleri
Tek Yönlü Yapı	Ezberlemek, tanımlamak, adlandırmak, eşleştirmek, hatırlamak, aktarmak, çizmek, resmetmek, taklit etmek, tanımak.
Çok Yönlü Yapı	Sınıflandırmak, listelemek, tartışmak, göstermek, seçmek, basit hesaplamaları yapmak, anlatmak, rapor etmek, ayırmak, özetlemek
İlişkisel Yapı	Uygulamak, karşılaştırmak, tahmin etmek, ayırt etmek, organize etmek, analiz etmek, X ve Y gibi bilinmeyenler arasındaki ilişkileri hesaplamak, yorumlamak, gözden geçirip yeniden yazmak, yapılandırmak, çevirmek/dönüştürmek, çıkarımda bulunmak.
Soyutlanmış Yapı	Hipotez kurmak, genellemelere varmak, oluşturmak, yansıtmak, bir teori ortaya koymak, icat etmek, orijinal bir ürün/çözüm yolu geliştirmek, farklı bir alana transfer etmek, ispatlamak.

Literatür incelendiğinde, 2025 Liselere Geçiş Sistemi (LGS) sorularının SOLO Taksonomisine göre incelendiği çalışmaya rastlanmamıştır. Ölçme araçlarının niteliği hangi bilişsel düzeyleri hedeflediği ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle karmaşık düşünme yeteneklerinin ve üst düzey becerilerin geçerli bir şekilde ölçülebilmesi için, kullanılan soruların taksonomik açıdan incelenmesi kritiktir. Bu doğrultuda araştırmanın temel amacı, 2025 yılı LGS Fen Bilimleri testinde yer alan soruları SOLO Taksonomisi çerçevesinde inceleyerek soruların bilişsel düzeylere göre dağılımını belirlemek, hangi düzeyde soruların ağırlık kazandığını ortaya çıkarmaktır.

PROBLEM CÜMLESİ: 2025 yılı LGS Fen Bilimleri soruları SOLO Taksonomisi düzeyleri açısından incelendiğinde, soruların bilişsel dağılımı nasıl bir profil ortaya koymaktadır?

ALT PROBLEMLER:

1. 2025 yılı LGS Fen Bilimleri soruları SOLO Taksonomisinin niceliksel düzeylerine göre nasıl dağılmaktadır?
2. 2025 yılı LGS Fen Bilimleri soruları SOLO Taksonomisinin niteliksel düzeylerine göre nasıl dağılmaktadır?
3. 2025 yılı LGS Fen Bilimleri sorularının niceliksel ve niteliksel düzeyler açısından genel dağılımı nasıldır?

2. Yöntem

Bu araştırmanın temel amacı, 2025 yılı ‘LGS Fen Bilimleri’ sınavındaki sorularının SOLO taksonomisi üzerindeki niceliksel dağılımını ve niteliksel konumlarını saptamak üzere bir analiz gerçekleştirmektedir. Çalışmanın yöntemi, subjektivizm bir anlayışla şekillendirilmiş olup, bu çerçevede doküman analizi tekniği benimsenmiştir. Doküman analizi, yazılı veya görsel materyalleri sistematik bir veri kaynağı olarak kullanan bilimsel bir inceleme biçimidir. Bu teknik, incelenen belgelerin iç yapısını ve anlamını derinlemesine çözümlemek ve yorumlamak için kullanılır (Bowen, 2009; Danilović, 2022). Belge analizinde, verilerin sayısal dağılımını gösteren nicel yaklaşımlar ile içerik ve anlamı çözümleyen nitel yaklaşımların birlikte kullanılması mümkündür ve bu yöntemler genellikle birbirini destekleyici niteliktedir. Bu çalışmada da 2025 LGS Fen Bilimleri dersi soruları temel belge seti olarak ele alınmış ve SOLO Taksonomisinin bilişsel düzeyleri esas alınarak detaylı bir analize tabi tutulmuştur.

2.1. Veri Toplama Aracı

Çalışmanın veri toplama aracı, Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından 2025 yılı için hazırlanan LGS Fen Bilimleri dersi sınav sorularıdır.

2.2. Verilerin Analizi

Bu çalışmada 2025 yılı LGS Fen Bilimleri sorularının, SOLO Taksonomisine göre değerlendirilmesiyle elde edilen veriler, Miles ve Huberman’ın (1994) geliştirdiği nitel analiz modeline göre işlenmiştir. Değerlendirme süreci, verilerin özetlenip sadeleştirilmesi (*data reduction*), sonuçların görsel materyallerle sunulması (*data display*) ve elde edilen bulguların teyit edilerek sonuç çıkarılması (*drawing conclusion and verification*) olmak üzere üç aşamalı bir yapıya sahiptir. Sorular ile kazanımların eşleştirilmesi ve değerlendirilmesi araştırmacılar tarafından ayrı ayrı olarak yürütülmüştür. Bu sürecin güvenilirliğini sağlamak amacıyla, araştırmacılar arası tutarlılık, Miles ve Huberman’ın formülü ile hesaplanmıştır. Bu formül $\Delta = C \div (C + \partial) \times 100$ şeklinde ifade edilmekte olup, elde edilen değer araştırmacılar arası görüş birliği oranını göstermektedir. Nitel çalışmalar için beklenen asgari güvenilirlik oranı %80 iken (Miles & Huberman, 1994; Patton, 2002), bu çalışmada ulaşılan %75’lik oran, yapılan analizlerin orta düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir.

2.4. Bulgular

Bu bölümde, 2025 LGS Fen Bilimleri testinden seçilen üç örnek madde, Solo Taksonomisi’nin bilişsel düzeyleri çerçevesinde incelenmiş; her bir sorunun görseli ile ilişkili olarak ilgili basamağa yerleştirilmesini destekleyen açıklamalar ayrıntılı biçimde sunulmuştur. Ayrıca çalışmada yer alan toplam yirmi soruya ait kapsamlı Solo Taksonomisi analiz tablosu tam metin içerisinde paylaşılmış ve elde edilen bulgular, sonraki alt problemlerin

çözümlemesine temel oluşturacak şekilde yapılandırılmıştır.

1. Kendini eşlemeye başlayan bir DNA molekülünün bir kısmında eşlemenin tamamlandığı bölge ve eşlemenin tamamlanmadığı bölge işaretlenerek modelde gösterilmiştir.

Buna göre, kendini hatasız eşlediği bilinen bu DNA molekülüyle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Eşlemenin tamamlandığı bölgede organik bazlar karşılıklı olarak belirli bir kurala göre eşleşmiştir.
B) Eşlemenin tamamlanmadığı bölgedeki karşılıklı zincirlerin nükleotid dizilimi birbirinin aynısıdır.
C) Eşleme tamamlandığında yeni oluşacak DNA moleküllerinin şifrelediği kalıtsal özellikler birbirinden farklıdır.
D) Eşlemenin tamamlandığı bölgede 1. ve 2. zincirlerin karşısına gelen her iki yeni zincirin nükleotid dizilimi birbirinin aynısıdır.

Resim 1. MEB (2025)

3. Soya fasulyesi bitkisinin meyvesi olan baklaların üzerindeki tüy yoğunluğunun baklalara sağladığı avantajlarla ilgili bir deney yapılmıştır. Bu deneyde tüy yoğunlukları birbirinden farklı üç bakla, bu baklalarla beslenebilen aynı türden böceklerin bulunduğu kapalı bir ortama konulmuştur. 24 saatlik beklemeden sonra baklalardaki tüy yoğunluğu azaldıkça böceklerin baklalara verdiği zararın arttığı gözlemlenmiştir.

Buna göre, bu deney ve sonuçlarıyla ilgili aşağıdaki çıkarımlardan hangisi doğrudur?

A) Baklalardaki tüy yoğunluğunun az olması, böceklerin bulunduğu alanlarda bu bitkinin yaşamını sürdürmesi için avantaj sağlar.
B) Ortamda böceklerin bulunması, baklalarda tüy oluşumunu sağlayan genin mutasyona uğramasına neden olur.
C) Bu böcek türüne ait bireylerin sayısındaki artış, aynı ortamda bulunan tüysüz bakla sayısının artmasını sağlar.
D) Baklaların üzerindeki tüy yoğunluğundaki artış, bu bitkilerin hayatta kalma şansını artırmak için geliştirilmiş bir uyumdur.

Resim 2. MEB (2025)

Bu soru, öğrencinin DNA eşlenmesiyle ilgili “baz eşleşme kuralı”, “eşlemenin tamamlandığı/tamamlanmadığı bölge”, “nükleotid dizilimi” gibi birden fazla bilgi ögesini ayrı ayrı tanımasını gerektirdiği için Solo Taksonomisi’nde Çok Yönlü Yapı düzeyindedir. Öğrenciden bilgileri ilişkilendirerek bütüncül bir çıkarım yapması değil, her şıktaki bilimsel bilginin doğruluğunu bağımsız olarak kontrol etmesi beklenmektedir. Doğru cevaba ulaşmak için bilgileri tek tek hatırlamak yeterli olduğundan soru, üst düzey ilişki kurma ya da genelleme gerektirmediği için Çok Yönlü Yapı basamağına karşılık gelmektedir. Bu soru, öğrenciden deney düzeneği ile elde edilen bulgular arasında sebep–sonuç ilişkisi kurmasını ve bitkideki tüy yoğunluğu ile böcek zararının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini beklediği için Solo Taksonomisi’nin İlişkisel Yapı düzeyindedir. Öğrenci, baklalardaki tüy yoğunluğunun artmasının böceklerle karşı koruyucu bir uyum sağladığını, tüy yoğunluğu azaldıkça zararın arttığını ve bu durumun bitkinin hayatta kalma şansı ile doğrudan ilişkili olduğunu anlamlandırmak zorundadır. Bilgiyi yalnız tanımak değil, deney sonuçlarını biyolojik kavramlarla bütünleştirerek doğru çıkarımı yapması gerektiğinden soru İlişkisel Yapı

basamağına karşılık gelmektedir.

19. Bir deneyde iki özdeş kaba, sıcaklığı ve kütlesi bilinmeyen su konuluyor. Sonra eşit sıcaklıktaki iki özdeş metal küre suya tamamen batacak şekilde bu kaplara ayrı ayrı konuluyor. Isı alışverişi tamamlanana kadar beklenildiğinde kürelerin sıcaklığının azaldığı ve her iki küredeki sıcaklık değişiminin eşit olduğu gözlemleniyor.

Bu deneyde ısı alışverişinin sadece su ve metal küre arasında olduğu kabul edildiğine göre,

- I. Her iki kaptaki suyun kütleleri birbirine eşittir.
- II. Her iki kaptaki suyun aldığı ısı miktarları birbirine eşittir.
- III. Her iki kaptaki suyun sıcaklık değişimleri birbirine eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız II
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) I ve III

Resim 3. MEB (2025)

Bu soru, öğrenciden verilen deney sonucundaki “kürelerin sıcaklık değişimlerinin eşit olması” bilgisini kullanarak, suyun kütlesi, aldığı ısı miktarı ve sıcaklık değişimi gibi değişkenler arasında genelleme yapmasını, ısı alışverişi ilkelerini farklı bir bağlama soyutlayarak uygulamasını gerektirdiği için Solo Taksonomisi’nin Soyutlanmış Yapı düzeyindedir. Öğrenci yalnızca verileri ilişkilendirmekle yetinmeyip, bu model üzerinden hangi değişkenlerin “kesinlikle” eşit olmas gerektiğini çıkararak yeni bir duruma uyarlamalıdır. Bu düzeyde çıkarım, deneyde açıkça verilmeyen bilgilerin bilimsel ilkelere dayanarak genişletilmesi ve yorumlanması yoluyla yapılır; bu nedenle soru Soyutlanmış Yapı basamağına karşılık gelmektedir.

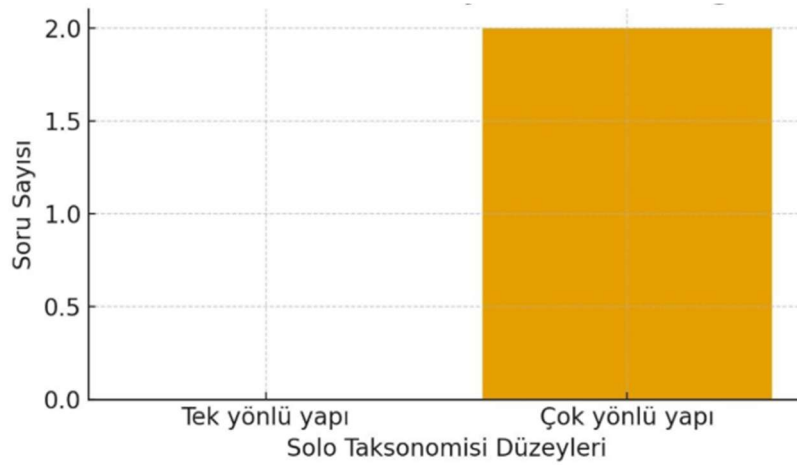
Tablo 1. “2025 LGS Fen Bilimleri” Sorularının SOLO Taksonomisine Göre İncelenmesi

“Bilgi Boyutu” Sorular	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı	İlişkisel Yapı	Soyutlanmış Yapı
1		X		
2			X	
3			X	
4			X	
5			X	
6			X	
7				X
8				X
9				X
10			X	

“Bilgi Boyutu” Sorular	Tek Yönlü Yapı	Çok Yönlü Yapı	İlişkisel Yapı	Soyutlanmış Yapı
11				X
12				X
13				X
14			X	
15			X	
16		X		
17			X	
18				X
19				X
20				X

2.4.1. Alt probleme yönelik bulgular

“2025 yılı LGS Fen Bilimleri soruları SOLO Taksonomisinin niceliksel düzeylerine göre nasıl dağılmaktadır?” sorusuna yönelik yapılan analiz doğrultusunda ulaşılan bulgular Grafik 1’de sunulmuştur.

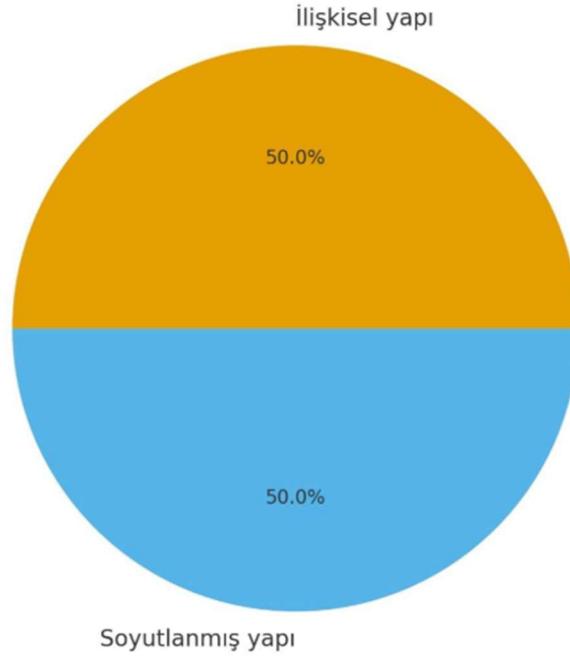


Grafik 1. Solo Taksonomisi Düzeyleri

Grafik 1 incelendiğinde, SOLO Taksonomisi’nin “yapı öncesi” düzeyinin bilgi eksikliğini temsil etmesi ve LGS soru formatıyla örtüşmemesi nedeniyle çalışmaya dâhil edilmeyeceği belirtilmiştir. Niceliksel boyutta yapılan inceleme sonucunda, tek yönlü yapıda herhangi bir soruya rastlanmadığı, buna karşın çok yönlü yapıda toplam 2 sorunun yer aldığı belirlenmiştir.

2.4.2. Alt probleme yönelik bulgular

“2025 yılı LGS Fen Bilimleri soruları SOLO Taksonomisinin niteliksel düzeylerine göre nasıl dağılmaktadır?” sorusuna yönelik yapılan analiz doğrultusunda ulaşılan bulgular Grafik 2’deki gibidir.

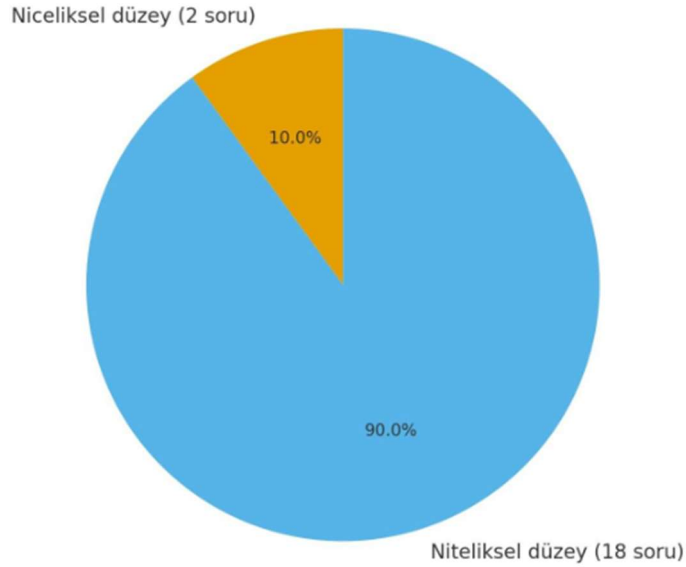


Grafik 2. Soyutlanmış yapı

Grafik 2 incelendiğinde, 2025 yılı LGS Fen Bilimleri sorularının SOLO Taksonomisinin niteliksel düzeyleri kapsamında dengeli bir dağılım sergilediği görülmektedir. Yapılan analizlerde, ilişkisel yapıda toplam 9 sorunun (%50) yer aldığı ve soyutlanmış yapıda da yine 9 sorunun (%50) bulunduğu belirlenmiştir.

2.4.3 Alt probleme yönelik bulgular

“2025 yılı LGS Fen Bilimleri sorularının niceliksel ve niteliksel düzeyler açısından genel dağılımı nasıldır?” sorusuna yönelik yapılan analiz doğrultusunda ulaşılan bulgular Grafik 3’teki gibidir.



Grafik 3. Niteliksel düzey

Grafik 3 incelendiğinde, 2025 yılı LGS Fen Bilimleri sorularının genel dağılımında niteliksel düzeydeki soruların belirgin şekilde ağırlıkta olduğu görülmektedir. Yapılan analizler doğrultusunda, niceliksel düzeyde 2 soru (%10)

bulunurken, niteliksel düzeyde toplam 18 sorunun (%90) yer aldığı belirlenmiştir.

3. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada 2025 yılı LGS Fen Bilimleri soruları SOLO Taksonomisi doğrultusunda analiz edilmiş ve sınavın belirgin biçimde üst düzey bilişsel yapılara yöneldiği ortaya konmuştur. Niteliksel düzeyde ilişkisel (9 soru) ve soyutlanmış (9 soru) yapıların eşit oranda temsil edilmesi, sınavın öğrencilerden bilgi hatırlamanın ötesinde ilişkilendirme, yorumlama, genelleme ve soyutlama gibi ileri düzey bilişsel süreçleri kullanmalarını beklediğini göstermektedir. Niceliksel düzeyde yalnızca iki çok yönlü soruya yer verilmesi ve tek yönlü düzeyde soru bulunmaması, temel bilgi gerektiren yapıların sınavda oldukça sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Genel dağılım dikkate alındığında, soruların %90'ının niteliksel düzeyde yer alması, 2025 sınavının derinlemesine düşünme ve çoklu ilişki kurma becerilerini ölçme eğiliminin son derece yüksek olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, önceki yıllara ait çalışmalarla karşılaştırıldığında önemli bir yönelim değişimini ortaya çıkarmaktadır. Şahin (2025) tarafından yapılan analizlerde 2024 yılı LGS sorularının ağırlıklı olarak ilişkisel düzeyde toplandığı, ancak soyutlanmış düzeyde hiçbir soruya yer verilmediği belirlenmiştir. Ayrıca 2024 sınavında tek yönlü ve çok yönlü soruların sayıca sınırlı olduğu görülmüş; bu durum, sınavın üst düzey bilişsel talepleri ölçmede yetersiz kaldığı şeklinde yorumlanmıştır. Bu çerçevede değerlendirildiğinde, 2025 yılı sınavının soyutlanmış düzeyde 9 soruya yer vermesi, önceki yıla kıyasla üst bilişsel talepte belirgin bir artış olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla 2025 sınavı, öğrencilerden daha derin ve bütüncül düşünme becerileri talep eden bir yapıya yönelmiştir.

Benzer biçimde, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi (YBT) temel alınarak yapılan 2025 yılı analizlerinde de sınavın üst düzey bilişsel süreçleri önelediği görülmektedir. Şahin (2025) tarafından yapılan incelemede süreç boyutuna ilişkin olarak soruların büyük çoğunluğunun çözümleme (7 soru) ve değerlendirme (7 soru) basamaklarında yer aldığı; buna karşılık hatırlama, anlama ve yaratma düzeylerinde hiçbir soruya yer verilmediği belirlenmiştir. Bilgi boyutunda ise soruların özellikle üstbilişsel bilgi düzeyinde yoğunlaştığı tespit edilmiş; bu durum sınavın öğrencilerden yalnızca bilgiyi kullanmalarını değil, aynı zamanda kendi düşünme süreçlerini değerlendirme, izleme ve düzenleme becerisini göstermelerini beklediğini ortaya koymuştur. YBT bulguları, SOLO analizinde belirlenen üst düzey bilişsel eğilimi desteklemekte ve iki farklı taksonominin birbiriyle uyumlu sonuçlar sunduğunu göstermektedir.

Önceki yılın YBT bulgularıyla karşılaştırıldığında ise değişim daha açık hale gelmektedir. Özdarendeli (2025) tarafından yapılan 2024 yılı analizinde, soruların çoğunlukla çözümleme düzeyinde toplandığı; yaratma düzeyinde soru bulunmadığı ve hatırlama düzeyinin sınırlı olduğu belirtilmiştir. Bilgi boyutunda ise işlemsel bilginin baskın olduğu, üstbilişsel bilginin sınırlı temsil edildiği görülmüştür. Bu açıdan 2025 yılında üstbilişsel bilgi ve üst düzey bilişsel süreçlerin belirgin şekilde artması, sınavın yapısal olarak daha karmaşık bir bilişsel talep sunduğunu göstermektedir.

Literatürde yer alan diğer çalışmalar da bu değişimin anlamlandırılmasına katkı sağlamaktadır. Öğretmenlerin genellikle hatırlama–anlama düzeyine yoğunlaştığını belirten araştırmalar (Demir, 2011; Güleriyüz & Erdoğan, 2018; Gündüz, 2009), SOLO kapsamında alt düzey yapıların baskın olduğunu göstermektedir. Dönmez (2019) ve Kayacan (2022) ise ders kitapları ve öğretim programlarında üst düzey basamakların yeterince temsil edilmediğini

vurgulamıştır. Bu bağlamda 2025 yılı LGS'nin ilişkisel ve soyutlanmış yapılarda yüksek oranlarda soru sunması, literatürde yaygın olarak gözlenen alt düzey eğilimin tersine bir yönelim sergilediğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte tek yönlü yapıdaki soruların tamamen yokluğu, temel kavramsal bilgisi sınırlı öğrenciler için dezavantaj oluşturabileceği için sınavın bilişsel çeşitliliği açısından tartışılabilir bir durumu işaret etmektedir.

2025 yılı bulguları, literatürde daha önce vurgulanan bazı eksikliklerin giderilmeye başlandığını da göstermektedir. Acet ve arkadaşları (2021) kazanımlar ile sınav soruları arasındaki bilişsel düzey uyumsuzluğuna dikkat çekmiş; özellikle üst düzey yapıların eksikliğini belirtmiştir. Pekdoğan (2023) ise LGS sorularının çoğunlukla orta düzey bilimsel süreç becerilerini ölçtüğünü ifade etmiştir. Bu açıdan 2025 sınavında soyutlanmış düzey ve üstbilişsel bilginin güçlü biçimde temsil edilmesi, önceki yıllarda dile getirilen bu eksikliklerin giderildiğine işaret etmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, 2025 yılı LGS Fen Bilimleri soruları hem SOLO Taksonomisi hem de Yenilenmiş Bloom Taksonomisi açısından önceki yıllara kıyasla bilişsel açıdan daha yüksek talepler içeren, üst düzey düşünme becerilerini ölçmeye yönelik bir sınav profili sunmaktadır. 2024 yılı bulgularında ortaya çıkan orta düzey ağırlıklı yapı, 2025 yılında yerini daha kapsamlı, bütüncül ve soyut düşünmeyi gerektiren bir sınav yapısına bırakmıştır. Bu durum sınavın kapsam geçerliliğini güçlendiren bir özellik olmakla birlikte, alt düzey sınırlılıklar nedeniyle ölçme çeşitliliği açısından tartışılabilir yönler de barındırmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın literatüre temel katkısı, 2025 LGS Fen Bilimleri sorularının önceki yılların aksine bilişsel olarak üst düzeye yönelik bir yapı sergilediğini somut bulgularla ortaya koymasıdır. Bulgular, LGS'nin yıllar içinde ölçme yaklaşımında dönüşüm yaşayabildiğini ve sınav tasarımının dönemsel olarak bilişsel talepler bağlamında farklılaşabildiğini göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, hem sınav hazırlama sürecinin gelişimini izleme hem de fen eğitiminin hangi düzeyde ölçme yapmayı hedeflediğini anlamaya önemli bir katkı sunmaktadır.

4. Öneriler

LGS soru hazırlama süreçlerinde SOLO Taksonomisi referans alınarak seviye dengesi yüzdelik oranlarla standart hale getirilebilir.

Sınav sorularının yanı sıra; performans ödevleri, projeler ve diğer ders içi değerlendirme araçlarının da SOLO Taksonomisi perspektifinden incelenmesi ve yapılandırılması önerilmektedir.

Farklı yıllara ait LGS sınavlarının SOLO açısından karşılaştırmalı analizleri yapılarak yıllara göre bilişsel düzey değişim eğilimleri incelenebilir.

Bu çalışma yalnızca Fen Bilimleri alanı ile sınırlı olduğundan, Türkçe, Matematik veya Sosyal Bilimler testlerinde de benzer çalışmalar yürütülebilir.

Nicel analizlere ek olarak, öğrenci ve öğretmen görüşleri alınarak karma yöntemli araştırmalar yürütülebilir.

Kaynakça

- Abdullah, N., & Masran, M. N. (2021). The application of SOLO taxonomy in writing module based on self and peer assessment for primary level in Malaysia: A pilot study. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(6). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v11-i6/10109>
- Acet, İ., Acet, A., & Kurnaz, M. A. (2021). 8. sınıf fen bilimleri öğretim programının ve 2019, 2020 yıllarına ait LGS sorularının SOLO taksonomisine göre incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi* (43), 279–297. <https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.835873>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Anderson, L., & Krathwohl, D. (2014). *Öğrenme öğretim ve değerlendirme ile ilgili bir sınıflama* (D. Özçelik, Çev.). Pegem Yayıncılık. (Orijinal çalışma 2001)
- Atılğan, H. (2018). Türkiye’de kademeler arası geçiş: Dünü-bugünü ve bir model önerisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 1–18. <https://doi.org/10.12984/egedfd.3632>
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4. baskı). Open University Press.
- Bozkurt, İ. S. U. K. M. (2021). 2020-LGS Türkçe sorularının okunabilirlik açısından incelenmesi. *International Journal of Language Academy*, 36(36), 321–333. <https://doi.org/10.29228/ijla.49671>
- Bowen, G. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9, 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Brabrand, C., & Dahl, B. (2009). Using the SOLO taxonomy to analyze competence progression of university science curricula. *Higher Education*, 58(4), 531–549. <https://doi.org/10.1007/s10734-009-9210-4>
- Cangüven, H. D., Öz, O., Binzet, G., & Avcı, G. (2017). Millî Eğitim Bakanlığı 2017 Fen Bilimleri taslak programının yenilenmiş Bloom taksonomisine göre incelenmesi. *IJOEEC*, 2(September), 1–4.
- Çelik, S., Kul, Ü., & Uzun, S. Ç. (2018). Ortaokul matematik dersi öğretim programındaki kazanımların yenilenmiş Bloom taksonomisine göre incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 775–795. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.18.37322-431437>
- Danilović, N. (2022). Application of the document analysis method in the social sciences. *Social Communications: Theory and Practice*. <https://doi.org/10.51423/2524-0471-2021-13-2-12>
- Demir, M. (2011). 5. ve 6. sınıf fen ve teknoloji ders sınav sorularının Bloom Taksonomisine göre değerlendirilmesi. *Millî Eğitim Dergisi*, 41(189), 131–143.
- Dönmez, H. (2019). 6., 7. ve 8. sınıf fen bilimleri öğretim programı kazanımlarının ve değerlendirme sorularının incelenmesi: SOLO taksonomisi. (Yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Ekinci, O., & Bal, A. P. (2019). 2018 yılı Liseye Geçiş Sınavı (LGS) matematik sorularının öğrenme alanları ve yenilenmiş Bloom taksonomisi bağlamında değerlendirilmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(3), 1–13. <https://doi.org/10.18506/anemon.462717>
- Güleryüz, H., & Erdoğan, İ. (2018). Ortaokul fen bilimleri dersi sınav sorularının Bloom’un bilişsel alan taksonomisine göre değerlendirilmesi: Muş ili örneği. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 43–49. <https://doi.org/10.18506/anemon.354846>
- Gündüz, Y. (2009). İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf fen ve teknoloji sorularının ölçme araçlarına ve Bloom’un bilişsel alan taksonomisine göre analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 150–165.

