

ISSN : 2630 - 6301

Cilt: 15 / Özel Sayı / Mayıs 2025
Volume 15 / Special Issue / May 2025

Özel Sayı: 16. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi
Special Issue: 16th National Science and Mathematics Education Congress



TRAKYA EĞİTİM DERGİSİ

TRAKYA JOURNAL OF EDUCATION





Sahibi Trakya Üniversitesi Rektörlüğü Eğitim Fakültesi Dekanlığı Adına Prof. Dr. Eylem BAYIR	Owner On behalf of Trakya University Chancellor's Office, Faculty of Education Dean's Office Prof. Dr. Eylem BAYIR
Yazı İşleri Müdürü Dr. Öğr. Üyesi Erhan VATANSEVER	Managing Editor Asst. Prof. Dr. Erhan VATANSEVER
Editör Prof. Dr. Muharrem ÖZDEN	Editor Prof. Dr. Muharrem ÖZDEN
Editör Yardımcısı Dr. Öğr. Üyesi Gül KURUM TİRYAKIOĞLU	Associate Editor Asst. Prof. Dr. Gül KURUM TİRYAKIOĞLU
Alan Editörleri Prof. Dr. Mukadder SEYHAN YÜCEL Prof. Dr. Tuncer BÜLBÜL Prof. Dr. Emre GÜVENDİR Prof. Dr. Meltem ACAR GÜVENDİR Doç. Dr. Hüsnüye DURMAZ Doç. Dr. Figen GİRGİN Doç. Dr. Şahin DÜNDAR Doç. Dr. Seda DONAT BACIOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Özlem TUZCU Dr. Öğr. Üyesi Fatih DERELİ	Field Editors Prof. Dr. Mukadder SEYHAN YÜCEL Prof. Dr. Tuncer BÜLBÜL Prof. Dr. Emre GÜVENDİR Prof. Dr. Meltem ACAR GÜVENDİR Assoc. Prof. Dr. Hüsnüye DURMAZ Assoc. Prof. Dr. Figen GİRGİN Assoc. Prof. Dr. Şahin DÜNDAR Assoc. Prof. Dr. Seda DONAT BACIOĞLU Asst. Prof. Dr. Özlem TUZCU Asst. Prof. Dr. Fatih DERELİ
İstatistik Editörü Doç. Dr. Abdullah Faruk KILIÇ	Statistics Editor Assoc. Prof. Dr. Abdullah Faruk KILIÇ
Etik Editörü Dr. Öğr. Üyesi Yar Ali METE	Ethics Editor Asst. Prof. Dr. Yar Ali METE
Dil Editörü Doç. Dr. Kutay UZUN	Language Editor Assoc. Prof. Dr. Kutay UZUN
Web Editörü Dr. Öğr. Üyesi Can MIHÇI	Web Editor Asst. Prof. Dr. Can MIHÇI
Yayına Hazırlık & Mizanpaj Editörleri Arş. Gör. Dr. Cansu ÇETİNKAYA AYDOĞDU Arş. Gör. Binnur ARABACI CANDAN Arş. Gör. Damla ÇETİN Arş. Gör. Ertuğrul Alper KURBAN Arş. Gör. Ezgi AVCI Arş. Gör. Gizem EKİCİ Arş. Gör. Gözde TEKİN	Publishing Preparation & Layout Editors Res. Asst. Dr. Cansu ÇETİNKAYA AYDOĞDU Res. Asst. Binnur ARABACI CANDAN Res. Asst. Damla ÇETİN Res. Asst. Ertuğrul Alper KURBAN Res. Asst. Ezgi AVCI Res. Asst. Gizem EKİCİ Res. Asst. Gözde TEKİN
Yayın Kurulu Prof. Dr. Eylem BAYIR Prof. Dr. Muharrem ÖZDEN	Editorial Board Prof. Dr. Eylem BAYIR Prof. Dr. Muharrem ÖZDEN

Prof. Dr. İsmail KILIÇ Prof. Dr. İbrahim COŞKUN Dr. Öğr. Üyesi Erhan VATANSEVER Doç. Dr. Murat ÇELTEK Kapak Tasarım Prof. Dr. Aylin GÜRBÜZ Kapak Görseli Ş. Gürkan Uzunköprü, "Bisikletli ev", 25x25x22cm, Bakır oksit, vakumlu şamotlu çamur 1040C pişirim	Prof. Dr. İsmail KILIÇ Prof. Dr. İbrahim COŞKUN Asst. Prof. Dr. Erhan VATANSEVER Assoc. Prof. Dr. Murat ÇELTEK Cover Design Prof. Dr. Aylin GÜRBÜZ Cover Image Ş. Gürkan Uzunköprü, "House with Bicycle", 25x25x22cm, Copper oxide, vacuumed chamotte clay 1040C
Yayın Dili Türkçe, İngilizce	Publication Language Turkish, English
Yayın Sıklığı Yılda dört sayı (Ocak-Nisan-Temmuz-Ekim)	Publication Frequency Four times in a year (January, April, July and October)
İletişim Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dekanlığı İsmail Hakkı Tonguç Yerleşkesi 22030 Edirne Türkiye Tel: +90 284 212 0808 Faks: +90 284 212 0075 Email: tuefder@trakya.edu.tr Web: http://dergipark.gov.tr/trkefd	Contact Trakya University, Education Faculty Dean's Office İsmail Hakkı Tonguç Campus 22030 Edirne, Turkey Tel: +90 284 212 0808 Fax: +90 284 212 0075 Email: tuefder@trakya.edu.tr Web: http://dergipark.gov.tr/trkefd

Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Yılda dört kez yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergide yayınlanan makalelerin bütün yayın hakları hiçbir kısıtlama olmaksızın yazara devredilir. Yayınlanan yazı ve makalelerin içeriği ile ilgili tüm sorumluluk yazarlara aittir.

Trakya Eğitim Dergisi ULAKBİM – SBVT (Sosyal Bilimler Veri Tabanı – 2025 Cilt 15, Özel Sayı), Sosyal Bilgiler Atıf Dizini (SOBIAD), Türk Eğitim İndeksi ve Araştırmaz tarafından indekslenmektedir.

Ulusal Danışma Kurulu / National Advisory Board

Prof. Dr. Abdullah KAPLAN, Atatürk University
Prof. Dr. Abdülvahit ÇAKIR, Gazi University
Prof. Dr. Ahmet GÜNŞEN, Trakya University
Prof. Dr. Ahmet KAÇAR, Kastamonu University
Prof. Dr. Ahmet Şinasi İŞLER, Uludağ University
Prof. Dr. Alemdar YALÇIN, Gazi University
Prof. Dr. Alev ÇAKMAKOĞLU KURU, Gazi University
Prof. Dr. Ali BALCI, Ankara University
Prof. Dr. Ali GÜL, Gazi University
Prof. Dr. Ali Sinan BİLGİLİ, Atatürk University
Prof. Dr. Arif ALTUN, Hacettepe University
Prof. Dr. Ayhan ÖZTÜRK, Cumhuriyet University
Prof. Dr. Aytekin İŞMAN, Sakarya University
Prof. Dr. Bahri ATA, Gazi University
Prof. Dr. Belma ATIK TUĞRUL, Hacettepe University
Prof. Dr. Cemil ÖZTÜRK, Marmara University
Prof. Dr. Dinçay KÖKSAL, Çanakkale Onsekiz Mart University
Prof. Dr. Esra ÖMEROĞLU, Gazi University
Prof. Dr. Ezel TAVŞANCIL, Ankara University
Prof. Dr. Figen GÜRSOY, Ankara University
Prof. Dr. Fulya TEMEL, Gazi University
Prof. Dr. Gıyasettin AYTAŞ, Gazi University
Prof. Dr. Gökay YILDIZ, Mehmet Akif Ersoy University
Prof. Dr. Gülen BARAN, Ankara University
Prof. Dr. H. Ferhan ODABAŞI, Anadolu University
Prof. Dr. Hafize KESER, Ankara University
Prof. Dr. Halil İbrahim YALIN, Gazi University
Prof. Dr. Hasan ŞİMŞEK, İstanbul Kültür University
Prof. Dr. Hayati AKYOL, Gazi University
Prof. Dr. Hülya YILMAZ, Ege University
Prof. Dr. Hüseyin BAŞAR, Hacettepe University
Prof. Dr. İbrahim GÜNER, Muğla Sıtkı Koçman University
Prof. Dr. İrfan ERDOĞAN, İstanbul University
Prof. Dr. İsmihan ARTAN, Hacettepe University
Prof. Dr. Jale ÇAKIROĞLU, Orta Doğu Teknik University