- Kayacan, K. (2022). 2005 Fen ve teknoloji dersi öğretim programı ile 2013 ve 2018 fen bilimleri dersi öğretim programlarının kazanımlar açısından yenilenmiş Bloom ve SOLO taksonomilerine göre incelenmesi. (Yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Kaya, S., & Kara, Y. (2022). Liselere giriş sınavı (LGS) fen bilimleri sorularının ortaöğretim programıyla uyum düzeyinin belirlenmesi. *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*, 3(1), 93–117. <https://doi.org/10.54637/ebad.1038701>
- Kavan, N. (2023). Türkçe dersi öğretim programı CIPP modeli değerlendirme ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 8(1), 159–185.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2025). *2025 Liselere Geçiş Sistemi (LGS) Merkezi Sınav Kılavuzu*. <https://www.meb.gov.tr>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2. baskı). Sage.
- Oral, B., & Yazar, T. (2017). *Eğitimde program geliştirme ve değerlendirme*. Pegem Akademi.
- Özdarendeli, B., & Karamustafaoğlu, S. (2025). LGS fen bilimleri sorularının yenilenmiş Bloom taksonomisi perspektifinden bir inceleme. *Al Farabi 14th International Scientific Research and Innovation Congress*, 33–47, Konya.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage Publications.
- Pekdoğan, C. (2023). Liselere geçiş sistemi fen bilimleri sorularının fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarına ve bilimsel süreç becerilerine göre incelenmesi. (Yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Şahin, B., & Karamustafaoğlu, S. (2025). 2024 LGS fen bilimleri sorularının SOLO taksonomisi bağlamında analizi. *International Yıldırım Beyazıt Scientific Research and Innovation Symposium-I*, 49–63, Bursa.
- Şahin, B., & Karamustafaoğlu, S. (2025). Bilişsel süreç ve bilgi boyutları perspektifinden fen bilimleri soruları: 2025 LGS incelemesi. *Karadeniz 19th International Conference on Social Sciences*, 843-858, Rize.
- Taş, H., & Minaz, M. B. (2019). Evaluating the new primary school 4th grade Turkish course curriculum according to teacher reviews... *Journal of Human Sciences*, 16(2), 428. <https://doi.org/10.14687/jhs.v16i2.5382>
- Yıldız, D. (2015). Türkiye, Kanada (Ontario) ve Avustralya ana dili dersi öğretim programlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Journal of International Social Research*, 8(40), 537. <https://doi.org/10.17719/jisr.20154013937>
- Zorluoğlu, S. L., & Dönmez, H. (2020). Fen bilimleri dersi öğretim programı 6., 7. ve 8. sınıf kazanımlarının SOLO taksonomisine göre incelenmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 85–95. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.547938>
- Zorluoğlu, S. L., Şahintürk, A., & Bağrıyanık, K. E. (2017). 2013 yılı Fen Bilimleri öğretim programı kazanımlarının yenilenmiş Bloom taksonomisine göre analizi ve değerlendirilmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 1–15.

Examination of the Activities in the Fifth-Grade Science Textbook in Terms of the “Clarity” Standard

Saliha Oruç¹ , Büşra Bakioğlu² 

¹ Faculty of Education, Karamanoğlu Mehmetbey University, Karaman, Türkiye, saliha99cekceoglu@gmail.com

² Faculty of Education, Karamanoğlu Mehmetbey University, Karaman, Türkiye, busrabakioglu@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to examine the activities in the 5th grade science textbook, which started to be used with the revised curriculum in the 2024–2025 academic year, in terms of clarity, one of the critical thinking standards. The study employed document analysis, a qualitative research method. The activities in the 2024–2025 science textbook were evaluated based on eight clarity criteria. The evaluation showed that the activities were generally clear, simple, and appropriate for the student level. However, the criterion of “concepts explained,” one of the clarity standards, was only partially met due to the lack of direct definitions of scientific concepts. It was recommended that textbook authors reinforce key scientific terms with a brief definition box or glossary before or after the activities, while still preserving the exploratory nature of the tasks. Additionally, incorporating objective and detailed criteria into the instructions for evaluating student products in open-ended performance tasks is expected to enhance the cognitive clarity of the activity and increase the reliability of the assessment.

Keywords: Critical thinking, Clarity standard, Science textbook, Education model

5.Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı Etkinliklerinin “Açıklık” Standardı Bakımından İncelenmesi

Saliha Oruç¹ , Büşra Bakioğlu² 

¹ Eğitim Fakültesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman, Türkiye, saliha99cekceoglu@gmail.com

² Eğitim Fakültesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman, Türkiye, busrabakioglu@gmail.com

ÖZET

Bu araştırmada, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında değişen öğretim programıyla birlikte okutulmaya başlanılan 5. sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan etkinliklerin eleştirel düşünme standartlarından biri olan “açıklık” standardı bakımından incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden birisi olan doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. 2024-2025 yılında kullanılan fen bilimleri dersi ders kitabında yer alan etkinlikler sekiz açıklık ölçütü kapsamında değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda etkinliklerin genellikle açık, sade ve öğrenci düzeyine uygun olduğu görülmüştür. Ancak açıklık standartlarının ölçütlerinden biri olan “kavramlar açıklanmıştır” ölçütü, bilimsel kavramların doğrudan tanımlanmaması nedeniyle kısmen karşılandığı bulgusuna ulaşılmıştır. Ders kitabı yazarlarına, etkinliklerin keşfetme özelliğini korumak kaydıyla temel bilimsel terimlerin etkinlik öncesi veya sonrasında kısa bir tanım kutusu veya sözlükle desteklenmesi önerilmektedir. Ayrıca, açık uçlu performans görevlerinde, öğrenci ürünlerinin değerlendirilmesinde kullanılacak objektif ve detaylı kriterlerin yönergelere eklenmesi, etkinliğin bilişsel netliğini ve değerlendirme güvenilirliğini artıracakı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eleştirel düşünme, Açıklık standardı, Fen bilimleri ders kitabı, Maarif modeli

1. Giriş

Eleştirel düşünme, bireyin bilgiyi analiz etmesi, değerlendirmesi ve çıkarımlarda bulunarak mantıklı sonuçlara ulaşmasını sağlayan bilişsel bir beceridir. Bu süreçte birey, düşüncelerini önyargılardan arındırılmış, tutarlı ve açık bir şekilde yapılandırarak akıl yürütme becerilerini kullanır. Günümüzde eleştirel düşünme, bireyin hem akademik yaşamda hem de günlük hayatta karşılaştığı problemleri çözmesinde temel bir yetkinlik olarak kabul edilmektedir (Aybek ve Aslan, 2020).

Eleştirel düşünmenin temel amacı, öğrencinin düşünmeyi öğrenmesini, düşünme sürecini bilinçli bir şekilde kontrol etmesini ve bu süreci olumsuz etkileyebilecek faktörlerden kaçınmasını sağlamaktır (Eğmir, 2016; Polat, 2017).

Eleştirel düşünmenin temel standartları açıklık, doğruluk, kesinlik, alaka, derinlik, genişlik ve mantıklılık olarak tanımlanmaktadır. Bu standartlardan açıklık, öğrenme materyallerinin anlaşılabilirliğini doğrudan etkileyen temel ölçütlerden biridir.

Bir ifadenin, bilginin veya düşüncenin açıklık standardını karşılaması aşağıdaki kriterleri gerçekleştirmesine bağlıdır. Konu ve kavramlar;

- Açık bir şekilde yazılmalı Kolaylıkla anlaşılmalı
- Yanlış anlaşılma ihtimali taşımamalı
- Sade olmalı
- Gerektiğinde ayrıntıya girilerek açıklanmalı
- Örneklerle somut hale getirilmeli
- Görsellerle desteklenmeli
- Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmalı. (Aybek, 2012)

Bu ölçütler, özellikle ilkökul ve ortaokul düzeyinde kullanılan öğretim materyallerinde daha da önem kazanmaktadır. Öğrencilerin soyut bilimsel kavramlara ilişkin ön bilgileri sınırlı olduğundan, etkinliklerdeki yönergelerin açık, kavramların net tanımlanmış ve öğrenme sürecinin somut örneklerle desteklenmiş olması, bilimsel kavram yanlışlarının önlenmesini ve doğru kavramsal yapının inşa edilmesini desteklemektedir.

Fen bilimleri ders kitapları öğrencilerin öğrenme sürecini yönlendiren temel kaynaklardır. Bu nedenle kitaplarda yer alan etkinliklerin pedagojik açıdan sade, açık ve öğrenci seviyesine uygun olması beklenir. Etkinliklerin niteliksel özellikleri, öğrencilerin gözlem yapma, sınıflandırma, deney tasarlama ve tartışma becerileri üzerinde doğrudan etkilidir.

2024 yılında ülkemizde bir öğretim programı değişikliğine daha gidilmiş ve 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeline geçilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024). Türkiye'nin eğitim sisteminde önemli bir dönüşümü temsil eden Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğrenci merkezli bir yaklaşımı benimsemekte; eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesine, teknoloji entegrasyonuna ve küresel rekabetçiliğe odaklanmaktadır. Model, eğitim sisteminde karşılaşılan sorunlara çözüm üretmeyi, öğrencilerin bireysel potansiyellerini en üst düzeye çıkarmayı ve çağın gereksinimlerine uyum sağlamayı amaçlamaktadır. Bu

doğrultuda Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin temel hedefleri; öğrenci merkezli eğitim anlayışının benimsenmesi, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, teknolojinin eğitime entegrasyonu ve öğrencilerin sosyal-duygusal gelişimlerinin desteklenmesidir. Bu hedeflerin hayata geçirilmesinde ders kitapları, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarda en sık kullandıkları temel öğretim materyalleri arasında yer almaktadır. Alanyazında ders kitaplarının, öğretim sürecinin planlanması ve yürütülmesinde öğretmenlere rehberlik eden birincil kaynaklar olduğu vurgulanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu nedenle ders kitaplarında yer alan etkinliklerin, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini destekleyecek nitelikte hazırlanması büyük önem taşımaktadır. 2024–2025 öğretim programıyla birlikte Fen Bilimleri dersi etkinlik temelli bir yapıya kavuşmuştur. Bu yapı, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeyi amaçlarken, etkinliklerin açık, anlaşılır ve kavramsal olarak net olması öğrenmenin niteliğini doğrudan etkilemektedir. Ancak ders kitabındaki etkinliklerin açıklık standardını ne ölçüde karşıladığına ilişkin güncel ve sistematik çalışmalar sınırlıdır. Bu nedenle 5. sınıf Fen Bilimleri ders kitabında yer alan etkinliklerin açıklık açısından değerlendirilmesi bir gereklilik hâline gelmiştir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda araştırmanın amacı, 2024–2025 öğretim yılında kullanılan 5. sınıf Fen Bilimleri ders kitabında yer alan etkinliklerin, Nosich'nin (2012) eleştirel düşünme standartlarından biri olan “açıklık standardı” bakımından sistematik olarak incelenmesidir. Bu kapsamda çalışma, etkinliklerin açık ifade, anlaşılabilirlik, kavramsal netlik, sadelik, somutlaştırma, görsel destek ve öğrenci düzeyine uygunluk gibi açıklık ölçütlerini ne ölçüde karşıladığını ortaya koymayı hedeflemektedir. Araştırma ayrıca açıklık standardının üniteler arasında farklılaşma gösterip göstermediğini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Bu doğrultuda çalışmada “5. sınıf Fen Bilimleri ders kitabında yer alan etkinlikler, Nosich'in açıklık standardının alt ölçütlerini hangi düzeyde karşılamaktadır?” araştırma sorusuna yanıt aranmıştır.

2. Metodoloji

Bu çalışma, 2024–2025 öğretim yılında kullanılan 5. sınıf Fen Bilimleri ders kitabında yer alan etkinlikleri, eleştirel düşünmenin açıklık standardı açısından incelemeyi amaçlayan nitel bir araştırmadır. Araştırmada veri toplama yöntemi olarak doküman analizi kullanılmıştır. Doküman analizi, yazılı materyallerin sistematik bir biçimde incelenmesi ve yorumlanmasına dayanan bir nitel araştırma yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Araştırmanın veri kaynağını, ilgili ders kitabında yer alan tüm etkinlikler oluşturmaktadır. Etkinlikler, Nosich'in eleştirel düşünme standartları çerçevesinde belirlenen açıklık ölçütünün sekiz alt boyutuna göre değerlendirilmiştir.

Verilerin analizinde, etkinlikler her bir alt ölçüte göre kodlanmış ve betimsel analiz yöntemiyle yorumlanmıştır. Bu süreç sonucunda, etkinliklerin açıklık standardını karşılama düzeyleri ünite bazında karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur.

Geçerlik ve güvenirlik çalışması için eleştirel düşünme becerilerinin değerlendirilmesi bir alan uzmanına daha yaptırılmış ve kodlama tutarlığına bakılmıştır. Bunun için Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği güvenirlik formülü [$\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{(\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})}$] kullanılmıştır. Bu formüle göre açıklık

standardının güvenilirliği %99.3 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik sonucunun %70'in üzerinde çıkması yapılan araştırmanın güvenilir olduğu anlamına geldiğinden (Miles ve Huberman, 1994) analizlerin yeterli ve güvenilir olduğu tespit edilmiştir.

3.Bulgular

Çalışmada 2024-2025 eğitim-öğretim yılında fen bilimleri derslerinde okutulan 5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Ders Kitabı'nda bulunan yedi üniteye yer alan etkinlikler Nosich'nin (2012) "açıklık" standardına göre incelenmiştir. Her bir üniteye ait oluşturulan tablolar bu kısımda sunulmuştur.

Tablo 1'de birinci üniteye yer alan etkinliklerin "açıklık standardına göre incelenmesine dair elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 1. 1. üniteye yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik	5. Etkinlik	6. Etkinlik	7. Etkinlik	8. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	K	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılmaktadır.	E	E	K	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	K	K	K	K	K	K	K	K
Sadedir.	E	E	E	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	E	E	K	E	K	K	K	K
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	E	E	K	E	E	E	E	K
Görsellerle desteklenmiştir.	E	E	E	E	K	E	E	E
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E	E	E	E

*H: Hayır; K: Kısmen; E: Evet; Kl: Kullanılmamış

Tablo 1 incelendiğinde birinci üniteye yer alan etkinliklerin "kavramlar açıklanmış", "ayrıntılı bir şekilde açıklanmış" alt ölçütlerine göre kısmen karşılandığı görülmektedir.

Tablo 2'de ikinci üniteye yer alan etkinliklerin "açıklık standardına göre incelenmesine dair elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 2. 2. üniteye yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik	5. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılmaktadır.	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	H	H	H	H	K
Sadedir.	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	H	E	K	H	E

Açıklık Standardı	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik	5. Etkinlik
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	H	E	E	H	E
Görsellerle desteklenmiştir.	H	E	E	H	E
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E

Tablo 2. (devam): 2. üniteye yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	6.Etkinlik	7.Etkinlik	8.Etkinlik	9.Etkinlik	10.Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılabilir.	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	H	K	K	K	H
Sadedir.	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	K	E	E	E	K
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	H	E	E	E	E
Görsellerle desteklenmiştir.	H	E	E	E	E
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E

Tablo 2 incelendiğinde ikinci üniteye yer alan etkinliklerin eleştirel düşünme standartlarının bir gereği olan kavramsal tanımın netliği ve kavram keşfi etkinliklerindeki görsel/somut örnek desteği konusunda geliştirilmeye açık alanlara sahip olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3'te üçüncü üniteye yer alan etkinliklerin "açıklık standardına göre incelenmesine dair elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 3. 3. üniteye yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik	5. Etkinlik	6. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılabilir.	E	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	K	H	H	K	K	H
Sadedir.	E	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	E	K	K	K	E	E
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	E	E	K	E	E	E
Görsellerle desteklenmiştir.	E	E	E	H	H	H
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E	E

Tablo 3.(devam): 3. ünite de yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	7. Etkinlik	8. Etkinlik	9. Etkinlik	10. Etkinlik	11. Etkinlik	12. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılmaktadır.	E	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	K	H	K	E	K	E
Sadedir.	E	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	E	K	K	K	E	E
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	E	E	E	E	E	E
Görsellerle desteklenmiştir.	E	E	H	E	E	H
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E	E

Tablo 3 incelendiğinde üçüncü ünite de yer alan etkinliklerin “açık bir şekilde yazılmıştır” ve “kolaylıkla anlaşılmaktadır” alt ölçütlerine göre evet, “kavramlar açıklanmış” alt ölçütüne göre ise kısmen karşılandığı görülmektedir.

Tablo 4’te ikinci ünite de yer alan etkinliklerin “açıklık standardına göre incelenmesine dair elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 4. 4. ünite de yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik	5. Etkinlik	6. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılmaktadır.	E	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	H	K	H	K	K	K
Sadedir.	E	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	H	K	K	E	E	E
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	H	E	E	E	E	E
Görsellerle desteklenmiştir.	H	H	E	E	E	E
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E	E

Tablo 4. (devam): 4. ünite de yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	7. Etkinlik	8. Etkinlik	9. Etkinlik	10. Etkinlik	11. Etkinlik	12. Etkinlik	13. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılmaktadır.	E	E	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	E	E	E	K	K	K	H
Sadedir.	E	E	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	E	E	K	E	K	E	H
Örneklerle somut hale	E	E	E	E	E	E	H

Açıklık Standardı	7. Etkinlik	8. Etkinlik	9. Etkinlik	10. Etkinlik	11. Etkinlik	12. Etkinlik	13. Etkinlik
getirilmiştir.							
Görsellerle desteklenmiştir.	E	E	E	E	E	E	H
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E	E	E

Tablo 4 incelendiğinde dördüncü üniteye yer alan etkinliklerin “açık bir şekilde yazılmıştır”, “kolaylıkla anlaşılmaktadır” ve “sadedir” alt ölçütlerine göre evet, “ayrıntılı bir şekilde açıklanmış” alt ölçütüne göre ise kısmen karşılandığı görülmektedir.

Tablo 5’te beşinci üniteye yer alan etkinliklerin “açıklık standardına göre incelenmesine dair elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 5. 5. üniteye yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik	5. Etkinlik	6. Etkinlik	7. Etkinlik	8. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılmaktadır.	E	E	E	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	H	E	E	E	E	K	E	E
Sadedir.	E	E	E	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	H	E	E	K	K	E	E	E
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	H	E	E	H	E	K	E	E
Görsellerle desteklenmiştir.	H	H	E	H	E	H	E	E
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E	E	E	E

Tablo 5. (devam): 5. üniteye yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	9. Etkinlik	10. Etkinlik	11. Etkinlik	12. Etkinlik	13. Etkinlik	14. Etkinlik	15. Etkinlik	16. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır	E	E	E	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılmaktadır	E	E	E	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır	E	K	K	K	E	K	E	K
Sadedir	E	E	E	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır	E	E	E	E	E	E	E	E
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	K	E	E	E	H	E	E	E
Görsellerle desteklenmiştir.	H	H	E	E	H	E	E	E
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E	E	E	E

Tablo 5 incelendiğinde beşinci üniteye yer alan etkinliklerin “açık bir şekilde yazılmıştır” ve “kolaylıkla anlaşılmaktadır” alt ölçütlerine göre evet, “kavramlar açıklanmış” ve “ayrıntılı bir şekilde açıklanmış” alt ölçütlerine göre ise kısmen karşılandığı görülmektedir.

Tablo 6’da altıncı üniteye yer alan etkinliklerin “açıklık standardına göre incelenmesine dair elde edilen bulgular

sunulmuştur.

Tablo 6. 6. ünite de yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılmaktadır.	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	K	K	H	K
Sadedir.	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	K	E	K	E
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	H	E	E	K
Görsellerle desteklenmiştir.	H	E	E	H
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E

Tablo 6. (devam): 6. ünite de yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	5. Etkinlik	6. Etkinlik	7. Etkinlik	8. Etkinlik	9. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E	E
Kolaylıkla anlaşılmaktadır.	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	E	K	K	H	K
Sadedir.	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	K	E	E	E	E
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	E	E	E	E	E
Görsellerle desteklenmiştir.	E	E	E	E	E
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E

Tablo 6 incelendiğinde altıncı ünite de yer alan etkinliklerin “açık bir şekilde yazılmıştır” ve “kolaylıkla anlaşılmaktadır” alt ölçütlerine göre evet, “kavramlar açıklanmış” alt ölçütüne göre ise kısmen karşılandığı görülmektedir.

Tablo 7’de yedinci ünite de yer alan etkinliklerin “açıklık standardına göre incelenmesine dair elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 7. 7. ünite de yer alan etkinliklerin açıklık standardına göre incelenmesi

Açıklık Standardı	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik	5. Etkinlik
Açık bir şekilde yazılmıştır.	E	E	E	E	E

Açıklık Standardı	1. Etkinlik	2. Etkinlik	3. Etkinlik	4. Etkinlik	5. Etkinlik
Kolaylıkla anlaşılmalıdır.	E	E	E	E	E
Kavramlar açıklanmıştır.	E	E	K	E	E
Sadedir.	E	E	E	E	E
Ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.	E	E	E	E	K
Örneklerle somut hale getirilmiştir.	E	E	E	E	E
Görsellerle desteklenmiştir.	E	E	E	E	E
Hedef kitleye uygun bir dille anlatılmıştır.	E	E	E	E	E

Tablo 7 incelendiğinde yedinci üniteye yer alan etkinliklerin açıklık standardına ilişkin alt ölçütlerin büyük çoğunluğuna göre evet düzeyinde karşılandığı, “ayrıntılı bir şekilde açıklanmış” alt ölçütüne göre ise kısmen karşılandığı görülmektedir.

4. Sonuçlar

Araştırmanın bulguları, 5. sınıf Fen Bilimleri ders kitabındaki etkinliklerin genel olarak açık ifade, anlaşılabilirlik, sadelik ve hedef kitleye uygunluk açısından yeterli olduğunu göstermektedir. Ancak açıklık standardının önemli bir bileşeni olan kavram açıklığı tüm ünitelerde en zayıf ölçüt olarak öne çıkmaktadır.

Öğrencilerin bir kavramı anlaması için mutlaka kavramın açık, tutarlı ve tanımlı olması gerekir. Belirsiz kavram sunumu öğrencide alternatif kavramların (yanılgıların) gelişmesine yol açabilir (Aybek, Çetin ve Başarır, 2014; Driver, Guesne ve Tiberghien, 1985; Novak ve Gowin, 1984; Osborne ve Freyberg, 1985). Bu durum, temel bilimsel kavramların çoğunlukla tanımsız kullanılması nedeniyle öğrencilerin kavramsal bütünlük geliştirmesini zorlaştırabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bulgular, ders kitabının biçimsel olarak açık olsa da kavramsal açıklık açısından geliştirmeye ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Performans görevlerinde değerlendirme ölçütlerinin belirsiz olması da açıklık ilkesiyle uyumsuz bir başka noktadır. Nesnel kriterlerin eksikliği hem öğrenci geri bildirimini hem de ölçme-değerlendirme sürecinin şeffaflığını sınırlamaktadır.

Elde edilen sonuçlar;

- Etkinlikler genel olarak açık, anlaşılır ve öğrencilerin düzeyine uygundur.
- Açıklık standardını en çok sınırlayan unsur, kavram açıklığının yetersiz olmasıdır.
- Bilimsel kavramların tanımsız verilmesi, ünitelerin tamamında öğrenme niteliğini azaltmaktadır.
- Performans görevlerinde kullanılan değerlendirme ifadeleri net ölçüt içermediğinden açıklık ve güvenilirlik zayıflamaktadır.
- Etkinliklerin kavramsal yönünün güçlendirilmesi, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini desteklemek için gerekli görünmektedir.

5. Öneriler

Elde edilen bulgular doğrultusunda etkinliklerin kavramsal açıklığını artırmak amacıyla:

- Temel bilimsel kavramlar için etkinlik öncesinde veya sonrasında kısa tanım kutuları eklenmelidir.

- “Beğendim – Geliştirilebilir – Mükemmel” gibi ifadeler yerine, öğrenci ürünleri için nesnel ve açık değerlendirme kriterleri sunulmalıdır.
- Kavramların daha net anlaşılması için özellikle soyut içeriklerde görsel ve şema desteği güçlendirilmelidir.
- Farklı sınıf düzeyleri ve ders kitapları da benzer şekilde analiz edilerek, açıklık standardının program genelindeki bütüncül görünümü değerlendirilmelidir.
- Gelecek araştırmalarda öğretmen ve öğrenci görüşleri de dahil edilerek açıklığın uygulamadaki karşılığı derinlemesine incelenebilir.

Kaynaklar

- Aybek, B., Çetin, A., & Başarır, F. (2014). Fen ve teknoloji ders kitabının eleştirel düşünme standartları doğrultusunda analiz edilmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 313-325.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science*. Open University Press.
- Nosich, G. M. (2012). *Eleştirel düşünme ve disiplinler arası eleştirel düşünme rehberi*. (Çev. B. Aybek). Pegem Akademi.
- Nosich, G. M. (2012). *Learning to think things through: A guide to critical thinking across the curriculum*. Pearson.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2019). *STEM Kitap Yazımı Kılavuzu*. Ortaöğretim Genel Müdürlüğü.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2024). *5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Learning in Science: The Implications of Children's Science*. Auckland: Heinemann.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Operational Enhancements in the New Project Schools Regulation: A Comparative Document Analysis of Previous Policies

Fatih Karakuş¹ , Burcu Torun Karakuş² 

¹ Ministry of Education, Doğantepe Şehit Kağan Kılıç Middle School, Amasya, Türkiye, fatih197205@gmail.com

² Ministry of Education, Amasya Çelebi Mehmet Middle School, Amasya, Türkiye, burcu.torun1@gmail.com

ABSTRACT

This study examines how the 2025 Ministry of National Education Project Schools Regulation strengthens the operational structure of project schools in relation to educational quality, compared with previous regulatory frameworks. Using a qualitative document analysis approach, the study analyzes the 2025 Regulation alongside the 2013 Regulation on Secondary Education Institutions and the 2016 Regulation on Schools Implementing Special Programs and Projects. Coding categories included teacher and administrator roles, student selection, curriculum and special programs, research and development, school development, monitoring–evaluation, and performance criteria. The findings show that the new regulation offers a more systematic framework, particularly through strengthened R&D structures, theme-based special programs, and detailed monitoring–evaluation mechanisms. However, it also increases selectivity and performance pressure in student admission and achievement processes. The study discusses the regulation’s alignment with the concept of the “quality school” and provides recommendations for policymakers.

Keywords: Project schools, quality school, education policy, document analysis, monitoring–evaluation

Yeni Proje Okulları Yönetmeliğinin Nitelik Artırmaya Yönelik İşleyişi: Önceki Uygulamalarla Karşılaştırmalı Bir Doküman Analizi

Fatih Karakuş¹ , Burcu Torun Karakuş² 

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, Doğantepe Şehit Kağan Kılıç Ortaokulu, Amasya, Türkiye, fatih197205@gmail.com

² Milli Eğitim Bakanlığı, Amasya Çelebi Mehmet Ortaokulu, Amasya, Türkiye, burcu.torun1@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, 2025 tarihli Millî Eğitim Bakanlığı Proje Okulları Yönetmeliği’nin, proje okullarının nitelik artırmaya dönük işleyişini, önceki mevzuat düzenlemelerine göre hangi yönlerden güçlendirdiğini incelemektir. Araştırmada nitel doküman analizi yöntemi kullanılmış; 2025 Proje Okulları Yönetmeliği, 2013 tarihli Millî Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Kurumları Yönetmeliği ve 2016 tarihli Özel Program ve Proje Uygulayan Eğitim Kurumları Yönetmeliği karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Kodlama sürecinde öğretmen ve yönetici boyutu, öğrenci seçimi, müfredat ve özel program, Ar-Ge ve okul gelişimi, izleme–değerlendirme ve başarı ölçütleri kategorileri kullanılmıştır. Bulgular, yeni yönetmeliğin özellikle Ar-Ge yapılanması, tema temelli özel programlar ve izleme–değerlendirme mekanizmaları açısından önceki düzenlemeleri önemli ölçüde sistemleştirdiğini; buna karşın öğrenci seçimi ve başarı kriterlerinde seçicilik ve performans baskısının arttığını göstermektedir. Çalışma, proje okullarının “nitelikli okul” kavramıyla ilişkisini tartışmakta ve politika yapıcılara yönelik öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Proje okulları, nitelikli okul, eğitim politikası, doküman analizi, izleme–değerlendirme

1. Giriş

Eğitim hakkı, insanın en temel hakkı olan yaşama hakkının ayrılmaz bir parçası olup, çağdaş toplumlarda genellik ve eşitlik ilkesi çerçevesinde tüm bireylere sunulması gereken bir haktır. Türkiye’de bu ilke, başta 1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu olmak üzere temel mevzuatta yer bulmaktadır. Bununla birlikte, son on yılda eğitim sisteminde “proje okulları” olarak adlandırılan ve belirli program, tema veya projeleri yürüten okulların sayısının artması, bu okulların “nitelikli okul” ile ne ölçüde örtüştüğü sorusunu gündeme getirmiştir.

2014 sonrasında MEB tarafından başlatılan proje okulu uygulaması, 2017–2018 tarihli Özel Program ve Proje Uygulayan Eğitim Kurumları Yönetmeliği ile çerçevelendirilmiş; zaman içinde yapılan değişikliklerle öğretmen–yönetici görevlendirmeleri, öğrenci seçimi ve kurumların işleyişine ilişkin hükümler yeniden düzenlenmiştir.

12 Temmuz 2025’te yayımlanan Millî Eğitim Bakanlığı Proje Okulları Yönetmeliği ise proje okullarına ilişkin hükümleri güncelleyen, kavramsal ayrımları netleştiren ve özellikle Ar-Ge, özel program ve izleme–değerlendirme boyutlarını ayrıntılandıran yeni bir çerçeve sunmaktadır. Proje okullarının sayısındaki artış, bu okullara yüklenen “nitelikli okul” rolünün mevzuattaki karşılığının incelenmesini önemli hâle getirmektedir.

Bu doğrultuda araştırmanın temel problemi şu şekilde belirlenmiştir:

“Yeni Proje Okulları Yönetmeliği, proje okullarının nitelik artırmaya dönük işleyişini önceki uygulamalara göre hangi yönlerden güçlendirmektedir?”

Bu problem, “etkili okul” ve “nitelikli okul” yazını ile de yakından ilişkilidir. Etkili/nitelikli okul; güçlü liderlik, nitelikli öğretmen, olumlu okul iklimi, sistematik izleme–değerlendirme ve paydaş katılımının bir arada bulunduğu kurumsal yapılar olarak tanımlanmaktadır (Balcı, 1993; Başaran, 2000; Hoy & Miskel, 2013).

2. Kuramsal Çerçeve

2.1. Nitelikli/Etkili Okul

Türkiye’de “etkili okul” kavramı özellikle Balcı’nın (1993) çalışmalarıyla, “nitelikli okul” kavramı ise Başaran’ın (2000) çalışmalarıyla gündeme gelmiş; okulun yalnızca sınav başarısı ile değil, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal gelişimlerine sağladığı katkı ile değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Bu yazında nitelikli okul;

- Açık bir vizyon ve güçlü liderlik,
- Nitelikli ve sürekli gelişen öğretmen kadrosu,
- Güvenli ve destekleyici okul iklimi,
- Veriye dayalı izleme–değerlendirme,
- Aile ve toplumla iş birliği,

gibi boyutlar üzerinden tanımlanmaktadır (Hoy & Miskel, 2013).