Prof. Dr. Kasım KARAKÜTÜK, Ankara University
Prof. Dr. Kürşad YILMAZ, Dumlupınar University
Prof. Dr. Leyla KARAHAN, Gazi University
Prof. Dr. M. Engin DENİZ, Yıldız Teknik University
Prof. Dr. Mehmet TAKKAÇ, Atatürk University
Prof. Dr. Mesut ÇAPA, Ankara University
Prof. Dr. Murat ALTUN, Uludağ University
Prof. Dr. Murat ÖZBAY, Gazi University
Prof. Dr. Mustafa BALOĞLU, Hacettepe University
Prof. Dr. Mustafa KOÇ, Sakarya University
Prof. Dr. Mustafa SAFRAN, Gazi University
Prof. Dr. Muzaffer ALKAN, Kafkas University
Prof. Dr. Nesrin KALYONCU, Abant İzzet Baysal University
Prof. Dr. Nevide AKPINAR DELLAL, Muğla Sıtkı Koçman University
Prof. Dr. Nilgün BAYSAL METİN, Hacettepe University
Prof. Dr. Nuray SENEMOĞLU, Hacettepe University
Prof. Dr. Osman TİTREK, Sakarya University
Prof. Dr. Osman Tolga ARICAK, Hasan Kalyoncu University
Prof. Dr. Özcan DEMİREL, Hacettepe University
Prof. Dr. Ramazan DİKİCİ, Mersin University
Prof. Dr. Salih ATEŞ, Gazi University
Prof. Dr. Selma YEL, Gazi University
Prof. Dr. Servet ÖZDEMİR, Başkent University
Prof. Dr. Süleyman SOLAK, Konya Necmettin Erbakan University
Prof. Dr. Temel ÇALIK, Gazi University
Prof. Dr. Ünal ÖZDEMİR, Karabük University
Prof. Dr. Veysel SÖNMEZ, Hacettepe University
Prof. Dr. Yavuz AKPINAR, Boğaziçi University
Prof. Dr. Yıldız KOCASAVAŞ, İstanbul University
Prof. Dr. Zuhale FAHRETOĞLU, Gazi University
Prof. Dr. Cengiz ALYILMAZ, Uludağ University
Doç. Dr. Erdat ÇATALOĞLU, Bilkent University
Doç. Dr. Esra İŞMEN GAZİOĞLU, İstanbul University

Uluslararası Danışma Kurulu / International Advisory Board

Prof. Dr. Penelope HARNETT, University of West of England/Bristol/GB
Prof. Dr. Douglas HARTMANN, University of Minnesota/USA
Prof. Dr. Hristo MAKAKOV, Trakia University Stara Zagora/Bulgaria
Prof. Dr. William G. MASTEN, Texas A&M University Commerce / USA
Prof. Dr. Anatoli RAPOPORT, Purdue University / West Lafayette/Indiana/USA
Prof. Dr. Liljana REÇKA, Eqrem Çabej University of Gjirokastra/Albania
Prof. Dr. Vladimir SIMOVIC, University of Zagreb / CROATIA
Prof. Dr. Dean SMART, University of West of England/Bristol/GB
Prof. Dr. John H. Schumann, University of California, USA
Prof. Dr. Susan Plann, University of California, USA
Prof. Dr. Vlado TIMOVSKI, Ss. Cyril and Methodius Univ. /Skopje/Macedonia
Prof. Dr. Hüseyin UZUNBOYLU, Yakın Doğu University

HAKEMLER

Ayfer MUTLU

Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu/Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü/Tıbbi Laboratuvar Teknikerliği Programı

Bahar DİNÇER

İzmir Demokrasi Üniversitesi/ Eğitim Fakültesi/ Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/ Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Berna CANTÜRK GÜNHAN

Trakya Üniversitesi/Buca Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Ebru EZBERCI ÇEVİK

Erciyes Üniversitesi/ Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi

Funda GÜNDOĞDU ALAYLI

Trakya Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Gaye CEYHAN

Boğaziçi Üniversitesi/ Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi

Güldem DÖNEL AKGÜL

Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Halil ÇOKÇALIŞKAN

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Temel Eğitim Bölümü/Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı

Hüsnüye DURMAZ

Trakya Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Kamil ARİF KIRKIÇ

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Eğitim Bilimleri Bölümü/Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Pr.