2.2. Proje Okulu Politikası

Proje okulları, belirli program veya projeleri yürüten; çoğu zaman yüksek puanlı öğrencileri kabul eden, fiziksel imkânları görece güçlü, seçici kurumlar olarak tanımlanmaktadır. Eski Özel Program ve Proje Uygulayan Eğitim Kurumları Yönetmeliğinde bu okullar, ulusal/uluslararası projeler yürüten ve belirli reform programlarını uygulayan kurumlar olarak çerçevelenmiştir.

Yeni yönetmelik ile birlikte proje okulları şu şekilde yeniden tanımlanmıştır:

- Özel program uygulayan okullar: Bakanlıkça onaylanmış özel programları yürüten okullar,
- Özel proje uygulayan okullar: Ulusal/uluslararası projeler yürüten, belirli temalarda eğitim yapan okullar.

Bu ayırım, proje okullarının “adı değişmiş okul” olmanın ötesinde, program ve proje temelli bir yapıya kavuşmasını hedeflemektedir.

3.Yöntem

3.3.Araştırma Deseni

Araştırma, nitel araştırma yaklaşımı içinde tasarlanmış bir doküman analizi çalışmasıdır. Merriam ve Tisdell (2009), nitel araştırmalarda dokümanların, çalışılan olgunun bağlamını anlamada önemli bir veri kaynağı olduğunu; Bowen (2009) ise doküman analizini, belgelerin sistematik olarak seçilmesi, değerlendirilmesi ve yorumlanmasını içeren bir süreç olarak tanımlamaktadır.

Bu çalışmada, Bowen’ın (2009) önerdiği adımlar izlenmiştir:

1. İlgili mevzuat metinlerinin belirlenmesi,
2. Metinlerin araştırma problemine göre okunması,
3. Anlamlı birimler ve temaların çıkarılması,
4. Eski ve yeni düzenlemeler arasında karşılaştırma yapılması,
5. Bulguların kuramsal çerçeve ile ilişkilendirilerek yorumlanması.

3.4. Veri Kaynakları

İncelenen temel belgeler şunlardır:

- 2025 tarihli Millî Eğitim Bakanlığı Proje Okulları Yönetmeliği,
- Millî Eğitim Bakanlığı Özel Program ve Proje Uygulayan Eğitim Kurumları Yönetmeliği
- Millî Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Kurumları Yönetmeliği

Bu üç belge, proje okullarının tanımı, belirlenmesi, öğretmen–yönetici boyutu, öğrenci seçimi, program ve Ar-Ge, izleme–değerlendirme yönlerinden karşılaştırılmıştır.

3.5. Kodlama Kategorileri ve Analiz

Araştırma sorusuna uygun olarak aşağıdaki kategoriler önceden belirlenmiş ve dokümanlar bu çerçevede analiz edilmiştir:

1. Öğretmen ve yönetici yapılanması
2. Öğrenci seçimi ve erişim
3. Müfredat, özel program ve tema temelli eğitim
4. Ar-Ge, proje üretimi ve okul gelişimi

5. İzleme–değerlendirme ve kapsamdan çıkarma
6. Ölçme–değerlendirme ve başarı ölçütleri

Metinler defalarca okunmuş, ilgili maddeler bu kategorilere atanmış ve eski–yeni hükümler karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır.

4.Bulgular ve Yorum

4.1. Öğretmen ve Yönetici Yapılanması

Eski yönetmelik, proje okullarında görev yapacak öğretmen ve yöneticiler için özel koşullar getirmekte; kıdem, performans, disiplin durumu, lisansüstü eğitim gibi ölçütleri ayrıntılı olarak tanımlamaktadır. Böylece proje okullarında seçilmiş bir insan kaynağı oluşturulması amaçlanmıştır.

Yeni Proje Okulları Yönetmeliği ise öğretmen ve yöneticilerin görev ve sorumluluklarını (örneğin yıllık en az 60 saat hizmet içi eğitim, özel yetenekli bireylerin eğitimi konusunda sertifika, danışmanlık görevleri gibi) tanımlamakta; ancak atama ve görevlendirme süreçlerini ayrı bir yönetmeliğe bırakmaktadır. Bu durum:

- Bir yandan işlevsel uzmanlaşma sağlayarak insan kaynağı düzenlemelerini başka bir metne devretmekte,
- Diğer yandan proje okullarının nitelikli insan kaynağı yönünü bu yönetmelik içinde daha az görünür kılmaktadır.

Nitelikli okul yazını, okul etkililiğinde liderlik ve öğretmen niteliğini merkezi değişkenler olarak görmektedir (Balcı, 1993; Başaran, 2000; Hoy & Miskel, 2013). Bu açıdan bakıldığında, yeni yönetmelikte öğretmen ve yönetici niteliğine dair vurgu görev tanımında güçlü, atama/görevlendirme boyutunda ise görece zayıf kalmaktadır.

4.2. Öğrenci Seçimi ve Erişim

Eski düzenlemede proje okullarına öğrenci seçimi, çoğunlukla merkezi sınav puanları ve okul tarafından yapılabilecek özel sınavlara dayanmakta; ayrıntılar kılavuzlara bırakılmaktadır.

Yeni yönetmelikte ise özellikle özel program uygulayan okullar için çok daha net ve katı kriterler getirilmiştir:

- Ortaöğretim Genel Müdürlüğüne bağlı okullarda öğrencinin merkezi sınavda Türkiye geneli %1’lik dilimde yer alması,
- Buna ek olarak okul veya Bakanlık tarafından yapılan okul özel sınavında başarılı olma şartı,
- Öğrencilerin belirli aşamalarda AYS ve BGDS gibi sınavlardan belirlenen barajın altında kalması hâlinde okuldan ayrılma durumunun ortaya çıkması.

Bu yapı, proje okullarında yüksek akademik performans beklentisini resmileştirerek nitelik artışı hedefini güçlendirmektedir. Ancak eğitimde eşitlik tartışmaları bağlamında bakıldığında, yüksek seçicilik; özellikle sosyoekonomik açıdan dezavantajlı grupların bu okullara erişimini zorlaştırabilir (Berliner, 2013).

Dolayısıyla yeni yönetmelik, nitelik hedefini seçkin öğrenci kitlesi üzerinden kurma eğilimini güçlendirmekte; bu da nitelikli okul anlayışının “her öğrenci için öğrenme fırsatını artırma” boyutuyla potansiyel bir gerilim üretmektedir.

4.3. Müfredat, Özel Program ve Tema Temelli Eğitim

Eski yönetmelik, proje okullarının ulusal/uluslararası projeler yürütmesi ve belirli reform programlarını uygulamasını öngörmekte; özel programların yapısı konusunda daha sınırlı bir çerçeve sunmaktadır.

Yeni Proje Okulları Yönetmeliği ise:

- “Özel program uygulayan okul” kavramını Bakanlıkça onaylanmış programlar üzerinden netleştirmekte,
- “Tema” kavramıyla akademik, sanatsal, sportif, mesleki ve teknik alanlarda odaklanmış eğitim modellerini tanımlamakta,
- Okullarda yabancı dil derslerinin belli oranda, ilgili dilin resmî dil olarak konuşulduğu ülkelerde eğitim görmüş öğretmenlerce verilmesini “esas” almaktadır.

Bu hükümler, proje okullarının program kalitesi ve farklılaşması açısından önceki düzenlemeye göre daha güçlü bir kurgu sunduğunu göstermektedir. Nitelikli okul yaklaşımında programın derinliği ve niteliği, okul etkililiğinin önemli ölçütlerinden biri olarak görülmektedir (Başaran, 2000; Hoy & Miskel, 2013).

4.4. Ar-Ge, Proje Üretimi ve Okul Gelişimi

Yeni yönetmeliğin önceki düzenlemelere göre en belirgin yeniliklerinden biri, proje okullarında Ar-Ge birimi ve danışma kurulu kurma zorunluluğudur. Bu yapı ile:

- Okulda yürütülen proje ve araştırma faaliyetleri belirli bir birim altında toplanmakta,
- Üniversiteler, vakıflar, kamu ve özel sektör temsilcileriyle kurumsal düzeyde iş birliği mekanizmaları oluşturulmakta,
- Fikrî ve sınâî mülkiyet haklarına konu olabilecek ürünlerin geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi teşvik edilmektedir.

Eski yönetmelikte de proje üretimi ve iş birliği vurgusu olmakla birlikte, Ar-Ge birimi ve danışma kurulu kadar ayrıntılı bir kurumsal çerçeve çizilmemektedir.

Bu anlamda yeni yönetmelik, proje okullarını yalnızca “sınav başarısı yüksek” kurumlar olmaktan öteye taşıyarak, kurumsal öğrenme ve yenilik üretme kapasitesi yüksek okullar hâline getirmeyi hedeflemektedir. Bu, etkili okul ve okul geliştirme yazınıyla uyumlu bir yönelimdir (Balcı, 1993).

4.5. İzleme-Değerlendirme, Kapsamdan Çıkarma ve Ölçme-Değerlendirme

Her iki düzenlemede de proje okullarının belirli aralıklarla değerlendirilmesi ve şartları sağlamayan okulların proje okulu kapsamından çıkarılabilmesi öngörülmektedir. Ancak yeni yönetmelikte:

- Her ders yılı sonunda izleme ve değerlendirme raporu hazırlanması,
- Ar-Ge birimi sorumluları ile planlama-değerlendirme toplantıları yapılması,
- Proje okulu niteliklerinin iki yılda bir değerlendirilmesi,
- Gerekli şartları sağlamayan okulların belirli süre içinde kapsamdan çıkarılması

gibi hükümler ayrıntılı şekilde düzenlenmiştir. Bu durum, proje okullarında sistematik bir kalite güvencesi ve hesap verebilirlik mekanizması oluşturduğunu göstermektedir.

Ölçme-değerlendirme boyutunda ise yeni yönetmelik, özel program alan dersleri için yazılı sınav

zorunluluğunu kaldırmakta, süreç değerlendirmesi, proje ve performans çalışmalarına dayalı bir sistem öngörmektedir. Buna ek olarak:

- BGDS ile beceri gelişimi,
- AYS ile program alan yeterlikleri

sınanmakta; belirlenen barajları geçemeyen öğrencilerin okulla ilişkileri kesilerek başka okullara yönlendirilmektedir.

Ortaöğretim Kurumları Yönetmeliği'nde genel not sistemi ve sınıf geçme esasları tüm ortaöğretim kurumları için ortak iken, proje okulları bu genel sistemin üzerine daha yüksek başarı standartları getiren özel bir rejim kurmaktadır.

Bu durum, bir yandan nitelik artırmayı destekleyen, diğer yandan öğrenciler üzerinde performans baskısı ve dışlanma riski doğuran bir boyut taşımaktadır.

5. Tartışma

Çalışmanın bulguları, yeni Proje Okulları Yönetmeliği'nin proje okullarının nitelik artırmaya dönük işleyişini üç ana yönden güçlendirdiğini göstermektedir:

1. Kurumsal ve programatik netlik: Proje okullarının “özel program” ve “özel proje” uygulayan okullar olarak kategorize edilmesi, tema temelli eğitim ve özel program yapısının açıkça tanımlanması, önceki yönetmeliğe göre daha net bir çerçeve sunmaktadır.
2. Ar-Ge ve okul gelişimi: Ar-Ge birimi ve danışma kurulu, proje okullarında kurumsal öğrenme, inovasyon ve paydaş katılımı için önemli bir altyapı oluşturmaktadır. Bu, nitelikli okul yazınındaki “veriye dayalı karar verme” ve “okul geliştirme” ilkeleriyle uyumludur (Balcı, 1993; Başaran, 2000).
3. Kalite güvencesi ve izleme-değerlendirme: Düzenli raporlama, iki yılda bir nitelik denetimi ve kapsamdan çıkarma mekanizmaları, proje okullarının “statü” değil, “sürdürülebilir performans” üzerinden tanımlanmasını sağlamaktadır.

Buna karşın, iki temel tartışma alanı dikkat çekmektedir:

- Eşitlik ve erişim: Yüksek başarı dilimi, ek sınavlar ve sıkı başarısızlık hükümleri, proje okullarını daha seçkin bir öğrenci grubuna açmakta; bu durum, eğitimde fırsat eşitliği ilkesiyle gerilim yaratabilmektedir (Berliner, 2013).
- Öğrenci iyi oluşu ve okul iklimi: Yoğun rekabet, sınav ve performans baskısı; öğrencilerin psikososyal iyi oluşunu ve okul iklimini olumsuz etkileyebilir. Nitelikli okul kavramı, yalnızca akademik başarıyı değil, öğrencilerin çok yönlü gelişimini ve iyi oluşunu da önemsemektedir (Hoy & Miskel, 2013).

6. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, 2025 Proje Okulları Yönetmeliği'ni önceki düzenlemelerle karşılaştırarak proje okullarının nitelik artırmaya dönük işleyişini incelemiştir. Sonuç olarak:

- Yeni yönetmelik; Ar-Ge yapılanması, özel programların tanımı ve izleme-değerlendirme mekanizmaları açısından proje okullarını daha sistematik ve kurumsal bir çerçeveye taşımaktadır.

- Öğrenci seçimi ve başarı kriterleri, nitelik hedefini güçlendirmekle birlikte, seçicilik ve eşitlik arasındaki gerilimi artırmaktadır.
- Öğretmen ve yönetici boyutunda, görev ve sorumluluklar açıkça tanımlansa da, atama/görevlendirme süreçlerinin ayrı bir yönetmeliğe bırakılması, proje okullarının nitelikli insan kaynağı boyutunu bu metin içinde görece geri planda bırakmaktadır.

6.1. Politika Önerileri

1. Eşitlik odaklı önlemler: Proje okullarına öğrenci seçiminde dezavantajlı gruplar için ek destek ve kontenjanlar oluşturularak, nitelikli eğitime erişimde fırsat eşitliği güçlendirilebilir.
2. Bütüncül insan kaynağı yaklaşımı: Proje okullarında görevli öğretmen ve yöneticilere ilişkin atama, yetiştirme ve geliştirme süreçleri, Proje Okulları Yönetmeliği ile açık referans ilişkisi kurularak daha görünür hâle getirilebilir.
3. Öğrenci iyi oluşu: BGDS ve AYS gibi sınavların yanında, psikolojik danışma, rehberlik ve sosyal-duygusal öğrenme uygulamalarını güçlendiren hükümlerle, performans baskısının olası olumsuz etkileri dengelenebilir.
4. Uygulamalı araştırmalar: Bu doküman analizi, proje okullarına ilişkin öğretmen, yönetici, öğrenci ve veli görüşlerinin incelendiği durum çalışmaları ve karma yöntemli araştırmalarla desteklenmeli; mevzuatın sahadaki yansımaları değerlendirilmelidir.

Kaynakça

- Balcı, A. (1993). *Etkili okul: Kuram, uygulama, ve araştırma*. Yavuz dağıtım.
- Başaran, İ. E. (2000). *Eğitim yönetimi: Nitelikli okul*. Ankara: Feryal Matbaası
- Berliner, D. C. (2013). Effects of inequality and poverty vs. teachers and schooling on America's youth. *Teachers College Record*, 115(12), 1-26.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative research journal*, 9(2), 27-40.
- Hoy, W. K. & Miskel, C. G. (2013). *Theory research and practice. Educational administration*. McGraw-Hill.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2009). A guide to design and implementation. *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*, 24, 39-54.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2013). *Millî Eğitim Bakanlığı ortaöğretim kurumları yönetmeliği*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/09/20130907-4.htm>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2016). *Özel Program ve Proje Uygulayan Eğitim Kurumları Yönetmeliği*. Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/09/20160901-32.htm>
- MEB. (2025). *Millî Eğitim Bakanlığı Proje Okulları Yönetmeliği*. Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/07/20250712-2.htm>

Proficiency Testing Evaluation for Patient Simulators: A Comparative Laboratory Study

Baki Karaböce ¹ , Hüseyin Okan Durmuş ² , Gökhan Güler ³ , Elif Başaran ⁴ , Feyzanur Ak ⁵ , Oğuzhan Kızılbaş ⁶ 

¹National Metrology Institute, TUBITAK, Kocaeli, Türkiye, baki.karaboce@tubitak.gov.tr,

²huseyinokan.durmus@tubitak.gov.tr, ³guler.gokhan@tubitak.gov.tr, ⁴elif.basaran@tubitak.gov.tr,

⁵feyzanur.ak@tubitak.gov.tr, ⁶oguzhan.kizilbas@tubitak.gov.tr

ABSTRACT

Patient simulators are essential reference devices used to verify physiological signals such as ECG, heart rate, respiration impedance, and invasive blood pressure (IBP). Their accuracy and traceability are critical for clinical measurement systems, and proficiency testing (PT) plays an important role in evaluating laboratory comparability. In this study, a PT program was conducted using four simulators of different models (Fluke ProSim 8, ProSim 4, Contec MS400) across one reference laboratory (R1) and three participant laboratories (P1–P3). Measured parameters included heart rate, ECG amplitude, respiration impedance, and IBP at selected levels. All tests were performed under controlled conditions at TÜBİTAK UME, and laboratory performance was assessed using z-scores according to ISO/IEC 17043. The results showed strong agreement between laboratories, with minor deviations in IBP values attributed to model differences and user practices. To our knowledge, this is the first structured interlaboratory comparison on patient simulators in Turkey, emphasizing the importance of PT programs for improving measurement reliability and patient safety.

Keywords: Patient Simulator, Proficiency Testing, Medical Metrology, ECG Calibration, IBP Calibration

1. Introduction

Patient simulators play a critical role in the calibration and performance verification of clinical measurement devices, particularly in cardiac monitoring systems, where the accuracy of simulators directly affects the reliability of vital-sign measurements. Ensuring traceable, comparable, and uncertainty-controlled physiological signal generation is therefore essential for patient safety and a robust healthcare quality infrastructure. As reported by Suharinto et al. (2020), the development of effective electrocardiograph signal simulators depends on precise design principles and high-quality analog signal generation capabilities, which are indispensable for evaluating ECG device performance. Similarly, Chang and Tai (2006) demonstrated the importance of producing versatile and physiologically accurate ECG waveforms through programmable ECG generators capable of simulating diverse cardiac conditions. Maintaining the fidelity of these outputs requires rigorous calibration processes: Yang (2016) emphasizes that calibration traceable to primary standards or SI units is fundamental to ensuring accurate physiological signal reproduction in clinical settings. The diagnostic significance of ECG further elevates these requirements, as Quiroz-Juárez et al. (2022) highlight the need for high-quality waveform generation to support advances in cardiovascular disease detection and signal-processing methodologies. Beyond clinical device verification, patient simulators also contribute meaningfully to medical

training; as Bond and Spillane (2002) note, realistic mannequins capable of displaying authentic ECG and physiological responses enhance educational outcomes and support practitioners in developing reliable interpretation skills. Altogether, these findings demonstrate that patient simulators are indispensable in both calibration and training environments, ensuring high-precision physiological signal generation that ultimately strengthens patient safety and healthcare quality.

Interlaboratory proficiency testing (PT) serves a critical role in ensuring the quality, reliability, and comparability of laboratory results, particularly in medical measurement domains where accurate performance directly impacts patient safety. PT programs provide independent assessments of laboratory capability and are essential for demonstrating competence, as outlined in ISO/IEC 17043 and ISO/IEC 17025, which emphasize systematic evaluation and traceable quality assurance practices (ISO/IEC 17043, 2010; ISO/IEC 17025, 2017; Alper, 2023). The success of PT frameworks has been documented across various medical fields, showing that well-designed programs enhance laboratory procedures and improve clinical outcomes (DeGruy et al., 2020).

In many countries, participation in external quality assessment schemes has been associated with reduced error rates, improved measurement accuracy, and greater confidence among healthcare providers. For example, García-Quintanilla et al. (2014) demonstrated that laboratories engaging in continuous PT exhibit measurable performance improvements. This impact becomes especially evident in high-stakes areas such as HIV diagnostics, where external quality control efforts have significantly lowered errors in CD4 T-cell measurements across successive testing cycles (Wu et al., 2024). Similar findings were reported by Hageman et al. (2003), who showed that sustained PT involvement strengthens result accuracy and contributes to long-term standardization across laboratories.

Comparative studies further highlight that interlaboratory variability decreases notably when laboratories participate regularly in PT schemes, promoting greater consistency in measurement outcomes—an essential factor for reliable diagnostics, treatment planning, and patient monitoring (Knight et al., 2020). These improvements not only elevate the performance of individual laboratories but also contribute to the overall robustness and resilience of national healthcare infrastructures.

Historically, Turkey lacked a structured PT program specifically dedicated to patient simulators, despite their critical role in clinical measurement device calibration. This gap represented a significant limitation in ensuring nationwide comparability of physiological signal measurements. Given international evidence demonstrating the transformative impact of PT participation, the establishment of a national PT framework in Turkey is both timely and necessary. Implementing such a program would align laboratory practices with global standards and strengthen national quality assurance processes, ultimately leading to more reliable clinical data and improved patient outcomes (Chen et al., 2005). Moreover, adopting PT at a national scale could stimulate broader dialogue on laboratory quality culture, supporting Turkey's efforts to build a more resilient and future-ready healthcare system.

This study presents the first national PT program for patient simulators, organized by the Medical Metrology

Laboratory of TÜBİTAK UME. Using three simulator models and predefined physiological parameters, the program evaluates interlaboratory consistency and identifies primary sources of deviation affecting medical calibration processes.

2. Material and Method / Methodology

2.1 Participating Laboratories

Four laboratories were included in the PT scheme:

R1: TÜBİTAK UME (reference laboratory)

P1–P3: Accredited calibration laboratories

The reference laboratory (R1) ensured measurement traceability and participated in the consensus-based determination of the assigned values. Measurements were performed at a single site under controlled conditions to eliminate environmental variability, while each laboratory participated using its own patient simulator and measurement procedure.

2.2 Simulator Models

Three models were used:

Table 1. Simulator models used in the proficiency test		
Model	Manufacturer	Participants
ProSim 8	Fluke Biomedical	R1, P1
ProSim 4	Fluke Biomedical	P3
MS400	Contec	P2

These models differ in accuracy class, internal calibration procedures, output circuit architecture, and DAC resolution.

2.3. Measurement Parameters

These parameter selections and test conditions were defined according to the official PT protocol of TÜBİTAK UME (TÜBİTAK UME, 2024).

Selected parameters align with typical clinical monitoring conditions:

- HR: 30 bpm, 120 bpm, 300 bpm
- ECG Amplitude: 0.5 mV, 2.5 mV, 5 mV
- Respiration Impedance: 1000 Ω
- IBP: 80 mmHg, 160 mmHg, 250 mmHg

2.4. Environmental Conditions

All measurements were performed under controlled environmental conditions, with an ambient temperature of $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ and a relative humidity of $(45 \pm 15) \%$.

2.5. Statistical Evaluation

Performance was evaluated using the ISO/IEC 17043 z-score method (ISO/IEC 17043, 2010; ISO 13528, 2015):

$$Z = \frac{x_i - x_{ref}}{\sigma_{PT}} \quad (1)$$

where x_i is the participant result, x_{ref} the assigned value, and σ_{PT} the standard deviation for proficiency evaluation.

The performance interpretation was based on the following criteria:

- “ $|z| \leq 2 \rightarrow$ satisfactory”
- “ $2 < |z| \leq 3 \rightarrow$ questionable”
- “ $|z| > 3 \rightarrow$ unsatisfactory”

The assigned values were determined from the results of all participating laboratories, including the reference laboratory (R1), using a consensus-based statistical approach in accordance with ISO 13528. The standard deviation for proficiency assessment (σ_{PT}) was calculated from the participant results using a robust statistical method, also in accordance with ISO 13528.

3. Results and Discussions

The proficiency tests for patient simulators were carried out between 5–16 December 2024 at the TÜBİTAK UME Medical Metrology Laboratory. Z-scores were not calculated for values that could not be numerically reported. Before starting the statistical evaluation, all measurement results submitted by the participating laboratories were carefully checked and validated.

Z-scores were then calculated based on the statistical analysis of the participants' results for each parameter. After the evaluation, a separate proficiency test report was prepared for each test, and these reports were sent to the participants via e-mail. Participants were given a specific time period to provide feedback or request corrections regarding any incorrect or unclear information in the reports. The coordinator reviewed this feedback, made the necessary revisions, and finalized the reports accordingly.

The proficiency test results were evaluated individually for each lab, and the finalized reports were shared with all participants' labs. The measurement results of the patient simulator proficiency tests can be seen in Tables 2 to 5.

Table 2. Heart Rate (BPM) Test Results

Heart Rate	R1	P1	P2	P3
30 BPM	30	30	30	30
120 BPM	120	120	120	120
300 BPM	300	300	300	300

Table 3. ECG Amplitude (mV) Test Results

Pulse Amplitude	R1	P1	P2	P3
0.500 mV	0.500	0.495	0.463	0.502
2.500 mV	2.492	2.512	2.315	2.513
5.000 mV	5.004	5.007	4.630	5.009

Table 4. Respiratory Impedance (Ω) Test Results

Respiratory Impedance	R1	P1	P2	P3
1000.00 Ω	1003.52	1000.47	-	1000.55

Table 5. IBP Test (mmHg) Test Results

IBP	R1	P1	P2	P3
80 mmHg	80.3	80.3	80.0	80.0
160 mmHg	160.6	160.6	160.8	159.9
250 mmHg	250.9	251.0	252.5	249.9

3.1. Heart Rate

All laboratories achieved excellent agreement for HR at 30, 120, and 300 bpm.

- All z-scores were equal to 0.
- No drift, timing jitter, or sampling-frequency mismatch was observed.

As shown in Table 6, a z-score was calculated for each participant for all parties involved in the heart rate comparison, and the z-score results were compared.

Table 6. Comparison of Absolute Z-Scores for the Heart Rate

Parameters	Absolute Z-Score				
Heart Rate Test	R1	P1	P2	P3	Result
30 BPM	0	0	0	0	Successful

120 BPM	0	0	0	0	Successful
300 BPM	0	0	0	0	Successful

3.2. ECG Amplitude

- P1 and P3 were closely aligned with reference values.
- P2 showed larger deviations at low amplitude (0.5 mV) due to internal amplifier gain stability and DAC resolution.
- All results remained within $|z| \leq 2$.

As shown in Table 7, a z-score was calculated for each participant for all parties involved in the ECG amplitude comparison, and the z-score results were compared.

Parameters	Absolute Z-Score				
Pulse Amplitude Test	R1	P1	P2	P3	Result
0.5 mV	0.6	0.3	1.5	0.7	Successful
2.5 mV	0.4	0.6	1.5	0.6	Successful
5.0 mV	0.5	0.5	1.5	0.5	Successful

3.3. Respiration Impedance

- z-scores between 0.6 and 1.2
- High stability due to resistance-based signal generation

As shown in Table 8, z-scores were calculated for the participants involved in the respiratory resistance comparison. The P2 laboratory did not provide a numerically reportable value for this measurement; therefore, no z-score was calculated for P2. This outcome highlights architectural limitations of certain simulator designs in resistance-based respiration measurements.

Parameters	Absolute Z-Score				
Respiratory Impedance Test	R1	P1	P2	P3	Result
1000.0 Ω	1.2	0.6	-	0.6	Successful

3.4. Invasive Blood Pressure (IBP)

As shown in Table 9, a z-score was calculated for each participant for all parties involved in the IBP

comparison, and the z-score results were compared.

Table 9. Comparison of Absolute Z-Scores for the IBP Test

Parameters		Absolute Z-Score			
IBP Test	R1	P1	P2	P3	Result
80 mmHg	0.5	0.5	1.0	1.0	Successful
160 mmHg	0.2	0.2	0.8	1.5	Successful
250 mmHg	0.0	0.0	0.0	0.0	Successful

IBP exhibited the largest interlaboratory variability among the evaluated parameters, as summarized in Table 10. Table 10 presents the observed IBP variability across different pressure levels together with their technical interpretation for the participating laboratories.

Table 10. IBP Variability and interpretation for participating laboratories

Level	Variation	Interpretation
80 mmHg	± 1 mmHg	Acceptable
160 mmHg	± 1.5 mmHg	Expected for mixed device classes
250 mmHg	Very small deviation	High linearity

Deviation sources:

- Pressure transducer modeling differences
- Internal calibration drift
- Operator handling and tubing pressure-loading variability

In this proficiency testing study, laboratory performance was evaluated using z-scores in accordance with ISO/IEC 17043, as the primary objective of the PT scheme was to assess interlaboratory comparability rather than individual measurement uncertainty. The z-score approach provides a robust and standardized metric for identifying relative deviations among participating laboratories based on a common assigned value and a predefined proficiency standard deviation. In contrast, the En-number requires fully characterized and comparable measurement uncertainties for all participants, which may not be consistently available or directly comparable, particularly for complex parameters such as invasive blood pressure (IBP), where uncertainty contributions arise from multiple sources including pressure transducer characteristics, internal calibration mechanisms, tubing effects, and operator handling. Therefore, the use of z-scores was considered the most appropriate and statistically consistent method for performance evaluation within the scope of this PT program.

Despite these sensitivities, all laboratories achieved satisfactory performance.

The PT results demonstrate that heart rate and ECG amplitude generation in modern simulators is highly stable and reproducible. Respiration impedance also showed strong robustness due to its passive-electrical nature. IBP, however, proved more sensitive to hardware architecture and operator technique.

The results confirm the technical competence of participating laboratories and highlight areas where improved device selection and operator training can further reduce uncertainty.

As the first national PT program for patient simulators, this study sets a foundational benchmark for Turkey's medical metrology activities and positions the country to participate in future international comparison schemes.

4. Conclusions

This study demonstrates the feasibility and effectiveness of a structured proficiency testing (PT) program for patient simulators in Türkiye. The key conclusions are as follows:

- High interlaboratory agreement was observed for HR, ECG amplitude, and respiration impedance.
- Acceptable IBP deviations were identified, primarily attributed to differences in simulator models.
- Participating laboratories demonstrated strong calibration capability.
- The PT provides a significant contribution to the national medical metrology infrastructure and enhances patient safety.

This PT establishes the first national reference framework for patient simulator comparability in Turkey and provides a basis for future international comparison activities under EURAMET or other regional metrology organizations..

Future work will include expanding PT parameters, incorporating additional simulator models, and establishing periodic national comparison cycles.

References

- Alper, F. (2023). Inter-laboratory comparison of a digital multimeter measurement in turkey. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46617-8>
- Bond, W. and Spillane, L. (2002). The use of simulation for emergency medicine resident assessment. *Academic Emergency Medicine*, 9(11), 1295-1299. <https://doi.org/10.1197/aemj.9.11.1295>
- Chang, J. and Tai, C. (2006). Accurate programmable electrocardiogram generator using a dynamical model implemented on a microcontroller. *Review of Scientific Instruments*, 77(7). <https://doi.org/10.1063/1.2221508>
- Chen, B., O'Connell, C., Boone, D., Amos, J., Beck, J., Chan, M., ... & Wolff, D. (2005). Developing a sustainable process to provide quality control materials for genetic testing. *Genetics in Medicine*, 7(8), 534-549. <https://doi.org/10.1097/01.gim.0000183043.94406.81>
- DeGruy, K., Klein, K., Rey, Z., Hall, P., Kim, A., & Alexander, H. (2020). Development of dried tube specimens for xpert mtb/rif proficiency testing. *African Journal of Laboratory Medicine*, 9(1). <https://doi.org/10.4102/ajlm.v9i1.1166>
- García-Quintanilla, A., Subbarao, S., Zhang, G., Parsons, L., Nkengasong, J., Ou, C., ... & Ellenberger, D. (2014). Impact of proficiency testing program for laboratories conducting early diagnosis of hiv-1 infection

- in infants in low- to middle-income countries. *Journal of Clinical Microbiology*, 52(3), 773-780. <https://doi.org/10.1128/jcm.03097-13>
- Hageman, J., Fridkin, S., Mohammed, J., Steward, C., Gaynes, R., & Tenover, F. (2003). Antimicrobial proficiency testing of national nosocomial infections surveillance system hospital laboratories. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 24(5), 356-361. <https://doi.org/10.1086/502214>
- ISO. (2010). ISO/IEC 17043:2010. Conformity assessment—General requirements for proficiency testing. International Organization for Standardization.
- ISO. (2015). ISO 13528:2015. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison. International Organization for Standardization.
- ISO. (2017). ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization.
- Knight, V., Long, T., Meng, Q., Linden, M., & Rhoads, D. (2020). Variability in the laboratory measurement of cytokines. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 144(10), 1230-1233. <https://doi.org/10.5858/arpa.2019-0519-cp>
- Quiroz-Juárez, M., Rosales-Juárez, J., Jiménez-Ramírez, O., Vázquez-Medina, R., & Aragón, J. (2022). Ecg patient simulator based on mathematical models. *Sensors*, 22(15), 5714. <https://doi.org/10.3390/s22155714>
- Suharinto, C., Budianto, A., & Sanyoto, N. (2020). Design of electrocardiograph signal simulator. *Indonesian Journal of Electronics Electromedical Engineering and Medical Informatics*, 2(1), 43-47. <https://doi.org/10.35882/ijeeemi.v2i1.9>
- TÜBİTAK UME. (2024). Patient simulator proficiency testing protocol and results. TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü.
- Wu, J., Alam, M., Restelli, V., Vimalanathan, S., & Perrone, L. (2024). Identification methods as a factor affecting the performance of clinical microbiology laboratories participating in an external quality assessment program: a cross-sectional, retrospective analysis. *Journal of Medical Microbiology*, 73(10). <https://doi.org/10.1099/jmm.0.001915>
- Yang, S. (2016). Calibration of electrocardiograph (ecg) simulators.. <https://doi.org/10.51843/wsproceedings.2016.36>

An Investigation of a Science Teacher's Behaviors in Supporting Critical Thinking*

Bahar CANDAS¹ , Haluk ÖZMEN² 

¹ Graduate School Institute, Trabzon University, Trabzon, Türkiye, bcandas@trabzon.edu.tr

² Fatih Faculty of Education, Trabzon University, Trabzon, Türkiye, hozmen61@hotmail.com

*This study contains part of the doctoral dissertation prepared by the first author under the supervision of the second author.

ABSTRACT

The study aims to examine how a science teacher can support critical thinking in a science learning environment and to investigate the teacher's views on this environment. The study, designed according to the holistic single-case design of the case study, was conducted with a science teacher who had no experience in critical thinking learning environments. The teacher was observed for a total of 52 class hours over the course of three units at the seventh-grade level. The teacher continued his lessons using a teaching approach that included critical thinking strategies throughout this process, and the process was observed using a structured-observation form. Additionally, semi-structured interviews were conducted with the teacher at the beginning and end of the observation process. The data obtained from the observation form has been converted into frequencies and presented graphically. The data obtained from the interview form were subjected to descriptive content analysis. The teacher included indicators of critical thinking in one of their two lessons was determined. At the end of the process, it was specified that the teacher's perspective on critical thinking had expanded. At the end of the study, it was concluded that the process contributed to the science teacher exhibiting teaching behaviors that support critical thinking.

Keywords: Critical thinking, Science teaching, Holistic single-case design

1. Introduction

Critical thinking, a skill desired and expected in the work and social lives of 21st-century individuals, is a form of thinking that involves purposefully solving problems, drawing inferences, calculating probabilities, and making decisions within an accepted standard on a specific topic (d'Angelo, 1971; Gündoğdu, 2009; Halpern, 2014). Therefore, critical thinking is not merely about an individual reflecting on or drawing conclusions about their own thoughts and solving problems, but about using skills and strategies that will make “desired outcomes” more likely. The critical thinking process includes the reasoning that led to the conclusion or the evaluation of the factors considered when making a decision (Halpern, 2014). However, for an individual to be able to think critically, they need to possess certain affective characteristics such as being curious, wise, open-minded, flexible, fair, unbiased, capable of self-assessment, and patient and able to cope with complex situations (Facione, 1990; Paul & Elder, 2002, 2016). At this point, the critical thinker needs to possess both cognitive and affective characteristics.

Individuals begin to view things critically from early age of life, and this process continues throughout life

(Bati, 2014; Lai, 2011). However, education is vital for effective thinking (Gibson, 1995) because individuals are not born critical thinkers (As'ari, 2014; Schafersman, 1991). At this point, professional role models are expected to teach individuals how to think critically (Snyder & Snyder, 2008). Throughout individuals' educational live, these professional models will be the teachers (Linn & Shore, 2008). It is believed that teachers planning and implementing lesson plans and teaching materials in a way that encourages students to think critically will contribute to individuals becoming critical thinkers in all areas of their lives.

The elementary school age range is a period when students form their basic views about the society they live in, begin to contribute by getting to know their society, and are assigned various responsibilities as students/citizens (Stanley, 2017). At this point, teachers have important responsibilities in planning critical thinking education, starting from elementary school, by structuring it in a collaborative and communication-oriented way, enabling students to be active and giving them opportunities to use different perspectives. At this point, it is substantial that the responsibilities assigned to teachers are integrated into their teaching without increasing their workload (Jacobs et al., 2016). Teaching critical thinking through a domain-specific approach, that is, integrated into the subject matter, could be considered an alternative way to achieve this goal. This approach argues that each domain/discipline has its own specific words/concepts and that knowing these specific words/concepts is necessary for critical thinking (Lai, 2011; McPeck, 1981). Critical thinking education can be implemented in schools by selecting disciplines/courses and the units/topics that structure these courses as the subject context.

From a disciplinary perspective, critical thinking is one of the fundamental cognitive skills and tendencies that science education aims to instill (Siew & Mapaela, 2016). Numerous studies have highlighted the importance of developing critical thinking in science education (Adam & Manson, 2014; Lin, 2013; Marin & Halpern, 2011; Oliveras et al., 2013; Siew & Mapeala, 2016; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016). Critical thinking, defined as purposeful thinking about content, topics, or problems encompassing various components (Alwehaibi, 2012), necessitates that science subject content and materials be presented to students in a way that serves this purpose. The Thinking-Based Learning (TBL) approach, which enables critical thinking to be taught alongside the subject matter, is one of the approaches that will help achieve the stated goal. This approach aims to improve teaching by simplifying it (Swartz, 2008). In a classroom designed according to this approach, the teacher patiently guides students, supporting them in gaining confidence and learning independently (Yusuf, 2017). Additionally, science teachers should integrate critical thinking instruction with different subject areas and help students transfer these skills to different contexts (Facione, 1990; Ornstein & Lasley, 2004). In fact, during this transfer process, the teacher should demonstrate this skill by applying it to the student who cannot use it, rather than simply emphasizing its importance (Ornstein & Lasley, 2004). Furthermore, in a classroom environment that incorporates critical thinking, the teacher must also guarantee the psychological safety and psychological freedom of the student (Kurnaz, 2007). In this context, it is evident that science teachers must consider numerous factors in addition to conveying content knowledge. It is believed that it is important to obtain detailed information from teachers regarding the extent to which they incorporate critical thinking into their teaching and the applicability of new approaches in science education that do not create an additional workload for them. Considering all these factors, the study will directly contribute to gaining knowledge about the

classroom implications of integrating critical thinking instruction into science education. The study aims to examine how a science teacher can support critical thinking in a science learning environment and to investigate the teacher's views on this environment.

2. Methodology

This study was conducted using a case study, a qualitative research method, as it aimed to examine the learning environment and perspectives of a science teacher (Özmen & Karamustafaoğlu, 2025; Yıldırım & Şimşek, 2013). Since the aim was to obtain in-depth systematic data on a teacher's teaching environment, the study carried out a holistic single-case design (Subaşı & Okumuş, 2017).

2.1. Sample

The science teacher participating in the study has 10 years of experience and a master's degree. The teacher has no prior experience with critical thinking learning environments.

2.2. Data Collection and Process

In the study, a structured observation form and semi-structured interview questions were used as data collection tools.

2.2.1. Structured Observation Form

The structured observation form was used to determine the teacher's behavior in supporting students' critical thinking in the science learning environment. Examples from the literature were examined for the observation form. When examining the examples, the criterion of including both affective and cognitive dimensions of critical thinking was taken into consideration. *The classroom observation checklist*, developed by Winocur (2001), was chosen in that it incorporates the specified dimensions of critical thinking into the process. The checklist consists of two dimensions: *affective disorders* and *cognitive indicators*. The affective disorders include three sub-dimensions, while the cognitive indicators dimension includes 12 sub-dimensions. The indicators and their sub-dimensions are presented in Figure 1.

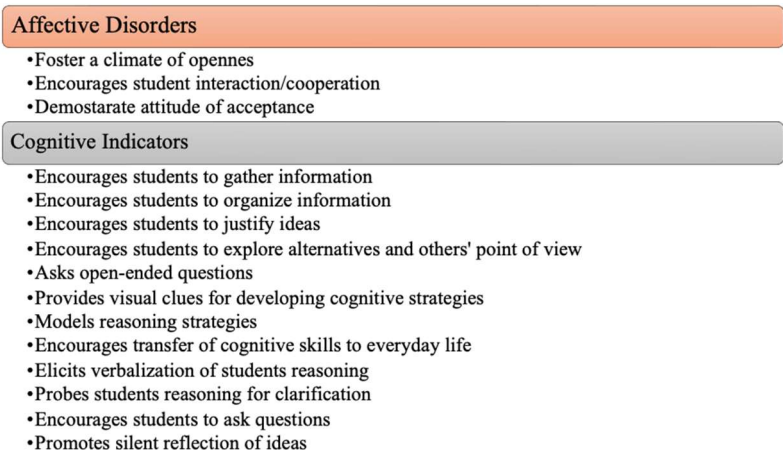


Figure 1. Affective disorders and cognitive indicators

Performance indicators representing each indicator were identified, and the teacher's status in performing this behavior was marked as yes, no, or unsure. Sample performance indicators for the affective and cognitive dimensions of the observation form are presented below (Table 1).

Table 1. Sample section from the observation form Sample section from the observation form			
Affective disorder-Encourages student interaction/cooperation			
<i>Performance indicators</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>Unsure</i>
1. Student work in pairs or small groups.			
2. Students respond to other students.			
3. Students help others analyze and solve problems.			
Cognitive indicators-Encourages students to justify ideas			
<i>Performance indicators</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>Unsure</i>
1. Teacher probes for correct responses.			
2. Teacher seeks evidence for stated claims.			
3. Students analyze sources information for reliability, relevance.			
4. Teacher frequently asks, “Why do you think so?”			
5. Students relate learning to past experience or similar situations.			

A science teacher was observed for 52 lesson hours across three units at the seventh-grade level (cells and divisions, force and energy, pure substances and recycling).

2.2.2. *Semi-Structured Interviews*

Semi-structured interviews were conducted with the science teacher both before and after the observation. During the interviews, the teacher was asked questions about their approach to critical thinking skills, the extent to which s/he incorporates critical thinking activities into the teaching environment, and the challenges s/he encounters in teaching critical thinking. Interview questions were designed by examining examples of studies in the literature (e.g., Stanley, 2017). The prepared questions were submitted to three field experts, and the final version of the questions was determined. During the pre-observation interview, questions were asked regarding the teaching

strategies the teacher uses in her/his instruction and her conceptual knowledge of critical thinking. In the last interview, the teacher was asked questions about the change in her perspective on critical thinking and how the practice s/he implemented contributed to her/his conceptual understanding of critical thinking. Both interviews lasted approximately 30 minutes. Sample interview questions are given below (Table 2).

Table 2. Interview question examples
Interview question examples
Pre-observation/Interview questions
1. How would you define critical thinking? What is your definition of critical thinking skills?
2. In what situations do you observe students using critical thinking skills in their classroom behavior, school-related activities, or academic performance? Could you provide a few examples?
Post-observation/Interview questions
1. Based on the practices you've implemented, what is your definition of critical thinking?
2. What are your observations regarding the use of critical thinking skills by students in their classroom behavior, school-related activities, or academic performance in the programs you run? Could you provide a few examples?
3. What are your thoughts on how the practices you implement contribute to students' critical thinking?

2.3. Process Design

Before the teaching process began, two meetings of approximately one hour each were held with the teacher. Information was provided about the teaching style, expectations, and the work involved. The teaching process is designed by researchers, and the teacher is free to decide how to conduct activities within the process (individual or group work), communicate with students, select thought-provoking questions, and ensure a democratic classroom environment. The TBL approach was used in the teaching process, enabling students to interact with each other and with their teachers. Since the instruction was designed in accordance with the TBL approach, sample plans were presented by informing about the steps of this approach ((i) introduction of content and thinking skills, (ii) active thinking, (iii) applying thinking) and the objectives of these steps. In line with the TBL approach, it was stated that students would learn critical thinking skills alongside the science subject content, and that the teacher would guide them in this process through the questions they asked and the behaviors they demonstrated. In this regard, the teacher is provided with key question examples aimed at developing critical thinking (questions aimed at clarifying statements, revealing inferences and conclusions, etc.). These questions were intended to be used at appropriate places and times during the teaching process to reveal students' perspectives. Lesson plans and materials prepared in accordance with the relevant learning outcomes have been submitted to the teacher for review. The final version of the lesson plans and materials has been provided based on the feedback received during the process of remodeling the lesson plans in line with the teacher's opinion. Within a semi-structured teaching process, it was observed that teachers were able to notice student behaviors and make appropriate interventions to support critical thinking.

2.4. Data Analyzing

A structured observation form was used to try to reveal whether the teacher incorporated affective and cognitive indicators into their teaching. The data obtained has been standardized due to the fact that each indicator has a different number of performance indicators. For this purpose, the number of times the performance indicators

were repeated was counted on the observation form. The total number of behaviors assigned to each indicator is divided by the number of performance indicators it possesses. The average score per course was calculated by dividing the obtained result by the number of observed courses. It has been multiplied by 100 to make the interpretation easier.

Semi-structured interviews were recorded with the teacher's permission and later transcribed by the researcher. Since the interview questions were prepared for specific categories, the responses were coded and subjected to descriptive content analysis. The data obtained are presented comparatively in the form of pre- and post-interviews.

3. Results and Discussions

Data obtained from the structured observation form, one of the data collection tools used in the study, are presented in Figure 2.

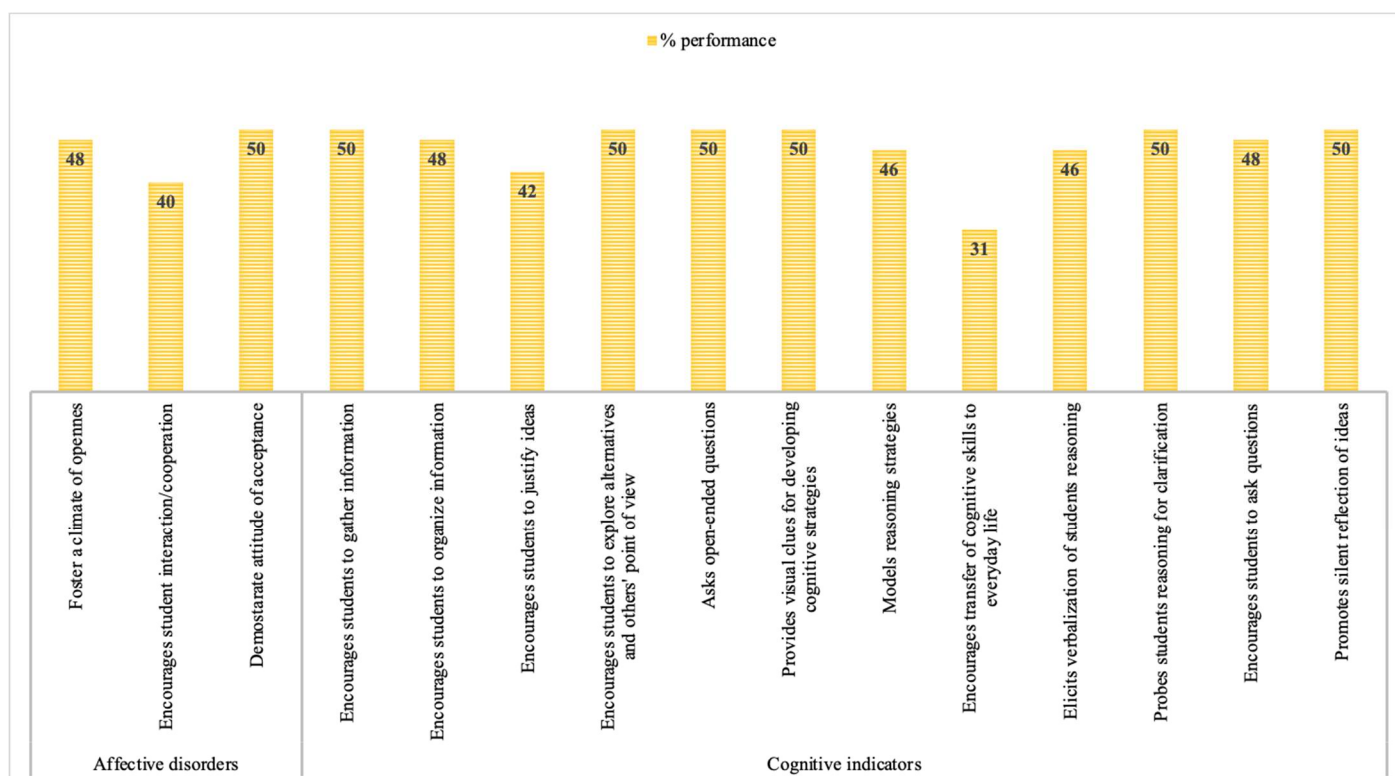


Figure 2. Teacher's percentage of demonstrating critical thinking behaviors

When Figure 2 is examined, the teacher demonstrated average or near-average levels in many of the indicators related to critical thinking. However, it was also found that the teacher displayed many of these indicators in one of her/his two lessons. The indicator "Encourages transfer of cognitive skills to everyday life" was found to be used less frequently by teacher compared to other indicators. Students need to make this process a habit so that they can relate the content they learn to their daily lives; that is, they should develop a routine in their minds and frequently make connections between the subject and their experiences (Carlsen, 1991). The teacher's relatively lower tendency to exhibit this behavior can be interpreted as indicating that s/he prioritizes imparting content knowledge rather than establishing this routine (Abualrob, 2019). Furthermore, teachers appear to have a high tendency to exhibit behaviors that encourage students to use their reasoning skills and ask questions (e.g., models

reasoning strategies, elicits verbalization of students reasoning, probes students reasoning for clarification). In addition, it was determined that the teacher's affective disorders were displayed at a very high level in the classroom. This shows that the teacher can reflect the characteristics of a critical thinking environment in the classroom, such as being fair, respectful of the student and their opinions, and supporting open communication and collaboration (Kurnaz, 2007). The findings from the pre- and post-interviews with the teacher are presented in Table 3.

Table 3. Findings from pre- and post-interviews

Categories	Pre-interviews codes	Post-interviews codes
Definition of critical thinking	Being able to look at daily life differently Students' ability to interpret science topics	Making explanations Asking questions Seeing similarities and differences A more comprehensive skill Discussing with the group
Students' use of critical thinking	Students questioning the teacher's statements	Evaluating your friend's activity Establishing an open communication with the class
Factors that influence the teacher to encourage students to think critically	Grade level Student level Time (difficulty keeping up with learning outcomes) Exam system / exam anxiety Children's inability to give appropriate answers Students' habits	Grade level Student level
The contribution of process to the teacher	No need for a separate class to teach critical thinking Ensuring students develop critical thinking skills through science topics Continuing behaviors about asking thought-provoking questions and aiming at identifying cause-and-effect relationships	

Table 3 shows that the teacher relates critical thinking to two topics before the teaching process: daily life and the classroom. However, it has been determined that the teacher interpreted the demonstration of critical thinking in the classroom as merely “students questioning the teacher's statements” from a limited perspective. It could be argued that the teacher does not possess the understanding that critical thinking is a superordinate concept and that the same sub-skills are used in different contexts (e.g., school, work life, daily life). Ultimately, it was determined that the teacher's definition of critical thinking was shaped around specific sub-skills and emphasized that the scope of critical thinking was broader. Furthermore, both observation and post-interview findings indicate an increase in the frequency with which critical thinking is demonstrated and recognized within the classroom. At this point, it can be said that the teaching conducted by the teacher in line with the TBL approach has led to the development of her/his perspective on the concept of critical thinking and enabled her/him to recognize the critical thinking behaviors exhibited by student.

An examination of the teacher's responses in pre-interviews regarding factors influencing to encourage students to think critically, it is noted that grade level is an important factor and that critical thinking activities cannot be carried out in younger age groups because answers to the questions asked cannot be obtained. The teacher also stated that, due to the need to complete learning outcomes within a limited time and the exam-focused nature of the education system, as well as family expectations and student anxiety, s/he did not infuse critical thinking skills into teaching. The teacher cited similar reasons for not organizing colleagues' teaching to cover different skills (Çoruhlu et al., 2009; Doğan, 2010; Tüysüz & Aydın, 2009). This situation, considering the reasons put forward,

indicates that teachers have a strong tendency to teach content knowledge rather than skills development (Abualrob, 2019). Along with these, the teacher added that s/he did not choose behaviors that would encourage critical thinking because the students' learning habits were not structured in a way that would encourage critical thinking. Teaching conducted in this manner prevents students from developing thinking routines and, because they are unable to use their thinking skills, hinders the establishment of a relationship between content knowledge and experience (Carlsen, 1991). In this context, it can be said that the science teaching conducted by the teacher prior to the TBL approach was insufficient in getting and developing critical thinking skills. Based on the findings from the teacher's post-interview regarding this category, it was observed that s/he emphasized the importance of preparing activities appropriate to the class level and student level and did not repeat the limitations they had previously mentioned. It can be argued that the science education conducted by the teacher using the TBL approach was effective in breaking down prejudices, enabled her/him to recognize the fundamental factors that need to be considered in teaching critical thinking skills, and led her/him to adopt a more moderate attitude. Under the category of the process's contribution to the teacher, it was stated that the process activated the students' thinking processes and that, with the teacher's support, critical thinking could be taught alongside science topics. Additionally, the teacher added that critical thinking can be implicitly developed alongside science content knowledge with proper planning. The teacher's positive views on teaching science content knowledge and critical thinking together demonstrate openness to supporting her students. For teachers, the primary criteria for implementing new approaches or methods in classrooms are whether or not increasing workload and time-consuming (Jacobs et al., 2016; Zülfiyade, 2020). At this point, in science education conducted using the TBL approach, the fact that the responsibility for learning lies with the student and the teacher assumes a guiding role may be the reason for the teacher's positive views.

The teacher stated in the future teaching plan, s/he would continue to ask students thought-provoking questions and encourage them to establish cause-and-effect relationships. The teacher cited the reasons for choosing these indicators as making teaching easier and providing the student with a broader perspective. The teacher's views are consistent with the findings obtained in the observation form. The observation form revealed a high tendency to ask open-ended questions, to probe students reasoning for clarification and models reasoning strategies and elicits verbalization of students reasoning within the classroom. In activities where the teacher uses these indicators, students reach a decision by thinking individually, and the teacher fills in the gaps. These indicators may be a reason for preference because they are similar to the teacher's teaching habits.

4. Conclusions

The study concluded that the science teacher participating in the study broadened her/his perspective on critical thinking using the TBL approach, and that s/he was able to define critical thinking through its sub-skills. The teacher's ability to use the affective disorders of critical thinking more effectively in teaching demonstrates that their tendencies are consistent with the practices being implemented. Furthermore, the teacher's behavior in the classroom, which encourages students to reason and which they express an intention to continue doing so, indicates a desire to maintain habits. At this point, it has been concluded that integrating critical thinking into science lessons while taking teachers' habits into account is important for achieving more effective teacher behavior.

References

- Adam, A., & Manson, T. M. (2014). Using a pseudoscience activity to teach critical thinking. *Teaching of Psychology*, 41(2), 130-134. <https://doi.org/10.1177/0098628314530343>
- Alwehaibi, H. U. (2012). Novel program to promote critical thinking among higher education students: Empirical study from Saudi Arabia. *Asian Social Science*, 8(11), 193-204. <http://dx.doi.org/10.5539/ass.v8n11p193>
- As'ari, A. R. (2014, April). *Ideas for developing critical thinking at primary school level*. Paper presented at an International Seminar on Addressing Higher Order Thinking: Critical Thinking Issues in Primary Education, Makasar.
- Batı, K. (2014). *Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkililiği; bu eğitimin öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerine etkisi* [The effectiveness of modeling based science education; it's effects on students' views about nature of science and critical thinking abilities] (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Carlsen, W. S. (1991). Questioning in classrooms: A sociolinguistic perspective. *Review of Educational Research*, 61(2), 157-178. <https://doi.org/10.3102/00346543061002157>
- Çoruhlu, T. Ş., Nas, S. E., & Çepni, S. (2009). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin alternatif ölçme-değerlendirme tekniklerini kullanmada karşılaştıkları problemler: Trabzon örneği [Problems facing science and technology teachers using alternative assessment tecnics: Trabzon sample]. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 122-141.
- d'Angelo, E. (1971). *The teaching of critical thinking*. Amsterdam: Gruner.
- Doğan, Y. (2010). Fen ve teknoloji dersi programının uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunlar [The problems encountered during the implementation of science and technology curriculum]. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 86-106.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. California: The California Academic Press.
- Gibson, C. (1995). Critical thinking: Implications for instruction. *RQ*, 35(1), 27-36.
- Gündoğdu, H. (2009). Eleştirel düşünme ve eleştirel düşünme öğretimine dair bazı yanlışlar [Critical thinking and some misperceptions on teaching critical thinking]. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 57-74.
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking* (5th ed.). New York: Psychology Press.
- Jacobs, J., Gordon, S. P., & Solis, R. (2016). Critical issues in teacher leadership: A national look at teachers' perception. *Journal of School Leadership*, 26(3), 374-406. <https://doi.org/10.1177/105268461602600301>
- Kurnaz, A. (2007). *İlköğretim beşinci sınıf sosyal bilgiler dersinde beceri ve içerik temelli eleştirel düşünme öğretiminin öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri, erişimi ve tutumlarına etkisi* [Effects of skill and content-based critical thinking training on students' critical thinking skills, achievement and attitudes in the fifth grade course of social knowledge of primary school] (Yayımlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.

- Lai, E. R. (2011). Critical thinking: A literature review. *Pearson's Research Reports*, 6, 40-41.
- Lin, S. S. (2013). Science and non-science undergraduate students' critical thinking and argumentation performance in reading a science news report. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(5), 1023-1046. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9451-7>
- Linn, B., & Shore, B. M. (2008). Critical thinking. In J. A. Plucker & C. M. Callahan (Eds.), *Critical issues and practices in gifted education: What the research says* (pp. 155-165). Texas: Prufrock Press.
- Marin, L. M., & Halpern, D. F. (2011). Pedagogy for developing critical thinking in adolescents: Explicit instruction produces greatest gains. *Thinking Skills and Creativity*, 6(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2010.08.002>
- McPeck, J. E. (1981). *Critical thinking and education*. Oxford: Martin Robenson.
- Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885-905. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.586736>
- Ornstein, A., C. & Lasley T. J. (2004). *Strategies for effective teaching*. (4th Ed.) USA. McGraw Hill Companies.
- Özmen, H. & Karamustafaoğlu, O. (Edt.). (2025). *Eğitimde araştırma yöntemleri* (5. baskı) [Research methods in education (5th ed.)]. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Paul, R. W., & Elder, L. (2002). *Critical thinking: Tools for taking charge of your professional and personal life*. New Jersey: Pearson.
- Paul, R., & Elder, L. (2016). *Kritik düşünce: Yaşamınızın ve öğrenmenizin sorumluluğunu üstlenmek için araçlar* (3. bs.) (A. E. Aslan & G. Sart, Çev.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Schafersman, S. D. (1991). *An introduction to critical thinking*. Retrieved 9 March, 2023, from <https://www.smartcollegeplanning.org/wp-content/uploads/2010/03/Critical-Thinking.pdf>
- Siew, N. M., & Mapeala, R. (2016). The effects of problem-based learning with thinking maps on fifth graders' science critical thinking. *Journal of Baltic Science Education*, 15(5), 602-616.
- Snyder, L. G., & Snyder, M. J. (2008). Teaching critical thinking and problem-solving skills. *The Journal of Research in Business Education*, 50(2), 90-99.
- Stanley, T. L. (2017). *Increasing students' critical thinking and improving performance in elementary social studies classroom* (Unpublished doctoral dissertation). Capella University, United States of America.
- Subaşı, M., & Okumuş, K. (2017). Bir araştırma yöntemi olarak durum çalışması [Case study as a research method]. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 419-426.
- Swartz, R. J. (2008). Thinking-based learning making the most of what we have learned about teaching thinking in the regular classroom to bring out the best in our students. *Educational Leadership*, 65(5), 1-24.
- Tüysüz, C., & Aydın, H. (2009). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin yeni fen ve teknoloji programına yönelik görüşleri [The elementary school science and technology teachers' perceptions toward to new science and technology curriculum]. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 37-54.
- Wincour, S. L. (2001). Classroom observation checklist. In A. L. Costa, (Ed.) *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (pp. 386-388). Association for Supervision and Curriculum Development Alexandria, Virginia.
- Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary

science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(4), 659-680.
<https://doi.org/10.1007/s10763-014-9605-2>

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* [Qualitative research methods in social sciences]. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yusuf, M. (2017). Infusing thinking-based learning in twenty-first-century classroom: The role of training programme to enhance teachers' skillful thinking skills. *Teacher Empowerment Toward Professional Development and Practices: Perspectives Across Borders*, 211-220. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4151-8_14

Zülfizade, T. (2020). *Profesyonel bir kimlik olarak öğretmen liderliği* [Teacher leadership as a teacher professional identity] (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Digital Space Topological Stability and Mathematical Analysis of Structural Deformations

Gamze Kukuş¹ , Nurcan Bilgili Güngör² 

¹ Graduate School of Natural Sciences, Amasya University, Amasya, Türkiye, gamzelak1713@gmail.com

² Faculty of Arts and Sciences, Amasya University, Amasya, Türkiye, nurcan.bilgili@amasya.edu.tr

ABSTRACT

This study presents a theoretical framework for determining topological stability in digital spaces. Although digital topology provides essential tools for analyzing the shape, connectivity, and cavity structure of discrete objects, a comprehensive approach that characterizes how well a digital object preserves its topological properties under small-scale structural modifications has not yet been fully established. In this work, stability is examined through the behavior of fundamental topological invariants—such as the Euler characteristic, connectivity patterns, and the number of holes—under limited-scale alterations, including the addition or removal of single pixels and basic morphological transformations. The aim is to propose new stability criteria that measure the degree to which the intrinsic topological structure of digital objects is preserved, and to demonstrate how these criteria can contribute to the development of reliable topological models, particularly for medical imaging applications such as early diagnosis and disease monitoring. Although theoretical in nature, the study establishes foundational principles that support the evaluation of the reliability of outputs obtained in digital imaging processes.