Mahir BIBER

İstanbul Üniversitesi/ Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/ Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Meryem SELVİ

Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Matematik ve fen bilimleri Eğitimi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı

Mesut ÖZTÜRK

Bayburt Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Matematik Eğitimi Anabilim Dalı/

Murat ÇELTEK

Trakya Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi/Fen Bilgisi Eğitimi

Mustafa ÖZKAN

Trakya Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Mustafa Zeki AYDOĞDU

Trakya Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Pınar GÜNER

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa/Hasan Âli Yücel Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Sertaç ARABACIOĞLU

Trakya Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi/Fen Bilgisi Eğitimi

Tuncay ÖZSEVGİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fatih Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen-Matematik Alanları Eğitimi

Yılmaz ÇAKICI

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi/Spor Bilimleri Fakültesi/Beden Eğitimi ve Spor Bölümü/Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Zeynep ÇAKMAK GÜREL

Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Matematik Eğitimi Anabilim Dalı/

Zeynep TEMİZ

Kaymanoglu Mehmetbey Üniversitesi/Eğitim Fakültesi/Temel Eğitim Bölümü/Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı

REVIEWERS

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Sayfa

7. Sınıf Öğrencilerinin Matematikte Arduino ile Programlama Üzerine Farkındalıklarının Artırılması <i>Enhancing 7th Grade Students' Awareness of Programming with Arduino in Mathematics</i>	1-33
Talip GÜLTEKİN, Serkan NARLI 5., 6. ve 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Eleştirel Düşünme Becerilerinin İncelemesi <i>The Examination of Mathematical Critical Thinking Skills of 5th, 6th, and 7th Grade Students</i>	34-55
Hüsnüye ŞENOL, Elif Nur AKKAŞ Fen Bilimleri Ders Kitaplarının Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Açısından İncelenmesi <i>Analysis of Science Textbooks in Terms of Sustainable Development Goals*</i>	56-97
Yağmur Yazı, Mustafa Ergun Somut Manipülatiflerle Zenginleştirilmiş Matematik Öğretimi Ortamında Matematik Öğretmeni Adaylarından Yansımalar <i>Reflections of Mathematics Teacher Candidates in a Mathematics Teaching Environment Enriched with Concrete Manipulatives</i>	98-131
Gülçin Oflaz, Duygu Altaylı Özgül, Kübra Polat Üstün Yetenekli Tanısı Konmuş ve Konmamış Öğrencilerin Fen Bilimlerine Yönelik Tutumlarının İncelenmesi <i>Examining the Attitudes of Gifted and Non-Gifted Students Towards Science</i>	132-153
İsmail KILIÇ, Kemal Caner ÖNCÜL 8. Sınıf Öğrencilerinin "Basit Makineler" Ünitesini Okuyup Anlamalarında En Fazla ve En Az Etkili Olan Stratejilerin Tespiti ve Örneklerle Gösterimi <i>Determination of 8th Grade Students' Most and Least Effective Strategies in Reading and Comprehension of "Simple Machines" Unit and Demonstration with Examples</i>	154-183
Gamze KAR, Emine Hatun DİKEN İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlilik Düzeyleri ile Temel Yeterlilik Testi Matematik Başarıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi <i>Investigation into the Relationship between Mathematics Literacy Self-efficacy Levels of Prospective Primary Mathematics Teachers and TYT Mathematics Achievement</i>	184-210
Fatmagül ERGÜN, Emin AYDIN, Esra TÜRK Erken Çocukluk Dönemi Sürdürülebilir Kalkınma Eğitiminin Uzman ve Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Karşılaştırılmalı Analizi <i>Comparative Analysis of Early Childhood Sustainable Development Education Based on Expert and Teacher Opinions</i>	211-246
Mustafa ŞAHİN, Büşra ORUÇ, Gülizar AY DEMİREL, Yasemin ÖZDEM YILMAZ Matematik Öğretmen Adaylarının Özdüzenlemeli Öğrenme Ortamları İçin Geliştirdikleri Matematiksel Problemler <i>Mathematical Problems Developed by Prospective Mathematics Teachers for Self-Regulated Learning Environments</i>	247-287
Yeliz ÖZKAN HİDİROĞLU, Çağlar Naci HİDİROĞLU İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlilik Algıları ile Matematiksel Düşünceleri Arasındaki İlişki <i>The Relationship between Primary School Mathematics Teacher Candidates' Perceptions of Mathematical Literacy Self-efficacy and their Mathematical Thinking</i>	288-317
Esra TÜRK, Emin AYDIN, Fatma ERGÜN Biyomimikri Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması <i>Development of Biomimicry Awareness Scale: Validity and Reliability Study</i>	318-345
Cansel HOCAOĞLU, Eylem BAYIR, Sertaç ARABACIOĞLU 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Temel Öğeler Bakımından Karşılaştırılması <i>Comparison of the 2024 Türkiye Century Maarif Model and the 2018 Science Course Curriculum in Terms of Key Elements</i>	346-388
Burcu TORUN, Orhan KARAMUSTAFAOĞLU	