Keywords: Digital topology, Topological stability, Medical imaging

Dijital Uzayda Topolojik Kararlılık ve Yapısal Deformasyonların Matematiksel Analizi

Gamze Kukuş¹ , Nurcan Bilgili Güngör² 

¹ Graduate School of Natural Sciences, Amasya University, Amasya, Türkiye, gamzelak1713@gmail.com

² Faculty of Arts and Sciences, Amasya University, Amasya, Türkiye, nurcan.bilgili@amasya.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, dijital uzaylarda topolojik kararlılığın belirlenebilmesi için kuramsal bir çerçeve sunmaktadır. Dijital topoloji, ayrı yapıların şekil, bağlılık ve boşluk özelliklerini incelemede önemli araçlar sağlasa da bir dijital nesnenin küçük düzeydeki yapısal değişimler karşısında topolojik özelliklerini ne ölçüde koruduğunu tanımlayan kapsamlı bir yaklaşım henüz yeterince geliştirilmemiştir. Bu çalışmada kararlılık; Euler karakteristiği, bağlılık yapısı ve boşluk sayısı gibi temel topolojik değişmezlerin, sınırlı ölçekteki bozulmalar, tekil piksel ekleme-çıkarma işlemleri ve temel morfolojik dönüşümler altındaki davranışı üzerinden incelenmektedir. Amaç, dijital nesnelerin özel topolojik yapısının korunma derecesini ölçen yeni kararlılık ölçütleri önermek ve bu ölçütlerin özellikle erken teşhis ve hastalık takibi gibi tıbbi görüntüleme uygulamalarındaki kullanılabilecek güvenilir topolojik modellerin geliştirilmesine katkı sağlamasıdır. Çalışma kuramsal bir nitelik taşımakla birlikte, dijital görüntüleme süreçlerinde elde edilen çıktıların güvenilirliğinin değerlendirilmesini destekleyecek temel ilkeleri ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital topoloji, Topolojik kararlılık, Tıbbi görüntüleme

1. Giriş

Dijital topoloji, dijital uzaylarda tanımlanan nesnelerin biçimsel özelliklerini topolojik kavramlar aracılığıyla inceleyen bir disiplindir (Boxer, 2023). Sürekli topolojiden farklı olarak, dijital topoloji ayırık yapılar üzerinde çalışır ve bu nedenle sayısal analiz, görüntü işleme ve bilgisayarla görme alanlarında önemli bir teorik temel sunar. Dijital görüntülerin topolojik analizi, özellikle tıbbi görüntüleme sistemlerinde gürültüye dayanıklı, kararlı ve anlamlı sonuçlar üretmek açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Han, 2023).

Dijital uzaylarda kararlılık (stability) kavramı, bir görüntünün veya yapının küçük değişimlere, bozulmalara veya deformasyonlara karşı gösterdiği topolojik direnç olarak tanımlanabilir. Sürekli uzaydaki morfolojik kararlılık ölçütlerinin aksine, dijital topolojide bu kavram yeterince sistematik biçimde ele alınmamıştır. Oysa dijital ortamda kararlılığın formel olarak tanımlanması, topolojik değişmezlerin (topological invariants) örneğin Euler karakteristiği, bağlilik sayısı, delik sayısı vb.) deformasyon altındaki değişmezliğini ölçmek açısından kritik öneme sahiptir (Staecker, 2021).

Staecker (2021)'in bir çalışmasında, dijital uzayda topolojik kararlılığın matematiksel bir tanımını önermiştir: Kararlılık, dijital bir nesnenin yapısal deformasyonlar (örneğin erozyon, dilatasyon, gürültü ekleme veya piksel kaybı) altında gösterdiği invariant değişimlerinin oranına dayalı olarak ölçülmektedir.

Staecker'ın önerisinden yola çıkılarak, bir dijital küme $\{\mathbb{Z}\}^n X \subset \mathbb{Z}^n$ için kararlılık ölçütü genel biçimiyle şu şekilde tanımlanabilir:

$$S(X, D) = 1 - \frac{\chi(X)|\chi(X) - \chi(D(X))|}{\chi(X)}$$

Bir dijital küme $\{\mathbb{Z}\}^n X \subset \mathbb{Z}^n$ için kararlılık ölçütünü, $\chi(X)$ Euler karakteristiğini, $D(X)$ ise belirli bir deformasyon operatörünü ifade eder. Bu tanımda kararlılık ölçütü normalize edilmiş olup 0 ile 1 arasında değer almaktadır. S değeri 1'e yaklaştıkça topolojik yapı değişmezliğini korumakta, 0'a yaklaştıkça bozulma artmaktadır.

Bu tür bir ölçüm, yalnızca matematiksel bir ilgi konusu değildir; aynı zamanda dijital görüntülerin güvenilirliğini değerlendirmede pratik bir araçtır. Örneğin, gürültü filtreleme, segmentasyon veya yeniden yapılandırma algoritmalarının topolojik tutarlılığını değerlendirmek için kullanılabilir (Altun Güven & Talu, 2022).

Böylece önerilen yaklaşım, hem teorik düzeyde topolojik kararlılığın tanımlanmasına katkı sağlamakta hem de görüntü işleme uygulamalarında kalite ölçütü olarak kullanılabilecek bir nicel gösterge sunmaktadır.

Topolojik kararlılık aynı zamanda erken teşhis sistemlerinin güvenilirliğinde önemli bir parametre olarak düşünülebilir. Özellikle tıbbi görüntülerdeki küçük yapısal bozulmalar, topolojik tutarlılığı etkileyebilir ve bu da modelin yorumlanabilirliğini azaltabilir. Bu bağlamda, geliştirilecek kararlılık ölçütleri, erken teşhis sistemlerinin doğruluk ve güvenilirliğini artıracak bir matematiksel temel sağlayabilir (Uysal & Akkuş Yıldırım, 2022).

Sonuç olarak, bu çalışma dijital topolojide kararlılık kavramının gözden geçirilmesiyle, dijital uzaylarda yapısal deformasyonların matematiksel etkilerinin analiz edilmesi amaçlamaktadır. Bu yönüyle araştırma, dijital topolojik modelleme, matematiksel morfoloji ve yapay zekâ destekli görüntü işleme yöntemleri arasında kuramsal bir

köprü kurmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma deneysel bir doğrulama sunmayı amaçlamamakta; topolojik kararlılık kavramının matematiksel olarak tutarlı biçimde tanımlanmasına ve uygulanabilir bir kuramsal çerçevenin oluşturulmasına odaklanmaktadır. Çalışmada dijital uzaylarda topolojik kararlılığın matematiksel bir tanımı oluşturulmuş ve bu tanım, dijital görüntüler üzerinde uygulanan çeşitli deformasyonlar aracılığıyla kuramsal olarak değerlendirilmiştir. Yöntem, dijital topoloji, dijital homotopi ve dijital homoloji literatürüne dayanmaktadır (Boxer, 2023; Han, 2023; Staecker, 2021). Çalışma kuramsal yapıdadır ancak sunmak istediğimiz bu yaklaşım tıbbi görüntüleme ortamlarında uygulanabilirliği temel alınarak geliştirilmiştir.

2.1. Örnek Hazırlama/Araştırma Evreni ve Örneklem

Bu çalışmada dijital topolojik modellemeyi genelleştirilebilir kılmak amacıyla hem sentetik dijital kümeler hem de tipik tıbbi görüntüleme sistemlerini temsil eden yapay modeller kullanılmış olup deneysel bir insan popülasyonu kullanılmamıştır. Tüm analizler ikili (binary) temsil üzerinden yürütülmüştür.

2.1.1. Materyallerin Karakterizasyonu / Örnek Seçimi

Modellemede kullanılan dijital nesneler aşağıdaki niteliklere göre oluşturulmuştur:

- 1) Boyut:
Tıbbi görüntülemede kullanılan standart piksel/voxel dizilimlerini temsil eden $\mathbb{Z}^2$ ve $\mathbb{Z}^3$ uzaylarına gömülü kümeler.
- 2) Topolojik çeşitlilik:
 - a. Bağlantılı tekil nesneler
 - b. Bir veya birden fazla delik içeren yapılar
 - c. Gürültüye duyarlı ince (thin) topolojiler
- 3) Deformasyon uygunluğu:
 - a. Erozyona hassas,
 - b. Dilatasyonla genişleyebilir,
 - c. Lokal gürültü bozulmalarına açık.

Bu kriterler, topolojik kararlılığın ölçülmesinde literatürde standart kabul edilen yapıların elde edilmesini sağlamaktadır (Altun Güven & Talu, 2022).

2.2. Önerilen Çerçevenin Matematiksel Uygulama Adımları/ Kuramsal İnceleme Süreci

Yöntem üç aşamada uygulanmaktadır:

1. Aşama : Topolojik invariantların hesaplanması

Bir dijital küme $X \subset \mathbb{Z}^n$ için hesaplanan temel invariantlar:

- Bağlı bileşen sayısı (β_0)
- Delik sayısı (2D için); boşluk sayısı (3D için) (β_1, β_2)
- Euler karakteristiği:

$$\chi(X) = \beta_0 - \beta_1 + \beta_2$$

Bu hesaplama Staecker (2021) tarafından sunulan dijital homoloji yöntemleri temel alınarak yapılmıştır.

2. Aşama : Deformasyon operatörlerinin uygulanması

Çerçeve kapsamında dört temel deformasyon operatörü ele alınmıştır:

- Erozyon E_e
- Dilatasyon D_δ
- Gürültü ekleme N_k
- Piksel/voxel kaybı L_p

Her deformasyon sonrası elde edilen küme $D(X)$ ile gösterilmiştir.

3. Aşama : Topolojik kararlılık ölçütünün hesaplanması

Çalışmada Euler karakteristiğine dayalı kararlılık ölçütü tanımlanmıştır:

$$S(X, D) = 1 - \frac{\chi(X)|\chi(X) - \chi(D(X))|}{\chi(X)} \quad (1)$$

- $S(X, D) = 1 \rightarrow$ Tam kararlılık
- $S(X, D) \approx 0 \rightarrow$ Yapısal bozulma yüksek

Bu ölçüt gerektiğinde bağılılık veya delik sayısına dayalı şekilde genişletilebilmektedir.

2.3. Denklemlerin Toplama ve Numaralandırılması

Bu çalışmada kullanılan tüm matematiksel ifadeler, dijital topoloji literatüründe kabul gören standart gösterim kurallarına uygun olarak numaralandırılmıştır.

Denklemler, çalışmanın kuramsal yapısını desteklemek amacıyla bölüm düzeyinde artan sırayla verilmiştir. Her denklem, metin içerisinde ilk geçtiği yerde açıklanmış ve gerektiğinde ilgili kavramlar için ek tanımlar sunulmuştur.

Denklem numaraları sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilir. Örneğin, dijital bir nesnenin Euler karakteristiği 2'deki gibi tanımlanmıştır:

$$\chi(X) = \beta_0 - \beta_1 \quad (2)$$

Denklem 2. Dijital bir nesnenin Euler karakteristiği. Burada β_0 bağlı bileşenlerin sayısını, β_1 ise delik sayısını ifade eder. Bu ifade iki boyutlu dijital nesneler için geçerlidir. Üç boyutlu durumda Euler karakteristiği β_2 terimini de içermektedir.

Aynı şekilde, k -komşuluk yapısına bağlı olarak bir piksel kümesinin toplam komşuluk ilişkisi Denklem 3.'deki gibi numaralandırılmıştır:

$$N_k(p) = \{q \in X | q, p \text{ ile } k - \text{komşudur}\} \quad (3)$$

Denklem 3. Bir piksel kümesinin k -komşuluk yapısına bağlı olarak toplam komşuluk ilişkisi. İlgili komşuluk metriği metin içerisinde açıklanmıştır.

Kuramsal segmentasyon modeli kapsamında elde edilen varsayımsal bir bölgenin toplam sınır uzunluğu, dijital eğrilik yaklaşımıyla Denklem 4.'teki gibi ifade edilmiştir:

$$L = \sum_{i=1}^n d(p_i, p_{i+1}) \quad (4)$$

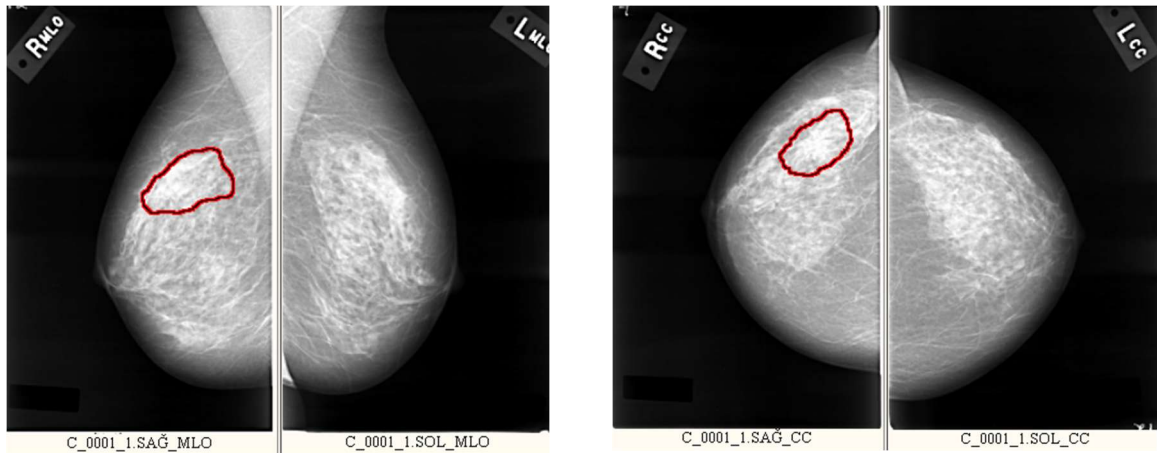
Denklem 4. kuramsal segmentasyon aşamasında bölgenin toplam sınır uzunluğu. Burada $d(\cdot)$ ardışık sınır noktaları arasındaki dijital mesafeyi göstermektedir.

2.4 Birimler ve Notlar

Çalışmada dijital görüntüler piksel (2D) ve voxel (3D) birimleriyle temsil edilmiştir. Dijital nesneler $\mathbb{Z}^2$ ve $\mathbb{Z}^3$ kümelerinde tanımlanmış, fiziksel çözünürlük olarak veri tabanının sağladığı 50 mikron değerleri esas alınmıştır. Bağlılık ilişkisi türleri 2D’de 4/8-bağlılık, 3D’de 6/18/26-bağlılık biçiminde kullanılmıştır.

Topolojik değişmezler $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ ve Euler karakteristiği $\chi(X) = \beta_0 - \beta_1 + \beta_2$ bağıntısıyla hesaplanmıştır. Çalışmada sunulan kararlılık ölçütü $S(X, D)$ boyutsuz ve normalize edilmiş bir değerdir. Kullanılan mamogram işaretleme **Tarama Mamografisi için Dijital Veritabanı (Digital Database for Screening Mammography-DDSM)** veri tabanındaki *.OVERLAY* dosyalarının piksel koordinatlarından elde edilmiştir.

Bu görüntüler analiz amacıyla kullanılmamış olup, çalışmanın motivasyonunu ve uygulama alanını temsil eden örnekler olarak verilmiştir. Herhangi bir sayısal sonuç veya performans karşılaştırması bu veriler üzerinden yapılmamıştır.



Şekil 1. DDSM veri tabanından alınan sol ve sağ meme için MLO ve CC projeksiyonlu mamografi görüntüleri.

Kırmızı konturlar, veri tabanındaki *.OVERLAY* dosyalarından elde edilen malign kitle sınırlarını göstermektedir. Görüntüler 50 mikron çözünürlüğe ve 12-bit yoğunluk aralığına sahiptir.

Tablo 1. Kuramsal bir dijital lezyon modeli için örnek bir dijital lezyon bölgesine ait topolojik değişmezler

Özellik	Değer	Açıklama
Bağlı bileşen sayısı (β_0)	1	Lezyon tek parçalıdır
Delik sayısı (β_1)	0	İç boşluk yoktur
Euler karakteristiği ($\chi(X) = \beta_0 - \beta_1$)	1	Basit bağlantılı yapı
Piksel sayısı	... (Model parametrelerine göre değişken)	Görüntüye göre
Sınır uzunluğu	... (Model parametrelerine göre değişken)	Kod ile hesaplanır

Değerler temsili olup, kuramsal açıklama amacıyla verilmiştir.

3. Kuramsal Değerlendirme ve Tartışma

Bu çalışmada önerilen topolojik kararlılık ölçütü, dijital deformasyonlar altında dijital nesnelerin temel topolojik

değişmezlerinin davranışını kuramsal düzeyde incelemeye olanak tanımaktadır. Literatürde dijital morfoloji ve topolojik tutarlılığın korunmasına ilişkin çeşitli yaklaşımlar bulunmakla birlikte (örn. Boxer, 2019; Han, 2023), bu çalışmalar çoğunlukla morfolojik operatörlerin genel özelliklerini ele almaktadır. Önerilen çerçeve ise Euler karakteristiği, bağlantılılık ve delik yapısı gibi topolojik değişmezlerin kararlılık kavramı bağlamında nasıl etkilendiğini matematiksel olarak tartışmayı amaçlamaktadır.

Kuramsal analizler, ince ve yüksek kenar karmaşıklığına sahip dijital yapıların, gürültü ve tekil piksel bozulmaları gibi küçük ölçekli dijital deformasyonlara karşı daha hassas bir topolojik davranış sergileyebileceğini göstermektedir. Buna karşılık, kompakt yapılar ve düşük delikliliğe sahip dijital kümelerin topolojik kararlılık açısından daha avantajlı olduğu değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme, dijital bağlılık teorisi kapsamında kompakt yapıların topolojik bütünlüğü daha kolay koruyabildiğini ortaya koyan çalışmalarla uyumludur (Staecker, 2021).

Euler karakteristiğine dayalı $S(X, D)$ ölçütünün, farklı morfolojik işlemler altında teorik olarak farklı duyarlılıklar sergileyebileceği görülmektedir. Özellikle erozyon işlemlerinin bağlantılı bileşen sayısını azaltma potansiyeli nedeniyle Euler karakteristiğinde daha belirgin değişimlere yol açabileceği, buna karşılık dilatasyon işlemlerinin topolojik yapıyı daha sınırlı ölçüde etkileyebileceği öngörülmektedir.

Bu durum, dijital morfolojik operatörlerin topolojik etkilerinin sınıflandırılabilir olduğunu düşündürmektedir (Rosenfeld & Klette, 2018).

Tekil piksel ekleme–çıkarma türü bozulmaların, özellikle ince sınır yapıları ve delik sayısı üzerinde kuramsal olarak belirgin topolojik etkiler oluşturabileceği değerlendirilmektedir. Bu tür etkilerin, tıbbi görüntüleme bağlamında küçük ölçekli dijital bozulmaların bile anatomik yapıların topolojik yorumlanabilirliğini etkileyebileceğine işaret ettiği ve erken teşhis odaklı çalışmalarla örtüştüğü görülmektedir (Cihan, 2002; Çiftçi, 2022).

4. Sonuçlar ve Gelecek Çalışmalar

Önerilen bu yaklaşım ile dijital topoloji bağlamında kararlılık kavramına yönelik matematiksel bir çerçeve sunulmuş olup dijital şekillerin küçük ölçekli bozulmalar altında topolojik bütünlüğünün korunmasında bağlı olduğu kriterler incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında ortaya konan kuramsal çıkarımlar, topolojik değişmezlere dayalı kararlılık ölçütlerinin, dijital morfolojik süreçlerin etkilerini güvenilir biçimde ortaya koyulabileceğini desteklemektedir. Bu çalışma literatürdeki dijital homotopi, bağlantılılık ve topolojik değişmez araştırmalarına (Boxer, 2019; Staecker, 2021; Han, 2023) paralel biçimde yaklaşmıştır. Önerilen yöntem ise dijital nesnelerin yapısal sağlamlığını değerlendirmek için matematiksel olarak temellendirilmiş bir yaklaşım sunmaktadır.

Sonuç olarak, anatomik yapıların topolojik tutarlılığının korunmasının erken teşhis, lezyon takibi ve segmentasyon doğrulama gibi tıbbi görüntüleme uygulamalarında kritik öneme sahip olabileceği gözlemlenmektedir. Bu doğrultuda çalışma, gelecekte dijital görüntüleme süreçlerinde kalite değerlendirme, model güvenilirliği ve topolojik hata ayıklama mekanizmaları için kullanılabilecek genel bir teorik altyapının kurulmasına olanak sunmaktadır.

Kaynakça

Altun Güven, S., & Talu, M. F. (2022). Beyin tümörü bölütleme ve algılamada yeni çekişmeli üretken ağ

- kullanılması. *International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP 2022), Computer Science*, 68–79. <https://doi.org/10.53070/bbd.1172664>
- Arslantaş, A. (2015). *Kemik metastazlarının görüntü işleme ve yapay sinir ağları yöntemleri ile tespiti* (Doktora tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Boxer, L. (2017). Generalized normal product adjacency in digital topology. *Applied General Topology*, 18(2), 401–427. <https://doi.org/10.4995/agt.2017.7798>
- Boxer, L., Karaca, İ., & Öztel, A. (2011). Topological invariants in digital images. *Journal of Mathematical Sciences: Advances and Applications*, 11(2), 109–140.
- Boxer, L., & Staecker, P. C. (2016). Fundamental groups and Euler characteristics of spherical digital images. *Applied General Topology*, 17(2), 139–158.
- Cihan, İ. K. (2002). *Topolojik ortonca yöntemi ile mamogramlarda kanser tespiti* (Yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği ABD.
- Çiftçi, M. A. (2022). Derin öğrenme metodu kullanılarak BT görüntülerinden akciğer kanseri tespiti. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 24(71), 487–500. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2022247114>
- Doğanay, T., & Yıldız, O. (2022). Beyin tümör tespiti için derin öğrenme temelli bilgisayar destekli tanı sistemi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(4), 1748–1762.
- Han, S.-E. (2023). Essential concepts of digital topology: Digital k-connectivity and k-adjacencies for digital products (preprint). arXiv:2309.01438.
- Klette, R., & Rosenfeld, A. (2004). *Digital geometry: Geometric methods for digital picture analysis*. Morgan Kaufmann.
- Rosenfeld, A. (1979). Digital topology. *American Mathematical Monthly*, 86, 76–87.
- Staecker, P. C. (2021). Digital homotopy relations and digital homology theories. *Applied General Topology*, 22(2), 223–250. <https://doi.org/10.4995/agt.2021.13154>
- Tok, A. (2007). *Bulanık topolojiye dayalı köşe bulma çözümleri / Bulanık topoloji tabanlı köşe tespit algoritması* (Yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği ABD.
- Uysal, E., & Akkuş Yıldırım, B. (2022). Görüntü işleme ve rekonstrüksiyonda yapay zekâ. In G. Ş. B. Gürsel & D. Etiz (Eds.), *Radyasyon onkolojisinde yapay zekâ* (ss. 30–35). Türkiye Klinikleri.
- Uzun, S., Güney, E., & Bingöl, B. (2022). U-Net mimarisi ile beyin tümörü MRI görüntülerinin segmentasyonu. *European Journal of Science and Technology (ECJSE)*, 9(4), 1583–1590. <https://doi.org/10.31202/ecjse.1169424>

The Game-Based Learning Model: What's the Deal? Turkey

Arzu Varol¹ 

¹ Amasya Şehit Ferhat Üneli Bilim ve Sanat Merkezi, Amasya, Türkiye, gunduzislam@gmail.com

ABSTRACT

Games can be used as a highly motivational learning tool. Based on this, an educational and cultural game was designed that aims to learn about our country's cultural heritage products in a fun way. The study aimed to measure the effectiveness of a game-based course material. The ethnographic research method, a descriptive research method, was used to collect data. This game is played with cards depicting cultural heritage products from each province, and the more cards a player learns within a specified time, the more advantageous they gain. The game became a barrier-free game by adding videos explaining the features indicated on the cards in sign language within the QR codes. Furthermore, a mobile application was developed, making it a multi-dimensional game. The results of the pretest and posttest administered to an experimental group of 24 participants to measure the effectiveness of the study are presented in the findings section.

Keywords: Game-Based learning, Educational game, Barrier-Free educational material, Educational course material

Oyun Tabanlı Öğrenme Modeli: Nesi Var? Türkiye

Arzu Varol¹ 

¹ Amasya Şehit Ferhat Üneli Bilim ve Sanat Merkezi, Amasya, Türkiye, gunduzislam@gmail.com

ÖZET

Oyunlar motivasyonu yüksek bir öğrenme aracı olarak kullanılabilir. Buradan yola çıkarak ülkemizin kültürel miras ürünlerini eğlencerek öğrenmeyi hedef alan eğitici ve kültürel bir oyun tasarlanmıştır. Çalışmanın amacı; oyun tabanlı bir ders materyalinin etkililiğini ölçmektir. Veri toplarken betimsel araştırma türlerinden olan etnografik araştırma yöntemi kullanılmıştır. Her ilin kültürel miras ürünlerinin belirtildiği kartlarla oynanan bu oyunda belirlenen sürede oyuncu, ne kadar çok kart bilirse, daha avantajlı duruma gelir. Oyun karekodlar içine kartlardaki belirtilen özellikleri işaret diliyle anlatan videolar eklenerek engelsiz bir oyun olmuştur. Ayrıca mobil uygulaması yapılarak çok boyutlu bir oyun halini almıştır. Çalışmanın etkililiğini ölçmek için 24 kişiden oluşan deney grubuna yapılan ön test ve son test sonuçları bulgular kısmında belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Oyun tabanlı öğrenme, Eğitici oyun, Engelsiz eğitim materyali, Eğitici ders materyali

1. Giriş

1.1 Oyun Kavramı ve Kuramsal Yaklaşımlar

Oyun, eğitim, psikoloji ve sosyoloji gibi farklı disiplinlerde incelenmiş; bu nedenle birçok kuramcı tarafından çeşitli biçimlerde tanımlanmıştır. Psikanalitik kurama göre Freud, oyunu çocuğun farkında olmadığı içgüdü ve duygularını dışa vurduğu bir ifade biçimi olarak değerlendirmektedir. Erikson ise oyunu, ego gelişimini destekleyen bir işlev olarak ele almakta ve çocuğun psikososyal gelişim evrelerinde karşılaştığı krizleri sağlıklı biçimde aşmasında oyunun önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Piaget'e göre oyun, bireyin gerçekliğe uyum sağlama zorunluluğu olmaksızın gerçekleştirdiği davranışlar bütünü olarak tanımlanırken; Klein, oyunun

çocukların oyuncaklar aracılığıyla kontrol ve ifade becerileri geliştirmelerine olanak tanıdığını belirtmektedir. Vygotsky ise oyunu, sosyalleşme, kültürel aktarım ve öğrenmenin gerçekleştiği önemli bir ortam olarak ele almaktadır (Nicolopoulou, 2004).

Koçyiğit, Tuğluk ve Kök'e (2007) göre oyun; çocuğun kendini ifade etmesine, sosyalleşmesine, hayal ile gerçek arasında bağ kurmasına ve yetişkin yaşamına hazırlanmasına katkı sağlayan temel bir araçtır. Aynı zamanda oyun, çocuğun iç dünyasını yansıtan bir ayna niteliği taşımakta ve sosyal ile ahlaki değerlerin öğrenilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Sezgin (2016) ise oyunu, insan doğasında var olan ve erken gelişim dönemlerinden itibaren bireyin fiziksel, bilişsel, duygusal ve sosyal gelişimine katkı sağlayan temel bir deneyimleme etkinliği olarak tanımlamaktadır. Oyunla ilgili yapılan tüm bu tanımların ortak noktası oyunun çocuğun kişisel keşif alanı, tecrübe ortamı, çocukluğun gücü ve öğrenme dili olmasıdır. Bu ortak noktalardan hareketle oyun ve öğrenme arasındaki önemli bağın yetişkinler tarafından da göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bu tanımlardan yola çıkarak; çocuklarda her yaş dönemine uygun oyunlarla kalıcı istendik davranış değişikliği sağlamamız mümkündür, yani öğrenme oyunlarla gerçekleştirilebilir.

1.2. Oyun ve Eğitim Arasındaki İlişki

Oyunlar gönüllü yapılan bir öğrenme aktivitesi ve bireylerin hayattaki tecrübelerinin bir provasıdır. Oyunda birey yanlışlarını ve eksiklerini görüp giderme imkânı yakalar. Sosyal, ahlaki, bilişsel, fiziksel oynanan tüm oyunlar aslında bireyin Oyunlar sadece çocuklar için değil her yaş grubu için eğlenceli ve öğretici bir uğraştır. Bireyler oynarken hoş vakit geçirirler, empati yaparlar, kendi düşüncelerini ifade ederler, rekabet ortamı motivasyonu artırırken oyun esnasında muhakeme ve farklı iletişim kanalları oluştururlar. Tüm bunlardan yola çıkarak oyunlar bir öğrenme aracı olarak kullanılabilir.