7. Sınıf Öğrencilerinin Matematikte Arduino ile Programlama Üzerine Farkındalıklarının Artırılması

Talip Gültekin^{1*} 
Serkan Narlı² 

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Yüksek Lisans Öğrencisi, İzmir/Türkiye
talipgultekin1122@gmail.com

² Dokuz Eylül Üniversitesi Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, İzmir/Türkiye
serkan.narli@deu.edu.tr

*Sorumlu Yazar

Özet: Günümüz çağında, dijitalleşmenin başlaması, teknolojideki ilerlemelere bağlı olarak eğitim uygulamalarında, değişim ve yenilik anlamında kayda değer bir artışa olanak sağlamıştır. Bu bağlamda çalışmamızın amacı, bilgisayar ve robotik kodlama bilgisi verirken öğrencilerin algoritmik düşüncelerini geliştirerek farkındalık oluşturmaktır. Bu karma yöntem çalışması, İzmir ilindeki bir vakıf ortaokulundan gönüllülük esasına göre seçilen 15 yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Nitel veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanırken, nicel veriler Teknoloji Hazırlık Ölçeği ve Dijital Okuryazarlık Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Öğrencilere altı haftalık bir algoritmik programlama kursu verilmiştir. Kursun tamamlanmasının ardından öğrencilerle birlikte Arduino kullanarak mini bir CNC plotter makinesi tasarlanmıştır. Veriler, kurs öncesinde ve sonrasında uygulanan görüşme formları ve ölçekler yardımıyla toplanmıştır. Nitel verilerin analizinde içerik analizi yöntemi, nicel verilerin analizinde ise Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Çalışma sonunda öğrenciler kodlama yetkinliklerinin algoritmik becerilerini geliştirdiğini ve geometrik şekillerin farklı bir şekilde ifade edilebildiğini belirtmişlerdir.

Anahtar Kelime: Arduino, kodlama, matematik eğitimi, teknoloji, yazılım

Geliş tarihi: 14.01.2025
Kabul tarihi: 25.02.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

GİRİŞ

İnsanlığın tarih sahnesine çıkışından günümüze kadar geçen sürede insanoğlu sürekli hayatı kolaylaştıracak ortaya yeni bir ürün çıkarma girişiminde bulunmuştur. Bu eylemlerin her biri teknoloji olarak ifade edilebilir (Agar, 2019). Kor insanın elini yakmasaydı maşaya, çiviye parmağımızla basabilseydik çekice, zihinsel yetilerimiz her türlü matematiksel ifadeyi çözebilecek kapasitede olsaydı hesap makinelerine gerek olmazdı (Günay, 2017). Teknoloji ifadesini sadece dijitalleşmeye bağlı olarak hayatımıza giren aletlerden ibaret görmek yerine genel bir çerçeve halinde insanlığın yapamadığı veya yapmakta zorlandığı her türlü iş ve eylemi kolaylaştırmak olarak ifade etmek daha doğru olacaktır. Teknoloji, bizlere sunduğu fırsatlar ile eğitim sektöründe bir araç olarak kullanılabilir (Akbulut vd., 2020). Bireyin sahip olduğu davranışları isteğe bağlı bir şekilde değiştirmeyi amaçlayan bir öğrenme sürecinde, öğrenciye sadece var olan bilginin aktarılması yeterli bir öğrenme olmamaktadır (Tekin ve Keser, 2020). Öğrencilere bilgiyi sadece önceden sindirilmiş bir biçimde sunmak yerine; eleştirel düşünmeyi, yorumlamayı veya bağımsız araştırmayı teşvik edici yöntemler izlenmelidir (Cameron, 2024). Öğrencilerin matematiği anlamalarını artırmak için, öğrenme sürecinde öğrenmeyi daha ilgi çekici ve anlamlı hale getirecek bir dizi eğitim materyali kullanmak gerekebilir (Antoino vd., 2024). Öğrencilerin matematik öğrenmeleri, onlara yaratıcı düşünme ve problem çözme becerileri kazandırmaktadır (Bal Sezerel, 2012). Teknolojinin ve yaşam standartlarının kalitesi ile bir doğrudan ilişkili olan matematik eğitiminin önemi her geçen gün daha çok anlaşılmaktadır (Işık vd., 2008).