1.3. Oyun Tabanlı Öğrenme Nedir?

Oyunlar, öğrencilerin aktif olarak ilgilenip, faaliyetlerini bireysel sürdürebilecekleri bir araç olmaları yanında, yaparak-yasayarak öğrenmelerine fırsat tanıyan ortamlar sunar. Bozkurt 2014'e göre e oyun tasarımı süreci ihtiyaca yönelik temel dinamiklerin seçilmesiyle başlayıp seçilen dinamiklere göre mekanizmaların ve yine mekanizmalara bağlı olarak bileşenlerin belirlenmesiyle devam eder. Oyun tabanlı öğrenme ortamlarının öğrenciler üzerinde öğrenmeye karşı merak uyandırdığı ve motivasyonu artırarak öğrenmeye güdülediği göz ardı edilemez bir noktadır. Oyun tabanlı öğrenme ortamları öğrencilerin becerilerini geliştirmeye yardımcı, hazırlandığı konu alanına özgü bilgi örüntülerini içinde taşıyan bir yapıya sahiptirler. Oyun tabanlı öğrenme ortamlarının öğrenciye iyi vakit geçirme olanağı sunma özelliğine ek olarak, oyunda gerçekleşen etkinlik içerisinde eğlenerek öğretici ve pekiştirici özelliği de vardır(Akın ve Atıcı, 2015). Toraman ve diğerleri (2018)'ne göre; oyunlar yalnızca belirli bir yaş grubu ya da okul türündeki öğrencilerle sınırlı olmadığını gösterir ve etkili olarak farklı düzeylerde kullanılabilir.

1.3.1. Oyun tabanlı öğrenmenin yararları

Oyunlaştırma yaklaşım, öğrenenlerin öğrenme sürecine katılımlarını ve motivasyonlarını arttıran; öğrenme sürecini daha etkili, verimli, çekici, eğlenceli ve sürdürülebilir hale getiren yenilikçi bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (Kumtepe ve Bozkurt, 2014).

Oyunlar öğrencinin güdülenmişlik düzeyini arttırırken, içeriğe ilgi duymasını, öğrenebileceğine ilişkin özgüvenini ve etkinliği sürdürmesine katkı sağlar; öğrencide rahatlatma ve motivasyon yaratır. Böylece öğrencinin o dersteki başarısı ve öz-yeterlik algısı artar (Bayırtepe ve Tüzün, 2007).

Öğretmenlerin bakış açısıyla oyun, eğitimin temelidir. Eğitim programlarında yer alan oyunlar, öğrencilerin fiziksel ve zihinsel açıdan gelişimine olduğu kadar, öğrenme sürecinin daha etkili, kalıcı ve keyifli olmasına fırsat tanımaktadır.(Öztemiz, 2013).

Öğrenciler tarafından anlaşılması zor ve/veya seilmeyen olarak nitelendirilen derslerde/konularda dijital oyun tasarım sürecinin kullanılması, oyunun tasarlanması için gerekli bilgi alt yapısının kazandırılmasını sağlayarak gizil öğrenmenin gerçekleşmesine de fırsat tanımaktadır (Usta ve Güntepe, 2019).

Problem Cümlesi, Çocuklarda kültürel miras farkındalığını artırmak ve kalıcı öğrenme sağlamak amacıyla geliştirilen oyun tabanlı ve engelsiz ders materyalinin öğrenme sürecine etkisi nedir?

Bu çalışmanın amacı, kültürel miras temasına yönelik olarak geliştirilen oyun tabanlı ve engelsiz ders materyalinin çocuklarda kalıcı öğrenme, kültürel farkındalık ve istenen davranış kazanımları üzerindeki etkililiğini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem / Metodoloji

Araştırma betimsel araştırma türlerinden olan, kültürel gelenekler, yaşayış biçimleri nitelikli bilgileri ortaya çıkarmayı amaçlayan etnografik araştırma yöntemi kullanılmıştır. Veriler belgesel kaynak toplama yöntemi ile elde edilmiştir. Elde edilen bilgileri betimsel analizi yaparak çalışmamızın raporunu oluşturulmuştur.

2.1. Araştırma Grubu ve Örneklem

Geliştirilen oyun, Amasya ilinde öğrenim gören 24 beşinci sınıf öğrencisiyle ön test uygulamasının ardından sınıf ortamında dört hafta boyunca uygulanmıştır. Uygulama sürecinde öğrencilere 34 sorudan oluşan ön test ve son test başarı testleri uygulanmış; başarı ortalamaları, aritmetik ortalama ve yüzde hesaplamaları Tablo 1 ve Tablo2’de sunulmuştur.

2.2. Süreç / Veri Toplama

Oyun için gereken veriler resmi portallardan elde edilmiş ve oyunun görsel tasarımı yapılmıştır. Oyun kartlarının görsel tasarımları, Canva adlı Web 2.0 aracı kullanılarak oluşturulmuştur. Oyunun mobil uygulaması ise Unity programı aracılığıyla tasarlanıp geliştirilmiştir. Kapak ve isim tasarımları da aynı program üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ön test ve son test sonuçlarının başarı ortalamaları, aritmetik ortalama ve yüzde hesaplamaları yapılarak belirlenmiştir. Elde edilen verilerin dijital ortamda toplanmasının ardından, süreç görsel tasarım aşamasına geçmiş ve oyun kartlarının görselleri oluşturulmuştur. İşaret dili videoları karekod ile kartların üzerine eklenmiş. Elde edilen verileri her ilin kültürel miras bilgileri ve işaret dili videolarının karekod bilgileri, kartların ön yüzlerine tek tek eklenmiştir. Bu şekilde 81 adet oyun kartı tek tek tasarlanmıştır. Oyununun mobil uygulamasını mobil cihazlara indirilip oynanabilecek şekilde mobil uygulama mağazası hesabında bulunmaktadır.



Resim 1. İşaret dili videolarının bulunduğu karekodlar ve oyunun mobil uygulaması

2.3. Oyun Nasıl Oynanır?

Her ilin kültürel miras öğeleri, ile özgü olarak hazırlanan kartlara aktarılmıştır. İkili takımlar hâlinde oynanan oyunda, yarışmacı takım arkadaşına “Nesi var?” sorusunu yöneltmektedir. Her soru kapsamında kart üzerinde yer alan maddelerden biri ipucu olarak sunulmakta; doğru yanıt alınamaması durumunda soru belirlenen süre içinde tekrar edilmektedir. Oyun süresi boyunca daha fazla kartı doğru tahmin eden oyuncu, rakip takım karşısında avantaj elde etmektedir. Oyun, erişilebilirliği artırmak amacıyla kartların ön yüzünde yer alan maddelerin işaret diliyle anlatıldığı videoların karekodlar aracılığıyla sunulmasıyla engelsiz bir yapıya kavuşturulmuştur. Ayrıca dijital öğrenme ortamlarını tercih eden kullanıcılar için oyunun mobil uygulaması da tasarlanarak kullanıma sunulmuştur.



Resim 2. Nesi Var? Türkiye oyunun kart ve kutu görselleri

3. Bulgular ve Tartışma

Projenin görsel tasarımının tamamlanması ve baskı işlemlerinin ardından, geliştirilen oyun sınıf ortamında 24 öğrenci ile uygulanmış; ortaokul beşinci sınıf düzeyinde gerçekleştirilen bu uygulamanın 34 sorudan oluşan ön test ve son test başarı sonuçları Tablo 1'de sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Tablo 1. Ön test ve son test, başarı yüzde sonuçları

Öğrenci	Ön Test Doğru Sayısı	Son Test Doğru Sayısı	Başarı Artış Yüzdesi (%)
1	25	30	20
2	20	28	40
3	28	31	10,7
4	24	29	20,8
5	21	28	33,3
6	17	30	76,4
7	15	29	93,3
8	24	31	29,1
9	23	34	47,8
10	19	32	68,4
11	21	30	42,8
12	17	25	47
13	24	32	33,3
14	18	29	61,1
15	17	27	58,8
16	18	31	72,2
17	25	32	28
18	23	34	47,8
19	21	34	61,9
20	22	32	45,4
21	19	31	63,1
22	20	25	25
23	17	29	70,5
24	19	27	42,1

Çalışma kapsamında 24 öğrencinin ön test ve son test puanları karşılaştırılarak oyun temelli ve engelsiz ders materyalinin öğretim sürecine etkisi incelenmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, tüm öğrencilerin son test doğru sayılarında ön test sonuçlarına kıyasla artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, uygulanan materyalin öğrencilerin bilgi düzeylerine olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Öğrencilerin başarı yüzdeleri incelendiğinde, artış oranlarının %10,7 ile %93,3 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük artışın 3. öğrenci tarafından (%10,7), en yüksek artışın ise 7. öğrenci tarafından (%93,3) gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun başarı yüzdesinin %40'ın üzerinde olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo2. Ön test ve son test aritmetik ortalama ve başarı yüzdesi

Değişken	Aritmetik Ortalama
Ön Test Doğru Sayısı	20,71
Son Test Doğru Sayısı	30,00
Başarı Yüzdesi (%)	47,45

Tablo 2 incelendiğinde, öğrencilerin ön test doğru sayısı ortalamasının 20,71, son test doğru sayısı ortalamasının ise 30,00 olduğu görülmektedir. Bu bulgu, uygulanan oyun tabanlı ve engelsiz ders materyalinin öğrencilerin bilgi düzeylerinde anlamlı bir artış sağladığını göstermektedir.

Son test puanlarının ortalama olarak yaklaşık 9,3 puan daha yüksek çıkması, materyalin öğrenme sürecine olumlu

katkıda bulunduğu gör÷lmektedir.

Başarı yüzdesine ilişkin ortalamanın %47,45 olması, öğrencilerin neredeyse yarısının ön test–son test arasında yüzde 47’nin üzerinde bir gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır.

4. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında geliştirilen oyun tabanlı öğrenme materyalinin, öğrencilerin öğrenme süreçlerini desteklemede etkili bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bulgular, “Nesi Var? Türkiye” adlı engelsiz kültürel miras oyununun işaret dili videoları ve mobil uygulama entegrasyonu sayesinde tüm öğrenciler için erişilebilir, etkileşimli ve eğlenceli bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermektedir.

Oyun tabanlı yapısı sayesinde öğrencilerin derse yönelik ilgilerini artırdığı, öğrenmeyi kalıcı hâle getirdiği ve kültürel miras öğelerine ilişkin farkındalık düzeylerini yükselttiği belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, farklı ders alanlarında da eğitici ve eğlendirici nitelikte ders materyallerinin nasıl tasarlanabileceğine yönelik yeni araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Kaynakça

- Akın, F. A., & Atıcı, B. (2015). Oyun tabanlı öğrenme ortamlarının öğrenci başarısına ve görüşlerine etkisi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 2(2).
- Bayırtepe, E., & Tüzün, H. (2007). Oyun tabanlı öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilgisayar dersindeki başarıları ve öz-yeterlik algıları üzerine etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 41–54.
- Bozkurt, A., & Kumtepe, E. G. (2014). Oyunlaştırma, oyun felsefesi ve eğitim: Gamification. *Akademik Bilişim (XVI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri)*, 147–156.
- Koçyiğit, S., Tuğluk, M. N., & Kök, M. (2007). Çocuğun gelişim sürecinde eğitsel bir etkinlik olarak oyun. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (16), 324–342.
- Nicolopoulou, A. (2004). Oyun, bilişsel gelişim ve toplumsal dünya: Piaget, Vygotsky ve sonrası. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 37(2), 137–169.
- Öztemiz, S. (2013). İlkokul öğrencilerinin oyun tekniği ile okuma alışkanlığı kazanmasına yönelik öğretmen görüşleri: Ankara Beytepe İlkokulu örneği. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 65–79.
- Sezgin, S. (2016). Öğrenme ve öğretimin oyunlaştırılması: Çalışma ve eğitim için oyun tabanlı yöntem ve stratejiler. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 187–197.
- Toraman, Ç., Çelik, Ö. C., & Çakmak, M. (2018). Oyun tabanlı öğrenme ortamlarının akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(6), 1803–1811.
- Usta, N. D., & Güntepe, E. T. (2019). Dijital oyun tasarlanmanın öğrenmeye etkisi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 1213–1232.

An Analysis of Entrepreneurship Skills of Students with Learning Disabilities Through Drawings

Arzu Kirman Bilgin , Tufan İnaltekin , Devrim Erginsoy Osmanoglu , Şenay Özen Altinkaynak 

Dede Korkut Faculty of Education, Kafkas University, Kars, Türkiye, arzukirmanbilgin@gmail.com,
inaltekintufan@gmail.com, erginsoy@hotmail.com, ozensenay@gmail.com

ABSTRACT

Students with learning disabilities, however, often show low performance in achieving academic success. Developing entrepreneurship skills and being able to use them in their lives is considered an important opportunity for these students. Therefore, determining how entrepreneurship skills emerge at an early age among students with learning disabilities is crucial. The aim of this study is to examine the entrepreneurship skills of eighth-grade students with learning disabilities through their drawings. A total of 30 diagnosed eighth-grade students with learning disabilities participated in this descriptive study. In analyzing the drawings, the entrepreneurship skill indicators defined in the middle school science curriculum were used. The analyses were coded separately by three researchers. After discussions on the codes, the findings were finalized. The results obtained from the students' drawings indicate that their entrepreneurship skills are at a low level.

Keywords: Learning disability, Entrepreneurial skills, Drawing

1. Introduction

Learning disabilities are defined as persistent difficulties individuals experience in acquiring and using skills related to listening, speaking, reading, writing, reasoning, or mathematical operations (Govindasamy et al., 2022). These disabilities manifest in various forms. Dyslexia is characterized by difficulties in reading accuracy, reading comprehension, vocabulary development, and broader language-related skills (Shaywitz & Shaywitz, 2003). Dysgraphia involves impairments in accurate and fluent written expression, including handwriting and composition skills (Marr & Cermak, 2001). Dyscalculia is associated with challenges in understanding numbers, performing arithmetic operations, and comprehending mathematical concepts (Dowker, 2008). One of the most common characteristics of learning disabilities is difficulty in transferring abstract knowledge into practical skills and applications (Bender, 2007). Teaching approaches in science education that emphasize applied and social dimensions enable students with learning disabilities to better understand cause-and-effect relationships and to concretize abstract ideas through observation and hands-on experiences (Anto, 2023). Therefore, instructional practices that present abstract concepts through practical methods offer a significant advantage for learners with learning disabilities (Capin et al., 2025). It is critical for teachers to differentiate instruction in ways that align with students' cognitive preferences, to employ experiential learning-based strategies, and to structure the learning cycle around individual entry points in science education to enhance students' knowledge and skills (Smith & Rayfield, 2019). The inclusion of students with learning disabilities in classrooms alongside typically developing peers requires careful consideration of individual differences and the adaptation of teaching methods to address these differences

sensitively (Hai et al., 2020). Additionally, the integration of visually supported instructional activities plays a crucial role in effective implementation (Stinken-Rösner & Hofer, 2022). Moreover, Marino et al. (2014) emphasize that developing the skills of students with learning disabilities—particularly in STEM fields—is critically important for solving everyday problems. Accordingly, science teachers play a crucial role in designing concrete learning experiences, providing step-by-step guidance, and incorporating multisensory activities to support skill development (Arriaga Ricardez, 2024). Inclusive science teaching seeks to actively engage students in learning science through hands-on experiences (Kang & Zinger, 2019). Such instruction should consider students' interests, strengths, needs, abilities, life experiences, and cultural backgrounds. Teachers must also identify curricular barriers that limit participation and learning progress and adapt learning objectives, materials, instructional strategies, and assessment practices to ensure accessibility for all learners. This approach enables all students to participate actively, meaningfully, and equitably in the science learning process. In conclusion, strengthening inclusivity in science education means not only ensuring access to science for students with special needs, but also creating flexible, participatory, and meaningful learning environments that value the differences of all students (García Terceño & Greca, 2023). Science lessons have a curriculum that aims to equip middle school students with life skills as well as conceptual knowledge. Entrepreneurship is one of these skills (Ministry of National Education, 2024). Students with learning disabilities, however, show low performance in achieving academic success. Gaining entrepreneurial skills and using these skills in their lives is seen as an important opportunity for them. Having entrepreneurial skills is considered an important opportunity for students with learning disabilities to work independently and start their own businesses (Widoyoko et al., 2018). Preparing students with learning disabilities to become entrepreneurs as a means of addressing their economic needs contributes to the well-being of society. This highlights the importance of providing entrepreneurship education at an early age (Govindasamy et al., 2022). For individuals with special needs, developing entrepreneurial skills is particularly valuable in addressing both economic and psychological challenges, such as independence, self-efficacy, and social inclusion (Renko et al., 2016). Unemployment is recognized as a significant challenge for students with learning disabilities (Abdullah et al., 2015). Accordingly, it is important to examine how entrepreneurial skills develop in these students from an early age. This study aims to explore the entrepreneurial skills of eighth-grade students with learning disabilities as expressed through their drawings. The research question guiding this study is: *What entrepreneurial skills are reflected in the drawings of eighth-grade students with learning disabilities?*

2. Material and Method / Methodology

This study aims to explore the current state of entrepreneurial skills among eighth-grade students with learning disabilities by examining their drawings. Accordingly, the research was conducted using a case study design.

2.1. Research Population

This study involved 30 eighth-grade students with formally diagnosed learning disabilities who were enrolled in schools in a province in the Eastern Anatolia Region of Türkiye. To identify eligible participants, a list of schools serving students with diagnosed learning disabilities was obtained from the provincial Guidance and Research Center. Students attending these schools were contacted, and the purpose of the study was explained. All 30 participants volunteered to take part in the research. None of the students' mothers were entrepreneurs. Regarding paternal occupations, ten fathers were employed as construction workers, nine as civil servants in public institutions,

one as a car mechanic, and ten were engaged in agriculture and animal husbandry. Due to legal regulations in Türkiye, information regarding the specific type of learning disability for which the students were diagnosed cannot be disclosed to researchers.

2.2. Data Collection Tool

To identify the entrepreneurial skills of eighth-grade students with learning disabilities, student drawings were used as the primary data source. Participants were provided with blank sheets of paper and given the following instruction: *“Imagine that you have grown up and completed your education. You are planning to start a business. What kind of business and workplace would this be? Please express your ideas through a drawing.”* No time limit was imposed on the activity.

2.3. Data Analysis

The analysis of the drawings was guided by indicators of entrepreneurial skills relevant to middle school science education. These indicators are presented in Table 1. The drawings were analyzed independently by three researchers. Discrepancies in the analyses were discussed collaboratively, and the findings were finalized through consensus.

3. Results and Discussions

Table 1 presents the findings on the entrepreneurial skills of eighth-grade students with learning disabilities as reflected in their drawings.

Table 1. Findings from student drawings on entrepreneurial skills among students with learning disabilities

Middle school science entrepreneurship skill indicators	f	%
Develops a business idea	28	%93
Identifies potential customers	11	%37
Determines customer outreach channels	-	-
Illustrates or describes a workflow process	-	-
Defines the roles and responsibilities of personnel	9	%30
Markets the product	5	%17

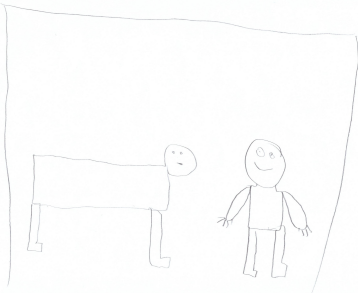
Two of the participating students with learning disabilities produced drawings that were unrelated to entrepreneurship. The remaining students created drawings related to business idea development. The distribution of the business ideas expressed by the students is presented in Table 2.

Table 2. Distribution of business ideas expressed by students with learning disabilities

Business ideas	f	%
Cattle farming	12	%40
Sheep and goat farming	8	%27
Cheese making	3	%10
Agriculture	6	%20
Tourism	1	%3

Cattle farming emerged as the most frequently identified business idea, representing 40% of the responses. Tourism was the least frequently mentioned business idea, accounting for only 1%. Examples of student drawings and the corresponding entrepreneurial skill indicators identified in the analysis are presented in Table 3.

Table 3. Examples of students' drawings

Entrepreneurial skills indicators	Example drawing
Develops a business idea	  S5S17
Develops a business idea	  S21
Identifies potential customers	
Defines the roles and responsibilities of personnel	
Markets the product	  S25

S5: Student number five

An examination of Tables 1 and 3 indicates that the indicators identifying customer outreach channels and illustrating or describing a workflow process were not reflected in the student drawings.

Students with learning disabilities generally experience lower academic achievement compared to their typically developing peers (Meehan et al., 2020). Consequently, entrepreneurship may serve as an important pathway for improving their economic well-being and future employment opportunities (Hwang & Roulstone, 2015). In this context, the present study aimed to explore the entrepreneurial skills of middle school students with learning disabilities.

The findings indicate that the students were able to generate business ideas through their drawings. Approximately one-third of the participants had entrepreneurial family members, suggesting that family environment may influence entrepreneurial awareness. Moreover, the fact that many students produced business ideas related to their local

context indicates that they closely observe their surroundings and draw inspiration from everyday life. Supporting this interpretation, İbrahim et al. (2021) emphasize the significant role of parents in guiding the career development of children with learning disabilities.

Although the students demonstrated the ability to generate business ideas, their drawings rarely reflected other entrepreneurial skill indicators, such as customer outreach or workflow processes. This finding suggests that students may lack sufficient knowledge or experience in these areas. Entrepreneurship also provides opportunities for socialization and a sense of belonging within society for individuals with learning disabilities (De Clercq & Honig, 2011). Therefore, it is essential to equip these students with the necessary entrepreneurial knowledge and skills. Dakung et al. (2017) emphasize that well-designed instructional content can effectively foster entrepreneurial skills, while Govindasamy et al. (2022) highlight the importance of entrepreneurship education in shaping the future prospects of students with learning disabilities.

4. Conclusions

The findings indicate that students with learning disabilities are able to generate business ideas through their drawings. However, the drawings rarely reflected elements related to customer outreach channels or workflow processes within the workplace. Marketing-related aspects were also represented to a limited extent. Based on these findings, it is recommended that science teachers integrate entrepreneurship-based activities into learning environments. Furthermore, targeted training programs and instructional content should be developed to address the entrepreneurial needs of students with learning disabilities.

Limitations

Students could be asked to produce separate drawings for each entrepreneurial skill indicator or for indicators that are likely to co-occur within a single representation. For example, an additional drawing, such as a business card or promotional poster, could be requested to explore customer outreach channels, while another drawing could be used to illustrate the workflow associated with a business idea. Following the drawing activity, students could be invited to explain their representations through individual interviews. This multimodal approach would enable the collection of richer and more corroborative data.

Declaration of interest: The author declares no competing interests.

Funding: This study was supported financially by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) 1001 projects under grant number 221K148.

Ethical Approval and Consent to Participate: The study complies with ethical standards. Participants were informed about the study, participation was voluntary, and their consent was obtained. In addition, ethical permissions were obtained from Kafkas University Social Sciences Ethics Committee (decision dated 10.01.2022 and numbered 28) and Provincial Directorate of National Education (decision dated 03/02/2022 and numbered E-91782061-605.01-42597186).

References

- Abdullah, N., Yasin, M. H. M., Deli, A. A. A., & Abdullah, N. A. (2015). Vocational education as a career pathway for students with learning disabilities: Issues and obstacles in the implementation. *International Journal of Education and Social Science*, 2(3), 98-104.
- Anto, M. (2023). *Effects of practical activity method on science practical process skills of senior high school students* (Doctoral dissertation, University of Education Winneba). <http://41.74.91.244:8080/handle/123456789/3262>
- Arriaga Ricardez, A. B. (2024). *Teaching students with specific learning difficulties using the multisensory approach* (Master's thesis). Åbo Akademi University.
- Capin, P., Vaughn, S., Hall, C., Cho, E., & Mesite, L. (2025). Centering students with learning disabilities in intervention research: Implications for educational theory. *Educational Psychologist*, 60(3), 154–171. <https://doi.org/10.1080/00461520.2025.2506991>
- Dakung, R. J., Orobia, L., Munene, J. C., & Balunywa, W. (2017). The role of entrepreneurship education in shaping entrepreneurial action of disabled students in Nigeria. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 29(4), 293-311. <https://doi.org/10.1080/08276331.2017.1312217>
- De Clercq, D., & Honig, B. (2011). Entrepreneurship as an integrating mechanism for disadvantaged persons. *Entrepreneurship & Regional Development*, 23(5-6), 353-372. <https://doi.org/10.1080/08985626.2011.580164>
- Dowker, A. (Ed.). (2008). "Mathematical Difficulties: Psychology and Education". London: Elsevier.
- García Terceño, E. M., & Greca, I. M. (2023). Teaching science to students with special educational needs: a systematic review of science teaching-learning approaches in regular and special education settings. *International Journal of Science Education*, 45(12), 969-989. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2179377>
- Govindasamy, P., Abdullah, N., & Ibrahim, R. (2022). Entrepreneurship skills for students with learning disabilities: A review from Malaysian National Curriculum. *Journal of Contemporary Social Science and Education Studies*, 2(1), 12-25. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10449198>
- Hai, N. X., Hang, L. T. T., Hang, N. T. T., & Thao, D. T. (2020). Policies on inclusive education for children with disabilities in Vietnam. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 72(1), 162-180. https://asrjetsjournal.org/American_Scientific_Journal/article/view/6163/2245
- Hwang, S. K., & Roulstone, A. (2015). Enterprising? Disabled? The status and potential for disabled people's microenterprise in South Korea. *Disability & Society*, 30(1), 114-129. <https://doi.org/10.1080/09687599.2014.993750>
- Ibrahim, R., Razalli, A. R., Handrianto, C., Rahman, M. A., & Utami, I. W. P. (2021). Selection of vocational education of students with learning disabilities in Malaysia: Students, parents, and teachers perspectives. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, 5(2), 168-175. <https://doi.org/10.24071/ijiet.v5i2.3411>
- Kang, H., & Zinger, D. (2019). What do core practices offer in preparing novice science teachers for equitable instruction? *Science Education*, 103(4), 823-853. <https://doi.org/10.1002/sce.21507>
- Marino, M. T., Gotch, C. M., Israel, M., Vasquez III, E., Basham, J. D., & Becht, K. (2014). UDL in the middle school science classroom: Can video games and alternative text heighten engagement and learning for students with learning disabilities? *Learning Disability Quarterly*, 37(2), 87-99.

- Marr, D., & Cermak, S. (2001). Consistency of handwriting development in the early elementary years: A literature review. *The Israel Journal of Occupational Therapy*, 10, 109–129. <https://www.jstor.org/stable/23467304>
- Meehan, M., Fawcett, A. J., Adkins, P., & Pavey, B. (2020). Characteristics of entrepreneurs who experience dyslexia: an interview study on the role of school in supporting an entrepreneurial mindset. *Asia Pacific Journal of Developmental Differences*, 7(2), 199-233. <https://doi.org/10.3850/S2345734120000118>
- Ministry of National Education. (2024). *Turkey Century Education Model science curriculum (3–8 grades)*. Ministry of National Education. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programfen345678Onayli.pdf>
- Muktamath, V. U., Hegde, P. R., & Chand, S. (2022). *Types of specific learning disability*. In *Learning disabilities – neurobiology, assessment, clinical features and treatments* (pp. 3–21). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.100809>
- Renko, M., Parker Harris, S., & Caldwell, K. (2016). Entrepreneurial entry by people with disabilities. *International Small Business Journal*, 34(5), 555-578. <https://doi.org/10.1177/0266242615579112>
- Shaywitz, S., & Shaywitz, B. (2003). Dyslexia (Specific reading disability). *Language- cognition*, 24(5), 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.01.043>
- Smith, K. L., & Rayfield, J. (2019). STEM knowledge, learning disabilities and experiential learning: Influences of sequencing instruction. *Journal of Agricultural Education*, 60(2), 222-236. <https://doi.org/10.5032/jae.2019.02222>
- Stinken-Rösner, L., & Hofer, E. (2022). Re-thinking tasks in inclusive science education: New approaches to enable participation. *Progress in Science Education*, 5(1), 33-46. <https://doi.org/10.25321/prise.2022.1317>
- Widoyoko, S. E. P., Setiawan, B., Sholeh, K., & Shina, M. I. (2018). Model of entrepreneurship for people with disabilities. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 54, Article 06008). EDP Sciences.

Determining the Misconceptions of 6th Grade Secondary School Students Regarding Sustainable Development Goals

Sena Demirkaya¹ , Nazmiye Başer² , Murat Demirbaş³ 

¹ Institute of Science, Kırıkkale University, Kırıkkale, Türkiye, senadkaya11@gmail.com

² Ministry of National Education, İzmir, Türkiye, basernaz@hotmail.com

³ Faculty of Education, Kırıkkale University, Kırıkkale, Türkiye, muratde71@gmail.com

ABSTRACT

In 2015, countries that became members of the United Nations determined sustainability goals under 17 headings, and targeted countries to achieve these goals by 2030. The 2024 Türkiye Century Maarif Model science curriculum also includes a unit specifically dedicated to achieving sustainable development goals. The study aimed to identify potential misconceptions among students regarding the goal of sustainable development in the unit designed for 5th grade students in the 2024 science curriculum. The misconception detection test was designed in accordance with the three-stage misconception detection tests. The test took into account the learning outcomes of the "Sustainable Life and Recycling" unit in 5th grade. Since 5th grade students had not yet studied this unit, the misconception detection test developed was administered to students who studied this topic in the 2024-2025 academic year and became 6th graders in the 2025-2026 academic year. The answers given to the prepared misconception test were analyzed, possible misconceptions were determined and suggestions were mentioned.