Matematik dersi gerek günlük hayattaki kullanımından gerekse gelecekteki mesleklerinin gerektirdiği görev ve sorumluluklardan dolayı öğrenci için önemli bir yere sahiptir (İlğan ve Çağılğan Gülten, 2013). Matematiği öğrencilere daha iyi öğretmek ve bu öğrenmelerini kalıcı hale getirecek birçok yenilik bulunmaktadır (Bakırcı ve Özmantar, 2023). Bunlardan birisi de bilgisayar kodlamadır (Lupas vd., 2024). Jacopsen, vd. (2013) göre okullarda kodlama ve bilişimsel düşünmeye yönelik yapılan araştırma ve uygulamalar, öğrencileri zorlarken bir yandan da öğrenciler için anlamlı olan işlerle meşgul olduklarında ve

öğretmenlerine sürekli geri bildirim sağlayınca öğretmenleri tarafından desteklendiklerinde bilgiyi öğrenmelerinde faydalı olmuştur.

Bireyler, yaşamlarını sürdürebilmek ve çağın gereksinimlerine uyum sağlayabilmek için çeşitli becerilere ihtiyaç duymaktadır. yüzyıl becerileri, çağın gereklerine uyum sağlamak için bilgi ve yeterliliklerin sentezlenmesiyle ortaya çıkan, disiplinlerarası ve çağdaş yaşamın birçok yönüyle ilişkili yetkinliklerdir (Atış Akyok ve Avşar, 2022). 21. yüzyıl becerileri; “Öğrenme ve Yenilikçilik Becerileri”, “Yaşam ve Kariyer Becerileri” ve “Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri” olmak üzere üç boyutlu olarak ele alınabilir (Kurudayıoğlu ve Gociaoğlu, 2021). Bilgi teknolojileri okuryazarlığının alt temalarından birini oluşturan ve son zamanlarda ismini sıklıkla duyduğumuz becerilerinden biri de kodlama becerisidir (European Commission, 2014a). Programlama, herhangi bir problemin bir programlama dili yardımıyla çözülmesi için yazılan kod satırlarına verilen addır (Şahin ve Namlı, 2017). Bir yazılımı kodlayabilmek için kod yazma becerisine sahip olunmalıdır. Yani program yazmak, üst düzey becerilere sahip olmayı gerektirir (Yükseltürk ve Altınok, 2015). Bu üst düzey becerileri kazanmak için algoritma yapmak da önemli bir yere sahiptir. Algoritmalar herhangi bir programlama dili ile yazılacağı gibi sözel olarak da ifade edilebilir. Dijital platformlarda algoritmaların uygulamaya geçirilebilmesi için bilgisayarın yazılım kısmının kullanılması gerekmektedir. C, C++, Java gibi programlama dilleri ortaokul öğrencileri için karmaşık ve bir o kadar da zor gelebilir (Kalelioğlu ve Gülbahar, 2014). Onun yerine geliştirilen Code.org, Scratch, mBlock gibi blok tabanlı kodlama platformlar, öğrencilerin kurduğu algoritmaları uygulamaya geçirmelerini hem daha kolay hem de öğrenci için daha keyifli hale getirmektedir (Olsson ve Granberg, 2022). Bu tip platformlar programlama bilgisi gerektirmeyen, blokları sürükleyip bırakarak işin derinliğine girmeden kod yazılabilen, basit ve anlaşılır ara yüzü ile her yaştan insana hitap edebilen uygulamalardır (Turan ve Yıldız, 2021). Aynı zamanda kullanıcıya görsellik açıdan kolaylık sağlayan farklı bileşenleri de içermektedir (Cheng vd., 2023). Scratch sayesinde öğrenciler matematik konularını öğrenirken daha hevesli ve aktif hale gelerek yaratıcı düşünme ve işbirlikli çalışma becerilerini geliştirmektedir (Bernard, Stiawan, 2020). Nitekim Mo ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan bir çalışmada Scratch programı ile öğrencilere görsel matematiksel imgeler sunarak öğrencilerin bu kavramları keşfetmeye yönelttiği belirlenmiştir. Arduino ise basit bir mikro denetleyici kart olmakla birlikte sürekli kendini geliştirme özelliği ile de açık kaynak kodlu bir platformdur (Mollo vd., 2016, s. 60). Arduino eğitim/öğretimin farklı kategorilerinde ve farklı konularında kullanılan bir kaynaktır (Tudela ve Marin, 2023). Arduino'nun eğitim alanında kullanımı: potansiyeli, var olan türlerin çeşitliliği, sağladığı farklı deney olanakları ve düşük maliyeti nedeniyle önemli bir yere sahiptir (Marín vd., 2024). Ayrıca Belmonte ve arkadaşları (2020) eğitimde Arduino araçlarının kullanımını deney yaparak öğrencilere kavramların öğretiminde uygulama ve anlamalarını pekiştirme fırsatı sağladığını; tasarım faaliyetlerine kendilerinin yapmalarına teşvik ettiğini ve öğrencilerin yaratıcılıklarının geliştirdiği gibi faydalarının olduğunu ifade etmişlerdir. Arduino, matematik eğitiminde ilgi çekici bir eğitim aracı olarak kullanılabilir. Örneğin Arduino ile bazı kontrollü hareketler ve sensör ölçümlerini içeren kodlama projeleri, öğrencilere trigonometri ve cebir konularını öğretmek için kullanılabilir (Negrete, 2023). Aynı zamanda matematiksel denklemleri ve formülleri görselleştirmeye ve manipüle etmeye de yardımcı olur (Negrete, 2024).

Blok temelli kodlamanın matematik eğitiminde kullanılması konusuyla alakalı birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların matematik eğitime katkı sağladığı görülmektedir. Rodríguez – Martínez vd. (2020) matematik eğitiminde bilgi işlemsel düşünme becerisini ve matematiksel kavramların öğrenci üzerindeki gelişimini incelemek amacıyla Scratch yazılımını kullanmışlardır. Sonuç olarak Scratch yazılımı öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişiminde fayda sağladığı sonucu çıkmıştır. Turan ve Yıldız (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, Scratch yazılımının matematik eğitime etkisi incelenmiştir. Süreç içerisinde, öğrenciler kodlama içerisindeki temel matematiksel ifadeleri anlama yeteneği kazanırken, aynı zamanda programlama ile öğrenme sürecini eğlenceli ve yaratıcı bir şekilde deneyimleme imkanı bulmuşlardır. Tewes (2019) tarafından yapılan bir araştırmada, ortaokul matematik dersinde kodlama yapılmasının öğrencilerin matematiksel kavramları deneyimleme ve anlama üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmanın sonunda, kodlamanın ortaokul matematik dersinin içine entegre edilmesinin öğrencilerin matematik deneyimlerini ve matematiksel kavramları anlamalarını olumlu yönde etkileyebileceği görülmüştür.

Robotik kodlama alanlarının matematik eğitime dahil edilmesi konusuyla alakalı birçok çalışma yapılmıştır. Bu faaliyetlerin matematik ve matematik eğitime katkı sağladığı da görülmektedir. Meço ve

Görgülü Arı (2021) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, STEM eğitimlerinde Arduino kartı kullanımının öğrencilere olan faydası öğrenci görüşlerine göre incelenmiştir. Sonuç olarak, öğrenciler tarafından etkinliklerin faydalı ve eğlenceli bulunduğu, fen dersine karşı bakış açılarının olumlu yönde değiştiği, dersi daha çok sevdikleri ve gelecekteki meslek seçimlerinin mühendislik ve fen alanlarına kaydığı söylenmiştir. Baysal vd. (2020) çalışmasında, kodlama ve Arduino eğitimleri alan ortaöğretim öğrencilerinin, bu eğitimler sonrasında kodlama, Arduino ve STEM hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Bu çalışmanın sonunda, verilen eğitimlerin öğrencilerin probleme dayalı ve akran destekli öğrenme becerilerini olumlu yönde geliştirdiğini, karşılaştıkları problemleri çözmek için çeşitli robotlar geliştirdiği ve problemlerine çözüm üretme çabası gösterdikleri gözlenmiştir. Eğitimler, öğrencilere proje esnasında yaratıcı düşünme becerileri kazandırmış, olaylara farklı açılardan bakmayı ve problemleri çözme sürecine katkı sağlamayı öğretmiştir. Tekin ve Keser (2020) tarafından ortaokul 6. Sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen bu çalışmada, robotik kodlama etkinliklerinin öğrencilerin matematik başarısına etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, robotik etkinliklerle desteklenen matematik öğretim yönteminin, geleneksel yöntemlere kıyasla matematik başarısını artırmada daha etkili olduğu belirlenmiştir. Matematik başarı düzeyi düşük öğrencilerde robotik etkinliklerin daha fazla etki sağladığı, orta ve yüksek başarı düzeyine sahip öğrencilerde ise anlamlı bir fark yaratmadığı tespit edilmiştir. Marin vd. (2024) Arduino uygulamasının ortaokul öğrencilerine getirdiği fayda ve fırsatları analiz etmek amacıyla bir meta analiz çalışması yapmıştır. Bu çalışmanın sonunda Arduino kartının daha çok *teknoloji* ve fizik konularıyla birlikte STEM projelerinde de disiplinler arası çalışmalarda kullanıldığı görülmüştür. Yine Belmonte vd. (2020) yaptığı başka bir meta analiz çalışmasında Arduino'nun bilimsel literatürdeki gelişimini analiz etmek amacıyla 346 doküman incelemesi yapılmıştır. Bu çalışmanın sonunda eğitim alanında Arduino üzerine yapılan çalışmaların zeminin tam oturmadığı, hala günümüzde konuyla ilgili çalışmaların devam ettiği ifade edilmektedir. Yapılan çalışmaların genelinin fizik deneyleri, bilgi işlemsel düşünme ve bilgisayar tabanlı öğrenme üzerine olduğu da çalışmanın sonuçları arasındadır.