Keywords: Türkiye Century Education Model, Sustainable development goal, Misconception

Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Sürdürülebilir Kalkınma Amacına Yönelik Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi

Sena Demirkaya¹ , Nazmiye Başer² , Murat Demirbaş³ 

¹ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye, senadkaya11@gmail.com

² Milli Eğitim Bakanlığı, İzmir, Türkiye, basernaz@hotmail.com

³ Eğitim Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye, muratde71@gmail.com

ÖZET

2015 yılında Birleşmiş Milletlere üye olan ülkeler tarafından 17 başlık altında, sürdürülebilir kalkınma amaçları belirlenmiş ve 2030 yılına kadar belirlenen başlıklar da ülkelerin bu amaçları gerçekleştirmeleri hedeflenmiştir. 2024 yılı Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli fen bilimleri dersi öğretim programında da sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmak için özellikle birer ünitenin başlık olarak ayrıldığı görülmektedir. Çalışmada 2024 yılı fen bilimleri dersi öğretim programı 5. Sınıflarda yer alan sürdürülebilir kalkınma amacına göre oluşturulmuş ünite, sürdürülebilir kalkınma amacı ile ilgili öğrencilerin olası kavram yanılgıları belirlenmek istenmiştir. Hazırlanan kavram yanılgısı belirleme testi üç aşamalı kavram yanılgısı belirleme testlerine uygun oluşturulmuştur. Oluşturulan testte, 5. Sınıftaki "Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm" ünitesindeki öğrenme çıktıları dikkate alınmıştır. 5. Sınıf öğrencileri henüz bu üniteyi görmediği için, 2024-2025 öğretim yılında bu konuyu gören ve 2025-2026 öğretim yılında 6. Sınıf olan öğrencilere geliştirilen kavram yanılgısı belirleme testi uygulanmıştır. Hazırlanan kavram yanılgısı testine verilen cevaplar analiz edilmiş, olası kavram yanılgıları belirlenerek, önerilere değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, Sürdürülebilir kalkınma amacı, Kavram yanılgısı

1. Giriş

Sürdürülebilir kalkınma, çevresel, ekonomik ve sosyal unsurlar arasında denge kurarak hem günümüz hem de gelecek nesillerin yaşam hakkını korumayı hedefleyen bir yaklaşımdır (Coşkun, 2024). Bu yaklaşım çerçevesinde bireylerin yalnızca doğal kaynakların tüketimi konusunda bilinçlenmesi değil, aynı zamanda bu süreçlerin ekonomik ve toplumsal sonuçlarını da değerlendirebilmeleri gerekmektedir. Bu bilincin erken yaşlarda kazandırılması, sürdürülebilir kalkınma anlayışının benimsenmesi ve öğrencilerin günlük yaşam problemlerine bilimsel çözümler üretebilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır (Erdem, Meriç ve Meriç, 2019).

Qblan'a (2005) göre, gelecekteki nesillerin kendi çevrelerinde sürdürülebilir bir yaşam imkanına sahip olabilmeleri için eğitilmeleri gerekmektedir (Akt. Gökmen, Solak ve Ekici, 2024). Bu kapsamda, okullarda sürdürülebilirliğe yönelik eğitim genellikle fen bilimleri dersi aracılığıyla verilmektedir. Nitekim, 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli doğrultusunda geliştirilen Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda (MEB, 2024) bu yaklaşımın izlerine rastlanmaktadır. Programda, sürdürülebilirliği düşündürmeye teşvik eden ve bu kavramla bağlantılı yaşam becerilerini kazandırmayı hedefleyen konulara yer verilmiş; böylece sürdürülebilir kalkınma konusunun fen eğitimi içerisinde ele alınması gerektiği açıkça ifade edilmiştir.

Kavramlar fen öğretiminin en temel unsurlarından biridir. Fen öğretiminin amaçlarına ulaşılması için kavramların doğru bir şekilde öğretilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kavramların öğrenciler üzerinde anlamlı ve kalıcı olması için yeni öğrenilen kavramların öğrencilerin daha önce zihinlerinden var olan kavramlarla birleşerek uyumlu olması gerekmektedir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Aksi durumda öğrencilerin zihninde oluşacak tutarsızlıklar öğretimin verimliliğini azaltarak öğrenme sürecini olumsuz etkileyebilir. Özellikle öğrencilerin kavramlara ilişkin günlük yaşamlarında edindikleri yanlış öğrenmeler, öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmaktadır. Kavram yanlışları öğrenme süreçlerini olumsuz yönde etkilemekte ve bu yanlışların tespit edilip düzeltilmesini de oldukça zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, ders ortamı planlanırken öğrencilerin mevcut kavram yanlışları mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır (Nakiboğlu ve Özkılıç, 2005). Ancak yapılan araştırmalar, öğrencilerin bu kavrama ilişkin anlamalarının çoğu zaman yüzeysel olduğunu ve günlük yaşam deneyimlerinden kaynaklanan yanlış çıkarımlarla kavram yanlışları geliştirdiklerini göstermektedir (Özdemir, 2007; Yalçın & Köybaşı Şemin, 2024).

Alan yazın taraması neticesinde fen bilimleri alanında sürdürülebilir kalkınma konusunda pek çok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Özerdinç, Kızılay ve Hamalosmanoğlu (2022) yaptıkları çalışmada Türkiye'de 2010-2020 yılları arasında eğitimde sürdürülebilir kalkınma konusunda yürütülen çalışmalar incelenmiştir. İnceleme kapsamına 34 lisansüstü tez ile 11 makale dâhil edilmiştir. Yayın türlerine göre dağılım incelendiğinde, çalışmaların büyük çoğunluğunun yüksek lisans tezlerinden oluştuğu görülmektedir. Genel olarak lisansüstü tez sayısı, makale sayısına kıyasla daha fazladır. Yıllara göre dağılım incelendiğinde ise özellikle 2020 yılına gelindiğinde önceki yıllara göre artış gösteren çalışma sayısının aniden azaldığı dikkat çekmektedir. Bu durumun, 2020 yılına ait çalışmaların veri tabanlarında henüz yer almamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çetin ve Çetin (2023) çalışmalarında öğretmenlerin sürdürülebilirlik kavramına ilişkin algıları ele alınmış, öğretmenlerin bu kavrama ilişkin neler algıladıkları, kavramın eğitim içerisindeki rolü ve kavramın eğitim müfredatındaki yeri incelenmiştir. Nitel araştırma yöntemi ile yürütülen bu çalışma sonunda kavramın mesleki

açından önemli olduğu, müfredat içerisinde ise yeterince yer almadığı bulgularına ulaşılmıştır. Ayrıca sürdürülebilir kalkınmaya yönelik eğitimlerin erken yaştan itibaren öğretilmeye başlanması gerektiği ve öğretmenlerin sürdürülebilirlik temalı projelerde yeteri kadar yer almaması da araştırmada elde edilen diğer bulgular arasındadır.

Ateş (2019) yaptığı çalışmada 2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı içerisinde; program amaçlarında sürdürülebilir kalkınmanın ne düzeyde yer aldığı, hangi boyutlarının yer aldığı, sınıf düzeylerine göre nasıl bir dağılım gösterdiği ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgili kazanımlara tüm kazanımlar içerisinde ne düzeyde yer verildiği incelenmiştir. Çalışma sonucunda programda belirlenen 10 amaç içerisinde dört amacın sürdürülebilir kalkınma konusu ile ilgili olduğu ve programda genel olarak küresel ısınma gibi çevre konularının, geri dönüşüm ve atık dönüşümünün, insan ve doğa arasındaki ilişkinin, sağlığın öneminin ve sigaranın bırakılması ve organ bağışi gibi toplumsal bilinçlenmenin yer aldığı belirlenmiştir.

Bunların yanı sıra eğitimde sürdürülebilir kalkınmaya yönelik görüşlerin (Er ve Çoruhlu, 2017; Uğraş ve Zengin, 2019), tutumların (Gökmen, Solak ve Ekici, 2024), farkındalıkların (Çobanoğlu ve Türer, 2015) incelendiği birçok araştırma yer almaktadır. Fakat konuyla ilgili alan yazında yapılmış çalışmalar incelendiğinde sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin kavram yanlışlarını içeren çalışmaya rastlanmamıştır.

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli çerçevesinde geliştirilen Fen Bilimleri öğretim programı öğrencilerin doğal kaynakları verimli kullanma, çevre sorunlarına duyarlılık geliştirme ve bu sorunlara çözüm önerileri sunma yeteneklerini artırmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda sürdürülebilir okuryazar becerisine sahip bireylerin yetiştirilmesinde sürdürülebilir kalkınma kavramının doğru anlaşılması oldukça önemlidir. Öğrencilerin bu kavrama dair yanlışlarını ortaya çıkarmak, öğretim sürecinin verimliliğinin artmasına ve kalıcı öğrenmenin desteklenmesine katkı sağlamaktadır. Bu çalışma ile elde edilecek bulgular, ilerleyen araştırmalar için yol gösterici olabileceği gibi öğretmenlere de sınıf içi uygulamalarını geliştirme fırsatı sunacaktır.

Bu doğrultuda araştırmanın amacını; 6. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik sahip oldukları olası kavram yanlışlarının belirlenmesi oluşturmaktadır. Buradan hareketle 6. sınıf öğrencilerine üç aşamalı kavram yanlış testi uygulanmış ve öğrencilerin hem bilişsel hem de gerekçelendirme becerilerine ilişkin veriler elde edilmiştir.

1.2. Problem Cümlesi

6. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik öğrencilerde hangi kavram yanlışları görülmektedir?

2. Yöntem

Bu araştırma betimsel tarama modelinde yürütülmüştür. Tarama modelleri geçmişte yahut halen devam eden bir durumu olduğu haliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yöntemidir (Karasar, 2012). Araştırmanın çalışma grubunu, 2025–2026 eğitim-öğretim yılında bir devlet okulunda öğrenim gören 29 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

2.1. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak üç aşamalı kavram yanlışlığı belirleme testi kullanılmıştır. Testin ilk aşaması öğrencilerin kavramsal bilgilerini ölçen çoktan seçmeli maddelerden, ikinci aşaması seçimlerinin nedenini belirten açıklamalardan ve üçüncü aşaması ise cevaplarına ilişkin güven düzeylerini belirleyen maddelerden oluşmuştur. Söz konusu kavram yanlışlığı belirleme testi Tunç, Akçam ve Dökme (2012)'nin yaptıkları 'Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bazı Fizik Konularındaki Kavram Yanılgıları ve Araştırmada Uygulanan Tekniğin Araştırma Sonucuna Etkisi' adlı çalışmada tanımlanan kuramsal ve biçimsel ilkeler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Geliştirilen testte, 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında hazırlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına göre 5. Sınıf 7. Üniteye yer alan "Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm" ünitesindeki öğrencilerin evsel atıklarda geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddeleri sınıflandırabilmeleri; kaynakları etkili kullanma ve geri dönüşümün önemine ilişkin çıkarım yapabilmeleri gibi öğrenme çıktıları dikkate alınmıştır. 5. Sınıf öğrencileri henüz bu üniteyi görmediği için, 2024-2025 öğretim yılında bu konuyu gören ve 2025-2026 öğretim yılında 6. Sınıf olan öğrencilere geliştirilen kavram yanlışlığı belirleme testi uygulanmıştır. Hazırlanan kavram yanlışlığı testine verilen cevaplar analiz edilmiş, olası kavram yanlışlıkları belirlenerek, önerilere yer verilmiştir.

3. Bulgular

Öğrencilerin her bir soru için vermiş oldukları cevaplar aşağıda açıklanmış ve yorumlanmıştır. Sorularda beklenen cevaplar "*" ile işaretlenmiştir.

A) 1.1.AŞAMA

Sürdürülebilir kalkınmanın son yıllardaki önemi daha çok anlaşılmaktadır. 2030 yılına kadar çözüme ulaştırılmak üzere, BM' e üye ülkeler tarafından 17 tane sürdürülebilir kalkınma amacı oluşturulmuştur. Size göre aşağıda verilen önermelerden hangisi sürdürülebilir kalkınma kavramını en iyi açıklamaktadır?

- A) Sadece çevrenin korunmasını sağlamak
- B) Daha fazla su kaynakları kullanmak
- C) Doğal kaynakların hızlı tüketilmesini sağlamak
- *D) Şimdiki ve geleceğin kaynaklarını güvence altına almak

1.2.AŞAMA

Yukarıdaki cevabı seçme nedeniniz, aşağıdaki seçeneklerden hangisinde yer almaktadır?

- *A) Gelecek nesillere yaşanılabilir alan bırakmak
- B) Enerji tüketimini arttırmak
- C) Sadece hayvanların yaşam alanını korumak
- D) Yeni enerji kaynaklarına yönelmemek

1.3.AŞAMA

Yukarıdaki seçenekleri işaretlerken ne kadar eminsiniz?

- A) Eminim
- B) Emin değilim

1.1. aşaması için öğrencilerden beklenen cevap D şıkkı olmuştur. Öğrencilerin vermiş olduğu cevaplar Tablo 1' de görülmektedir.

Tablo 1. Öğrencilerin 1.1. sorusuna ilişkin verdikleri cevapların frekans dağılımı

Cevaplar	f
C	2
D*	27
Toplam	29

Tablo 1 incelendiğinde öğrencilerin 27’si sürdürülebilir kalkınma kavramını doğru ifade etmiştir. Sadece 2 öğrenci farklı bir tanımlamayı seçmiştir. Bu iki öğrenci sürdürülebilir kalkınma kavramını “*Doğal kaynakların hızlı tüketilmesini sağlamak*” olarak ifade etmiştir.

Tablo 2’ de öğrencilerin ilk aşamada seçtikleri cevabın nedenleri yer almaktadır.

Tablo 2. Öğrencilerin 1.1. Sorusu için verdikleri cevapların nedenlerine ilişkin frekans dağılımı

Cevaplar	f
A*	27
B	2
Toplam	29

Tablo 2 incelendiğinde 27 öğrencinin sürdürülebilir kalkınma kavramını açıklayan seçeneği doğru olarak işaretlediği görülmüştür.

Tablo 3’de öğrencilerden birinci ve ikinci aşamada yanlış seçenekleri seçen ve üçüncü aşamada “Eminim” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin frekans dağılımı görülmektedir. Bu yapılan analizle kavram yanlışlığı olan öğrenci sayısı belirlenmek istenmiştir.

Tablo 3. Öğrencilerin 1.1 ve 1.2 ve 1.3 cevaplarına ilişkin çapraz tablo analizi					
			1.2		Toplam
			A*	B	
1.3	A*	1.1 C	0	1	1
		D*	24	0	24
	B	1.1 C	0	1	1
		D*	3	0	3

Tablo 3 incelendiğinde, öğrencilerden birinci ve ikinci aşamada yanlış ve üçüncü aşamada “Eminim” diyen öğrenci sayısı 1 kişidir. Dolayısı ile birinci soru için öğrencilerin kavram yanlışlığının olmadığı ifade edilebilir.

B) 2.1.AŞAMA

Sürdürülebilir bir yaşam için ülkelerin farklı alanlarda uygulamalar yaptığı görülmektedir. Bu uygulamalar sağlık, eğitim vb. alanlarda olabilmektedir. Buna göre aşağıdaki uygulamalardan hangisi sürdürülebilir kalkınma amacına katkı sağlar?

- A) Evde kömürlü soba kullanmak.
- B) Elektrikli araç yerine benzinli araç kullanmak.
- C) Ev ve iş yerlerinde ısınmak için doğalgazı kullanmak.
- *D) Fabrika çatılarına güneş enerjisi takmak.

2.2.AŞAMA

Yukarıdaki cevabı seçme nedeniniz, aşağıdaki sürdürülebilir kalkınma amacı uygulamaları için bir açıklama oluşturur?

- A) Yakıldığında havaya gaz salınımı yapar.
- *B) Kendini yenileyebilir ve hemen tükenmez.

- C) Sadece otomobil ve motorlarda kullanılır.
D) Yeraltında kalmış fosillerden oluşur.

2.3.AŞAMA

Yukarıdaki seçenekleri işaretlerken ne kadar eminsiniz?

- A) Eminim
B) Emin değilim

2.1. aşaması için öğrencilerden beklenen cevap D şıkkı olmuştur. Öğrencilerin vermiş olduğu cevaplar Tablo 4’ te görülmektedir.

Tablo 4. Öğrencilerin 2.1. sorusuna ilişkin verdikleri cevapların frekans dağılımı

Cevaplar	f
B	1
C	1
D*	27
Toplam	29

Tablo 4 incelendiğinde öğrencilerin 27’si sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik uygulamalar için doğru cevabı seçmişlerdir. Sadece 2 öğrenci farklı açıklamaları seçmişlerdir. Bu açıklamalar ise, “*Elektrikli araç yerine benzinli araç kullanmak*” ve “*Ev ve iş yerlerinde ısınmak için doğalgazı kullanmak*” olmuştur.

Tablo 5’ te öğrencilerin ilk aşamada seçtikleri cevabın nedenleri yer almaktadır.

Tablo 5. Öğrencilerin 2.1. sorusu için verdikleri cevapların nedenlerine ilişkin frekans dağılımı

Cevaplar	f
A	3
B*	25
D	1
Toplam	29

Tablo 5 incelendiğinde öğrencilerin 25’i sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik uygulamalar için işaretledikleri seçeneklerin açıklamalarını doğru olarak belirtmişlerdir. 4 öğrenci farklı nedenleri seçmişlerdir. Bu açıklamalar ise, “*Yakıldığında havaya gaz salınımı yapar*”, “*Yeraltında kalmış fosillerden oluşur.*” olmuştur.

Tablo 6’da öğrencilerden birinci ve ikinci aşamada yanlış seçenekleri seçen ve üçüncü aşamada “Eminim” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin frekans dağılımı görülmektedir. Bu yapılan analizle kavram yanılgısı olan öğrenci sayısı belirlenmek istenmiştir.

Tablo 6. Öğrencilerin 2.1 ve 2.2 ve 2.3 cevaplarına ilişkin çapraz tablo analizi

				2.2	Toplam	
				A	B*	D
2.3	A*	2.1 B	0	1	0	1
		C	0	0	1	1
			3	19	0	22
	D*					
	B	2.1 D*		5		1
						3

Tablo 6 incelendiğinde, öğrencilerden birinci ve ikinci aşamada yanlış ve üçüncü aşamada “Eminim” diyen öğrenci sayısı 1 kişidir. Dolayısı 1 öğrencinin kavram yanılgısına sahip olduğu görülmüştür. Bu kavram yanılgısı “*Ev ve iş yerlerinde ısınmak için doğalgazı kullanmak*” bunun açıklaması olarak da “*yer altında kalmış fosillerden oluşur*”

ifadelerini içermektedir.

C) 3.1.AŞAMA

İnsanların günlük yaşamlarında sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik davranışlar sergilemesi beklenmektedir. Aşağıdakilerden hangisi sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik bir davranışa örnek gösterilebilir?

- A) Bulaşık yıkarken suyu açık bırakmak.
- B) Tek kullanımlık çatal kaşıkla yemek yemek.
- C) Geri dönüşüm malzemelerini tek bir kutuda toplamak.
- *D) Şehir merkezlerinde gereksiz yere yanan lamba sayılarını azaltmak.

3.2 AŞAMA

Yukarıdaki cevabı seçme nedeniniz, aşağıdaki seçeneklerden hangisinde yer almaktadır?

- *A) Enerji israfını önlemek
- B) Tek bir kutu ile görüntü kirliliğini önlemek
- C) Kaynakların gereksiz kullanımını arttırmak
- D) Çevreye daha çok atık madde çıkarmak

3.3.AŞAMA

Yukarıdaki seçenekleri işaretlerken ne kadar eminsiniz?

- A) Eminim
- B) Emin değilim

3.1. aşaması için öğrencilerden beklenen cevap D şıkkı olmuştur. Öğrencilerin vermiş olduğu cevaplar Tablo 7’ de görülmektedir.

Tablo 7. Öğrencilerin 3.1. sorusuna ilişkin verdikleri cevapların frekans dağılımı

Cevaplar	f
A	1
B	2
C	3
D*	23
Toplam	29

Tablo 7 incelendiğinde öğrencilerin 23’ü sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik uygun bir davranış için doğru cevabı seçmişlerdir. Sadece 6 öğrenci farklı açıklamaları seçmişlerdir. Bu açıklamalar ise, “*Bulaşık yıkarken suyu açık bırakmak*”, “*Tek kullanımlık çatal kaşıkla yemek yemek*” ve “*Geri dönüşüm malzemelerini tek bir kutuda toplamak*” olmuştur.

Tablo 8’de öğrencilerin ilk aşamada seçtikleri cevabın nedenleri yer almaktadır.

Tablo 8. Öğrencilerin 3.1. sorusu için verdikleri cevapların nedenlerine ilişkin frekans dağılımı

Cevaplar	f
A*	15
B	1
C	13
Toplam	29

Tablo 8 incelendiğinde öğrencilerin 15’i sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik uygun bir davranış için işaretledikleri seçeneklerin açıklamalarını doğru olarak belirtmişlerdir. 14 öğrenci farklı nedenleri seçmişlerdir. Bu

açıklamalar ise, “*Tek bir kutu ile görüntü kirliliğini önlemek*” ve “*Kaynakların gereksiz kullanımını arttırmak*” olmuştur.

Tablo 9’da öğrencilerden birinci ve ikinci aşamada yanlış seçenekleri seçen ve üçüncü aşamada “Eminim” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin frekans dağılımı görülmektedir. Bu yapılan analizle kavram yanlışlığı olan öğrenci sayısı belirlenmek istenmiştir.

Tablo 9. Öğrencilerin 3.1 ve 3.2 ve 3.3 Cevaplarına İlişkin Çapraz Tablo Analizi						
			3.2			Toplam
			A*	B	C	
3.3	A*	3.1 B	1	0	1	2
		C	1	1	0	2
			12	0	10	22
	D*	3.1 A	0		1	1
		C	0		1	1
			1		0	1

Tablo 9 incelendiğinde, öğrencilerden birinci ve ikinci aşamada yanlış ve üçüncü aşamada “Eminim” diyen öğrenci sayısı 2 kişidir. Dolayısı 2 öğrencinin kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmüştür. Bu kavram yanlışlığı 3.1 için “*tek kullanımlık çatal kaşıkla yemek yemek*” bunun açıklaması olarak da “*kaynakların gereksiz kullanımını arttırmak*” ifadelerini içermektedir. Bir başka öğrenci ise 3.1 için “*geri dönüşüm malzemelerini tek bir kutuda toplamak*” bunun nedeni olarak da “*tek bir kutu ile görüntü kirliliğini önlemek*” ifadelerini belirtmiştir.

4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada 6. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınma ile ilgili kavram yanlışlıkları üç aşamalı bir test ile incelenmiştir. Araştırmanın ilk sorusu ile ilgili veriler, 29 öğrenciden 27’sinin hem tanımı hem de gerekçesini doğru bir şekilde ifade ettiğini göstererek, öğrencilerde sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik kavramla ilgili belirgin bir kavram yanlışlığı olmadığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, öğrencilerin sürdürülebilir kalkınmanın asıl amacını ve gelecek nesiller için kaynakların korunması fikrini doğru bir şekilde anladıklarını göstermektedir.

İkinci soruya ilişkin bulgular incelendiğinde, öğrencilerin yenilenebilir enerji kullanımının sürdürülebilirlik için gerekliliğini kavradığını, ancak az da olsa doğal gaz kullanımının sürdürülebilir bir kaynak olarak düşünülmesi gibi kavram yanlışlıklarının bulunduğu göstermektedir.

Üçüncü soruda ise, öğrencilerin 23’ü sürdürülebilir kalkınma amacına uygun bir davranışı doğru bir şekilde seçmiştir. Ancak, gerekçe açıklama sürecinde doğru yanıt veren öğrenci sayısı 15’e düşmüştür. Üç aşama bir arada değerlendirildiğinde, 2 öğrencinin kavram yanlışlığı yaşadığı görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin sürdürülebilir yaşam davranışlarına dair örnekleri doğru bir şekilde ayırt edebilmelerine rağmen, gerekçelendirme sırasında kavramlar arasında bağlantı kurmada zorluk çektiklerini ortaya koymaktadır.

Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında, öğrencilerin sürdürülebilir kalkınmanın temel tanımını ve hedeflerini anladıkları; ancak kavramın değişik örnek ve durumlarla ilişkilendirilmesi sırasında bazı kavram yanlışlıklarının ortaya çıktığı görülmektedir. Benzer bir şekilde, Akgün (2021) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin yenilenebilir enerji kaynakları ve sürdürülebilirlik konusunda sahip oldukları algılar

incelenmiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin sürdürülebilirlik ve yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi sahibi oldukları, fakat bu kavramları ilişkilendirirken sürdürülebilirlik açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini vurgulamakta yetersiz kaldıkları belirlenmiştir. Bu durum, kavram bilgisinin doğru olmasına rağmen kavramlar arasındaki ilişki kurma seviyesinin farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Topal ve Keleş (2024) tarafından yapılan, ortaokul 6-7-8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşam kavramları hakkında bilişsel yapılarının ortaya konulması ve kavramlar arası ilişkilerin sınıf düzeylerine göre farklılık gösterip göstermediğinin tespit edildiği çalışmada da öğrencilerin sürdürebilir yaşam tarzı algıları ile ilgili temel bilgilere sahip oldukları fakat bu kavramlar konusunda çok sayıda bilgi eksiklikleri olduğu tespit edilmiştir.

Bu çerçevede, sürdürülebilir kalkınmanın sadece kavramsal anlamda öğretilmesi yerine, öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilişkilendirebileceği etkinliklere, uygulamalara ve problem çözme yöntemlerine daha fazla önem verilmesi gerektiği önerilmektedir. Kavram yanılgıları az düzeyde gözlemlense de, bu durum kavramların kalıcı bir şekilde öğrenilmesinin uygulama ve ilişkilendirme süreçleriyle desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Kaynakça

- Akgün, S. (2021). 8. Sınıf öğrencilerinin yenilenebilir enerji kaynakları ve sürdürülebilirlik kavramına yönelik algılarının incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ateş, H (2019). Fen bilimleri öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından analizi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty)*, 16(1), 101-127. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2019.120>.
- Coşkun, A (2024). Cumhurbaşkanlığı sürdürülebilir kalkınma amaçları'nın eğitim programlarına entegrasyonu üzerine bir deneme. *Babur Research*, 3 (1), 1-40.
- Çetin, O., & Çetin, N. E. (2023). Öğretmenlerin sürdürülebilir kalkınma kavramına ilişkin algıları. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 10(98), 2108-2116. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8307126>.
- Çobanoğlu, O., & Türer, B. (2015). Fen bilgisi ve sosyal bilgiler öğretmenlerinin sürdürülebilir kalkınma farkındalıklarının belirlenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, (5), 235-247.
- Er, S. & Çoruhlu, T. Ş. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının perspektifinden sürdürülebilir kalkınma kavramı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 562-580.
- Erdem, M., Meriç, E. & Meriç, A. (2019). İlkokul öğrencilerinin çevresel farkındalıklarının çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat (J-STEAM) Eğitim Dergisi*, 2(1), 21-38.
- Gökmen, A., Solak, K., & Ekici, G. (2024). Sürdürülebilir kalkınma için eğitim: öğretmen adaylarının tutumları ile ilişkili olan faktörler. *Kesit Akademi Dergisi*, (12), 462-480.
- Karasar, N. (2012). Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, ilkeler, teknikler. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- MEB (2024). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*, Milli Eğitim Bakanlığı: Ankara.
- Nakiboğlu, C., & Özkılıç Arık, R. (2005). 4. Sınıf öğrencilerinin “gazlar” ile ilgili kavram yanılgılarının V-diyagramı kullanılarak belirlenmesi. *Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 1–17.

- Özdemir, O. (2007). Yeni Bir Çevre Eğitimi Perspektifi: "Sürdürülebilir Gelişme Amaçlı Eğitim". *Eğitim ve Bilim*, 32(145), 23-39.
- Özerdinç, F., Kızılay, E., & Hamalosmanoğlu, M. (2022). *Eğitimde sürdürülebilir kalkınma ile ilgili yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 33-51. <https://doi.org/10.38122/ased.976188>.
- Topal, E., & Keleş, Ö. (2024). Ortaokul 6-8. Sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşam kavramlarına yönelik bilişsel yapılarının incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 11(2), 43-59.
- Tunç, T. Akçam, H. K. ve Dökme, İ. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı fizik konularındaki kavram yanlışları ve araştırmada uygulanan tekniğin araştırma sonucuna etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(3), 137-153.
- Uğraş, M. & Zengin, E. (2019). Sınıf öğretmeni adaylarının sürdürülebilir kalkınma için eğitim ile ilgili görüşleri. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 12(1), 298- 315. <http://dx.doi.org/10.30831/akukeg.442751>.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.
- Yalçın, K., & Köybaşı Şemin, F. (2024). Sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilir eğitime ilişkin öğrenci görüşleri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(1), 171-207. <https://doi.org/10.17152/gefad.1187974>.

Konferans Başkanı

Aslıhan Sezgin

Oturum Başkanları

Ali Rıza Akdeniz

Ayşe Zeynep Şen

Baki Karaböce

Büşra Bakioğlu

Filiz Gülhan

Gamze Yayla Eskici

Haluk Özmen

Keziban Orbay

M. Said Doğru

Merve Polat

Murat Demirbaş

Mustafa Şahin Bülbül

Nida Emül

Nurcan Bilgili Güngör

Salih Değirmenci

Seda Okumuş

Şerif Barış

Tolga Saka

Uluhan Kurt

Ümmü Gülsüm Durukan

Düzenleme Komitesi Üyeleri

Cem Çelebi

Faruk Karaaslan

Orhan Karamustafaoğlu

Ertuğrul Kılıç

Hasan Ogan

Salih Polat

Konferans Koordinatörleri

Hüseyin Miraç Pektaş

Gökhan Sontay

Burcu Torun

Hüseyin Yolcu

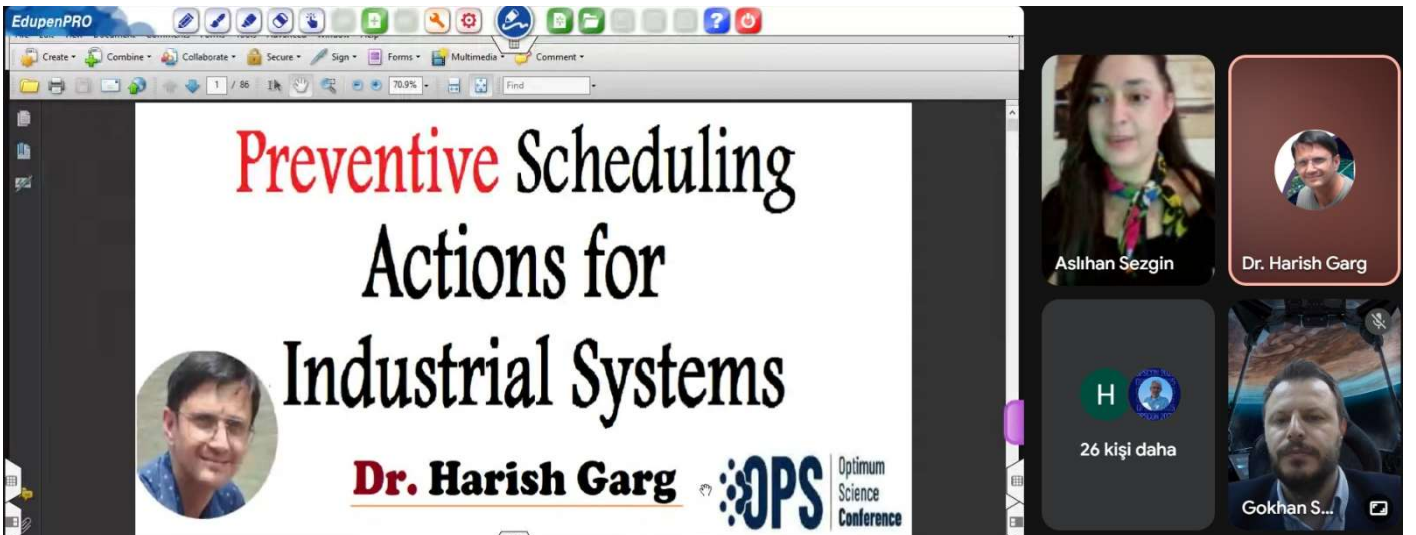
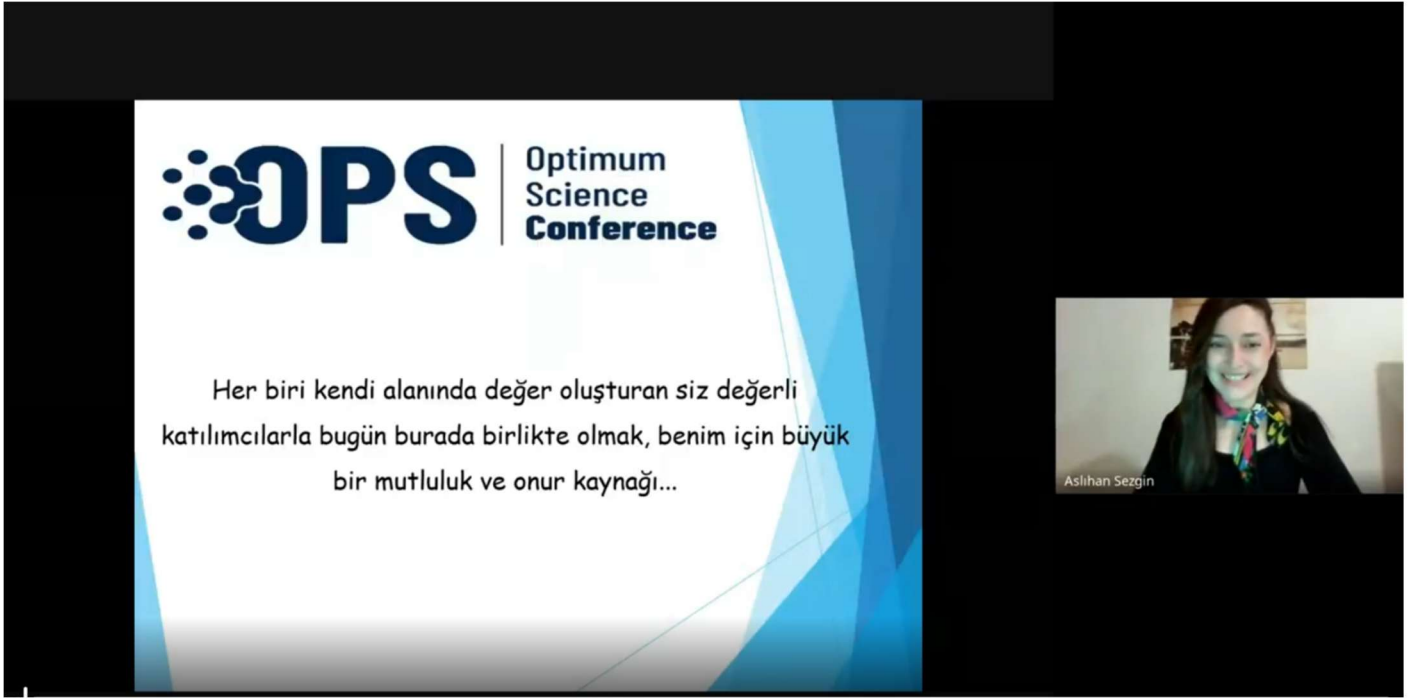
Katılımcılar

- Ahmet Bolat
- Ahmet Can Temiz
- Ahmet Mücahit Demirci
- Aleyna İlgin
- Ali Rıza Akdeniz
- Arda B. Tank
- Arzu Cansaran
- Arzu Kirman Bilgin
- Arzu Varol
- Asım Çoban
- Aslı Yekbaş
- Aslıhan Sezgin
- Ayşe Kaya
- Ayşe Zeynep Şen
- Bahar Candaş

- Latif Barış Akman
- M. Said Doğru
- Masume Tetik
- Md Ibrahim Kholil
- Mehmet Dağ
- Melda Patan Alper
- Melike Beker Baş
- Merve Polat
- Mihrican Uçan
- Muhammed Samet Soylu
- Muhammet Fatih Doğan
- Murat Demirbaş
- Murat Kurt
- Murat Sarıalioğlu
- Mustafa Şahin Bülbül

- Baki Karaböce
- Begüm Şahin
- Berna Gücüm
- Betül Özarendeli
- Buket Çobanoğlu
- Burcu Torun Karakuş
- Büşra Bakioğlu
- Büşra Çelik
- Büşra Güleç
- Büşra Sümeyye Hanözü
- Cansu Söylemez
- Çağdaş İskender Demirok
- Devrim Erginsoy Osmanoglu
- Dilan Adıyaman
- Ebru Tayyar
- Ege Eraydın
- Elif Başaran
- Elif Özbek
- Emre Erden
- Endri Maloku
- Esra Altaylı Bayram
- Eylül Şenyiğit
- F. Dilay Çetin
- Fatih Karakuş
- Fatma Kübra Uyar
- Feyzanur Ak
- Filiz Gülhan
- Furkan Bacanak
- Gamze Kukuş
- Gamze Yayla Eskici
- Gizem Köse
- Gökhan Güler
- Gökhan Sontay
- Gülse Erarslan
- Gülseren Canseli Elver
- Hale Çakır
- Haluk Özmen
- Harish Garg
- Hicran Gökat
- Hüseyin Miraç Pektaş
- Hüseyin Okan Durmuş
- Hüseyin Şansal Ayvaz
- Hüseyin Yolcu
- İbrahim Durak
- İsmail Öner
- Kadir Ulaş Tekmanlı
- Kerem Günay
- Keziban Orbay
- Kubilay Dagtoros
- Mustafa Kemal Öztürk
- Nazlı Helin Çam
- Nazlım Kumova
- Nazmiye Başer
- Nenad Stojanović
- Neslihan Keskin
- Nida Emül
- Nurcan Bilgili Güngör
- Nursena Gülek
- Oğuzhan Kızılbey
- Ömer Çolak
- Özlem Bayal
- Pınar Gözaydın
- Rumeysa Can Toraman
- S. Berra Mete
- Salih Değirmenci
- Saliha Oruç
- Seda Okumuş
- Selma Cilban
- Selma Selçuk
- Sena Demirkaya
- Sevilay Karamustafaoğlu
- Sezgin Bakırdere
- Sude Karsak
- Sujan Pant
- Sultan Öksüz
- Süleyman Özçelik
- Şenay Özen Altınkaynak
- Şerif Barış
- Tarık Asar
- Thiagarajan Manikantan
- Thiti Gaketem
- Tibet Şirvancı
- Tolga Saka
- Tufan İnaltekin
- Uluhan Kurt
- Ümit Şimşek
- Ümmü Gülsüm (İyibil) Durukan
- Ümmügülsüm Altun
- Volkan Demir
- Volkan Göksu
- Yağmur Abazlıoğlu
- Yasin Çalışır
- Yunus Ünal
- Zeynep Kanberoğlu
- Zeynep Özkan
- Ziya Elri

IMAGES FROM THE CONFERENCE



PURPOSES OF ANALYTICAL CHEMISTS???

Develop new ways to make sensitive and accurate measurements

High accuracy and precision

Trace analyte determination

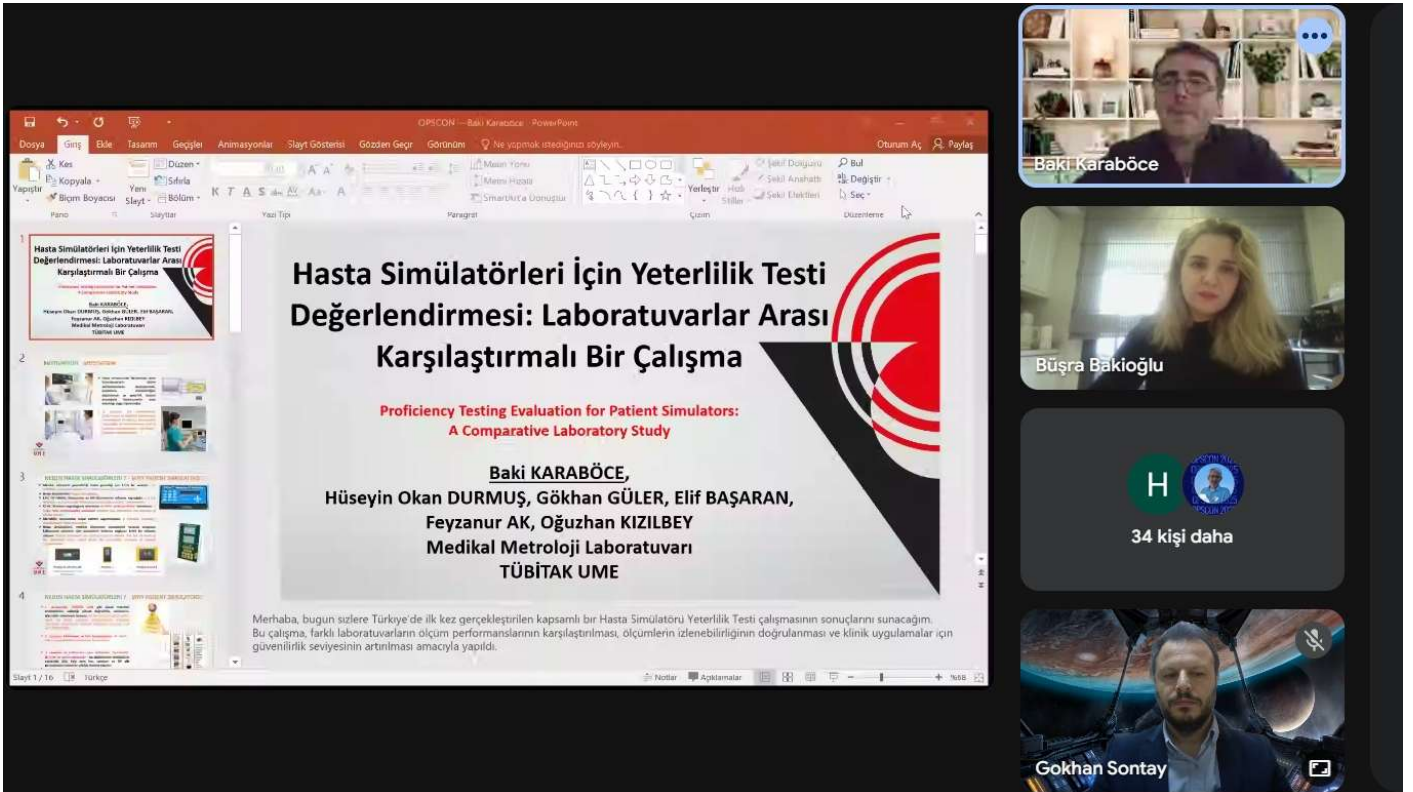
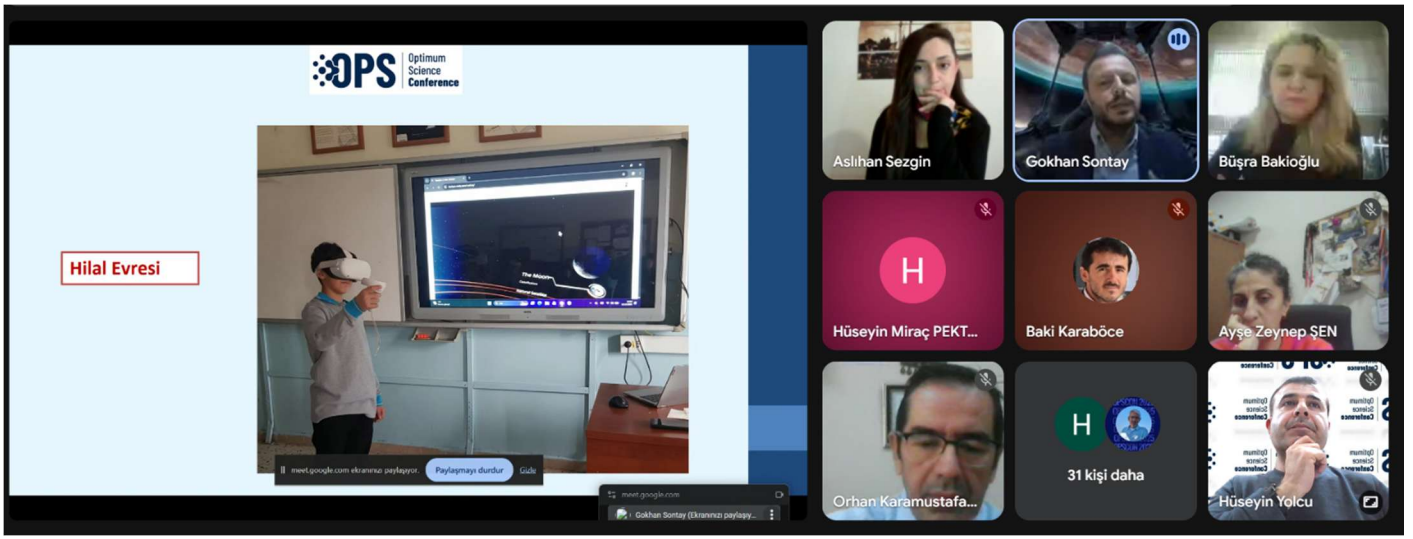
Kayıt

Görüntülü görüşmeniz kaydediliyor

Kayıt, Hasan Ongan adlı kullanıcının Google Drive'daki Meet Kayıtları klasörüne kaydedilecek. Uygun olduğunda, Takvim etkinliğine bir bağlantı eklenir ve bir bildirim e-postası gönderilir.

Kayıdı durdur

304



Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin motivasyon ve kaygı düzeyleri üzerine etkisi

Dr. Hüseyin YOLCU
II Milli Eğitim Müdürlüğü, Amasya

ISBN: 978-625-97677-2-7 No:3

Optimum Science Conference 2025

Aslıhan Sezgin

Hüseyin Yolcu

36 kişi daha

Gokhan Sontay

Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Alan Bilgilerinin İncelenmesi: Algoritma

Examining the mathematical content knowledge of secondary school mathematics teacher candidates: Algorithm

Nida EMÜL
Amasya Üniversitesi

Optimum Science Conference

NIDA EMÜL

M. Said Doğru

Pınar Gözyıldın

Kazıban Orbay

Muhammet Fatih Doğan

Hasan Ongan

Gemze Ela Kukuş

Filiz Gülhan

27 kişi daha

Aslıhan Sezgin

Sismik Boşluk Bölgelerinin Deprem Riski (Tüm Veri)

Hüseyin Yolcu (Ekranını paylaşıyor ve not ekliyor)

0:52

Baki Karaböce

Hüseyin Yolcu

Serif Baris

ziya elri

Orhan Karamus...

Hüseyin Okan D...

Hasan Ongan

NIDA EMÜL

Gokhan Sontay

Fatma Melida Pa...

25 kişi daha

tam boyutta gör

2018 ve 2024 Öğretim Programlarıyla Öğrenim Görmüş Ortaokul Öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay Konularındaki Başarılarının Karşılaştırılması

Yüksek Lisans Öğrencisi Hale ÇAKIR
Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ

Comparison of the Achievement of Middle School Students Educated with the 2018 and 2024 Curricula in the Topics of the Sun, Earth, and Moon

Graduate Student Hale ÇAKIR
Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ



-40 °C ile 420 °C Aralığında Göstergeli Sıcaklık Ölçerlerin Kalibrasyonuna Yönelik Yeterlilik Testi En ve Zeta Skoru Değerlendirmesi

Proficiency Test for Calibration of Digital Thermometer in the Range of -40 °C to 420 °C, En and Zeta Score Assessment

Yeditepe Üniversitesi, Fizik Bölümü

Doç. Dr. Melda PATAN ALPER
Arda B. Tank , Buket Çobanoğlu , Ege Eraydın , Endri Maloku ,
F. Dilay Çetin , Kerem Günay , Masume Tetik , Nazlım Kumova ,
Ömer Çolak , S. Berra Mete , Tibet Şırvancı , Volkan Demir



Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Girişimcilik Becerilerinin Çizimler Yoluyla Analizi*

Arzu Kırmızı Bilgin¹ , Tufan İnaltekin² , Devrim Erginsoy Osmanoğlu³ ,
Şenay Özen Altınkaynak⁴



Doç. Dr. ARZU KIRMAN BİLGİN

Dede Korkut Eğitim Fakültesi, Kafkas Üniversitesi, Kars,
Türkiye, arzukirmanbilgin@gmail.com





Begüm Şahin



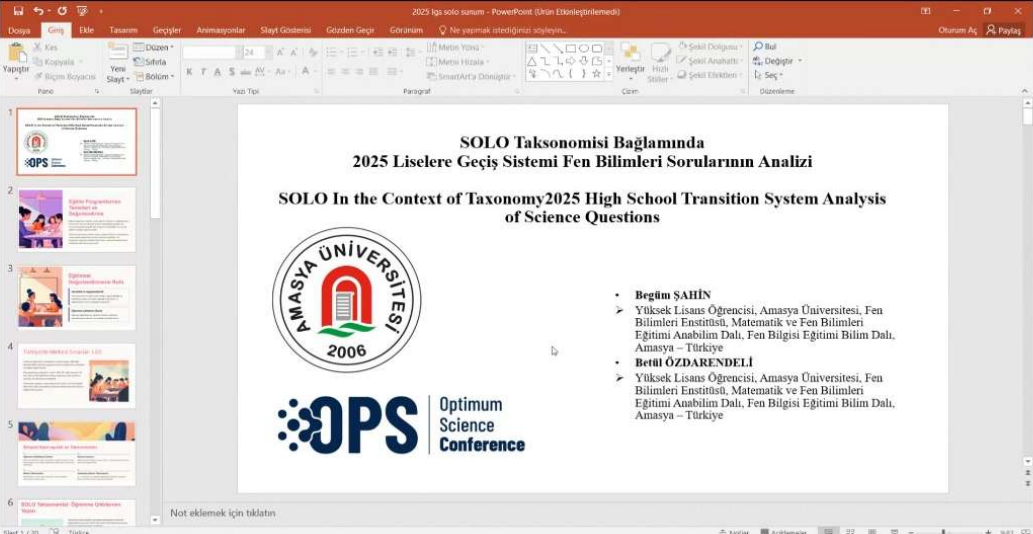
Aslıhan Sezgin



35 kişi daha



Gokhan Sontay





M. Şahin BÜLBÜK

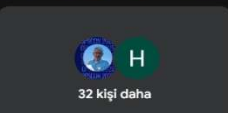
- Göbekli Tepe, insanlık tarihinin en eski ve en etkileyici anıtsal yapı komplekslerinden biridir.
- Bu yapı kompleksi, tarımın ortaya çıkmasından önce avcı-toplayıcı topluluklar tarafından inşa edilmiştir.
- T biçimli dikilitaşlar, dönemi için olağanüstü bir mühendislik ve işçilik göstermektedir.
- Uzun yıllar boyunca Göbekli Tepe'nin bir ritüel ve inanç merkezi olduğu düşünülmüştür.
- Yeni hipotez, buranın büyük ölçekli bir av tuzakı olarak da kullanılmış olabileceğini ileri sürmektedir.
- Dairesel ve yarı gömülü yapı düzeni, hayvan sürülerini yönlendirmek ve kontrol etmek için elverişli görünmektedir.
- Kooperatif avcılık, gelişmiş iletişim, güçlü sosyal bağlar ve iş bölümü gerektirir.
- Bu nedenle Göbekli Tepe, hem ekonomik hem de sosyal açıdan toplulukları bir araya getiren bir merkez olabilir.
- Gelecekte yapılacak ayrıntılı arkeolojik incelemeler, bu hipotezin doğruluğunu daha iyi ortaya koyacaktır.
- Göbekli Tepe, inançla yaşam mücadelesinin el ele ilerleyerek uygarlığın temeli oluşturduğunu göstermektedir.



NIDA EMÜL



Aslıhan Sezgin



32 kişi daha



Gokhan Sontay

Kayıt

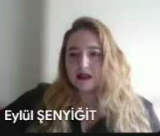


Görüntülü görüşmeniz kaydediliyor

Kayıt, Hasan Ongan adlı kullanıcının Google Drive'daki Meet Kayıtları klasörüne kaydedilecek. Uygun olduğunda, Takvim etkinliğine bir bağlantı eklenir ve bir bildirim e-postası gönderilir.

Kayıdı durdur





Eylül ŞENYİĞİT



Keziban Orbay



Merve POLAT



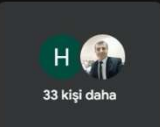
Hasan Ongan



Aslıhan Sezgin



Zeynep Ay



33 kişi daha



Gokhan Sontay

309

The screenshot shows a Google Meet interface. On the left, a presentation slide titled "SOSYAL ÖĞRENME ORTAMLARI OLARAK ÖĞRENCİ TOPLULUKLARININ ROLÜ FEN BİLGİSİ ÖĞRETİM ADAYLARI ÖRNEĞİ" is displayed. The slide features a blue geometric pattern and lists names: Zeynep Özkan, Aslı Yoktaş, Ayşe Kaya, Elif Özbek, Yagmur Abazlıoğlu, Ahmet Can Tuncel, Ruşenya Caa Toraman, and Gamze Yayıla Eskiçi. On the right, a vertical stack of participant thumbnails is visible. From top to bottom: Gamze Yayıla Eskiçi, Aslıhan Sezgin, a placeholder for 37 more people, and Gökhan Sontay. A smaller inset window shows a mobile device displaying the same presentation slide.

This screenshot shows a different Google Meet session. On the left, a presentation slide titled "Ortaokul Fen Derslerinde Klasik ve Çok Modlu Okuryazarlık Uygulamalarının Öğrenci Bakış Açısıyla Karşılaştırılması: Karma Tasarımlı Bir Çalışma" is shown. The slide lists the authors: M. Said DOĞRU, Muhammet Fatih DOĞAN, and Yunus ÜNAL. On the right, a vertical stack of participant thumbnails is visible. From left to right: M. Said Doğru, Aslıhan Sezgin, a placeholder for 27 more people, and Gökhan Sontay. The presentation software interface (Microsoft PowerPoint) is visible around the slide.

ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ YAŞAYAN ÖĞRENCİLER İÇİN FEN EĞİTİMİ ALANINDA YAPILAN TEZLERİN İNCELEMESİ: META-SENTEZ ÇALIŞMASI

Büşra Güleç
Gamze Yayla Eskici



Aslıhan Sezgin

Gamze Yayla Eskici

33 kişi daha

Gokhan Sontay

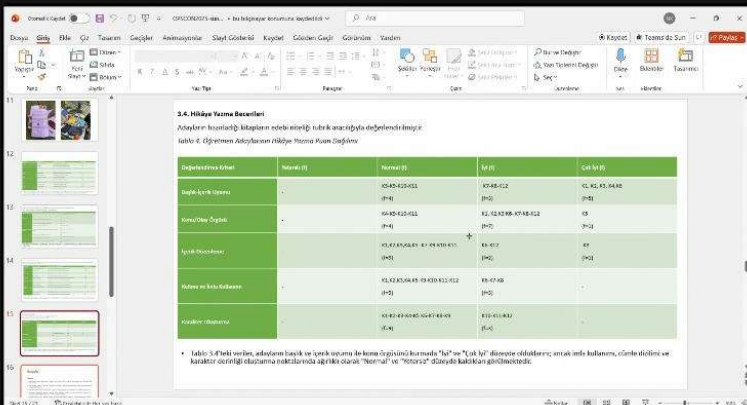


- Özer ve Demirbatır (2023a) Chrome Music Lab, Scratch Music, Groove Pizza, earSketch, UPISketch, iMuSciCA gibi müzik eğitiminde kullanılan dijital tabanlı STEAM uygulamalarının öğrencilerin yaratıcılıklarını artırdığını, derse olan ilgilerini artırdığının kanıtlandığını belirtmişlerdir. Teknoloji müzik üretimini daha yaratıcı bir eksene çekerek STEAM eğitimi için ideal bir saha oluşturmaktadır.
- Özer and Demirbatır (2023a) stated that digital-based STEAM applications used in music education such as Chrome Music Lab, Scratch Music, earSketch, UPISketch, Groove Pizza, iMuSciCA have been proven to increase students' creativity and interest in the lesson. Technology creates an ideal field for STEAM education.



Neslihan Keskin (Ekranını paylaşıyor ve not ekliyor)

6:34





2:11

Filiz Gülhan (Ekranını paylaşıyor ve not ekliyor)

- Müzik aleti tasarımları, STEAM eğitime entegrenin en çok kullanılan yollarından biri olmuştur (Cheng ve diğ., 2022; Hauze ve French, 2018; Hödl et al., 2022; Lee ve diğ., 2018; Leung, 2018; Ramsey, 2022; Shen, 2017; Özer ve Demirbatır, 2023b).
- Musical instrument designs have been one of the most used ways of integration into STEAM education (Cheng et al., 2022; Hauze & French, 2018; Hödl et al., 2022; Lee et al., 2018; Leung, 2018; Ramsey, 2022; Shen, 2017; Özer & Demirbatır, 2023b).

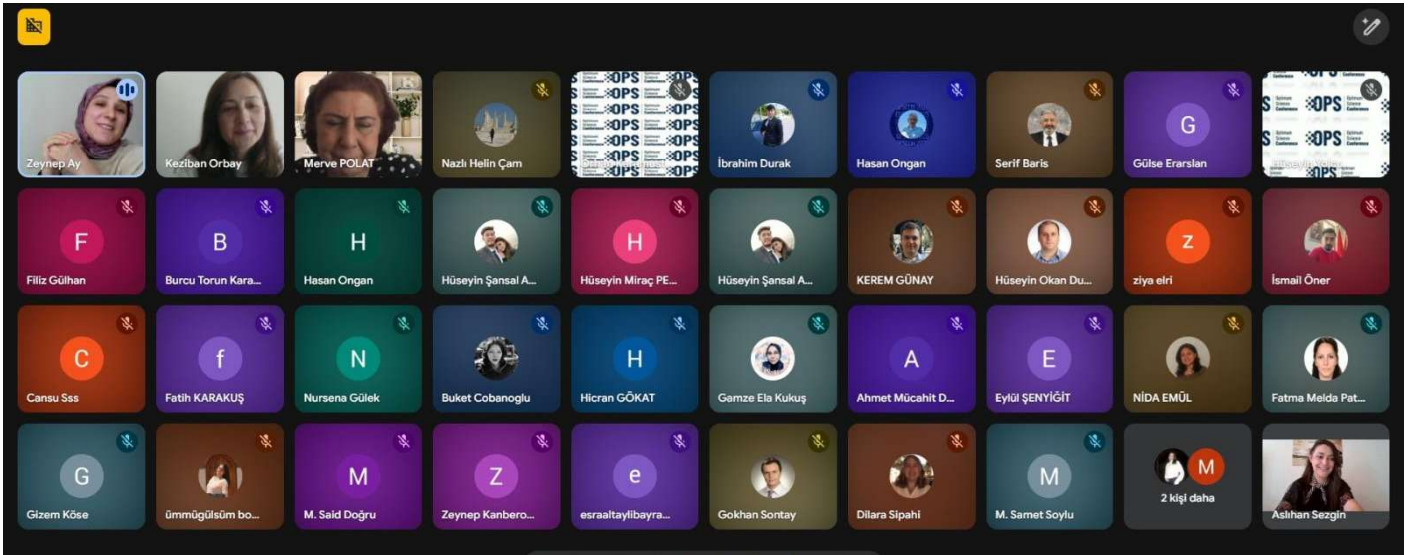
meet.google.com/ekranını-paylaşıyor... Paylaşımı durdur Güle

Pınar Gözaydın (Ekranını paylaşıyor ve not ekliyor)

Dinlediğiniz için teşekkür ederim...
Thank you for listening

Not eklemek için tıklayın

14:53 | nqj-upty-skh



Gülse Erarslan (Ekranını paylaşıyor ve not ekliyor)

4:04

Bulgular

3. Soru: 21. yüzyıl becerilerinin öğretmenlik mesleği açısından önemi nedir?

Ö5: “Öğretmen; iletişim, problem çözme, karar verme, analitik ve eleştirel düşünebilme becerilerine sahip olmalıdır. Öğrencisini yönlendirebilmesi ve rehberlik edebilmesi için çağa ve hayata uyum sağlayabilmelidir. Şu anki çağın gerekliliği olarak da 21. yüzyıl becerilerine sahip olmalı ve öğrencisini anlayarak yönlendirebilmelidir. Bu öğrenme, öğretme ortamının daha verimli olmasına katkı sağlayacaktır.”

Gamze Ela Kukuş (Ekranını paylaşıyor ve not ekliyor)

8:36

Giriş

Introduction

• Dijital topoloji, dijital uzaylarda tanımlanan ayrık yapıların biçimsel ve topolojik özelliklerini inceleyen kuramsal bir disiplindir. Sürekli topolojiden farklı olarak, ayrık uzaylarda çalışması nedeniyle görüntü işleme ve sayısal analiz için güçlü bir matematiksel temel sunar.

• Son yıllarda özellikle tıbbi görüntüleme uygulamalarında, dijital nesnelerin gürültü ve yapısal bozulmalar karşısında topolojik özelliklerini ne ölçüde koruduğu önemli bir araştırma konusu hâline gelmiştir.

Digital topology is a theoretical framework that studies the structural and topological properties of discrete objects defined in digital spaces. Unlike continuous topology, its discrete nature makes it particularly suitable for image processing and numerical analysis.

In medical imaging, the preservation of topological properties under noise and structural distortions has become an increasingly important issue.