Literatürdeki konu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde Code.Org, Scratch gibi uygulamalar öğrenme-öğretme sürecinde kalıcı öğrenme sağlamakla birlikte öğrencilerdeki ilginin artmasına ve eğlenceli öğrenme ortamları oluşturmada olumlu sonuçlar doğurmuştur. Arduino uygulamalarının öğrencilerdeki algoritmik düşünme yapılarını geliştirdiği, girişimcilik becerilerinin olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Literatür taramamızın sonucunda Arduino kartının matematik eğitiminde doğrudan kullanıldığı çalışma sayısının azlığı, daha çok fen eğitiminde ve STEM çalışmalarında kullanıldığı dikkatimizi çekmiştir. Aynı zamanda eğitimde teknolojinin kullanımının 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine sağladığı katkı dikkate alındığında, ortaokul öğrencilerine yönelik yazılım ve robotik kodlama ile matematik eğitimi alanında farkındalık oluşturmaya hedefleyen bir çalışma tasarlanmıştır. Bu doğrultuda, öğrencilerin analitik düşünme, problem çözme ve dijital okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesine yönelik bir eğitim süreci yapılandırılmıştır. Bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, dinamik halde olan teknolojinin eğitime entegrasyonu ile öğrencilerin matematik konularında hata miktarlarını minimuma indirmek, matematiği öğrenirken keyif alarak öğrenmelerini sağlamak ve öğrencilere “öğrenci merkezli” bir öğrenme ortamı sunarak bir farkındalık oluşturmaktır. Aynı zamanda öğrencilerin bilgisayar ve robotik kodlamaları öğrenirken algoritmik düşünce yapılarının gelişmesi hedeflenmektedir. Bundan dolayı çalışmanın problem cümlesi “Matematik eğitiminde Arduino ile programlama konusunda 7. sınıf öğrencilerinin farkındalıkları nasıldır?” olarak belirlenmiştir ve aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

- a) Arduino ve matematik hakkında öğrencilerin görüşlerinde uygulama öncesinde ve sonrasında farklılık oluşmakta mıdır?
- b) Teknolojiye hazırlık ölçeğinde uygulama öncesinde ve sonrasında anlamlı fark oluşmakta mıdır?
- c) Dijital okuryazarlık ölçeğinde uygulama öncesinde ve sonrasında anlamlı fark oluşmakta mıdır?

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Creswell (2006) karma yöntem çalışmalarının bir araştırma programı kapsamında yapılan tek bir çalışma veya çoklu çalışmalar (multiple studies) içerisinde, nicel ve nitel verilerin toplanması ve analiz edilmesini

kapsadığını söylemektedir. Bu bağlamda nicel ve nitel verilerin birlikte kullanılacağı bu çalışmada karma yöntem kullanılmaktadır.

Çalışma Grubu / Evren- Örneklem

Araştırmanın çalışma grubu, İzmir ilinde bir vakıf ortaokulunda 2022/2023 eğitim öğretim döneminde öğrenim görmekte olan 15 tane 7. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Bu çalışmada rastgele olmayan örnekleme tekniklerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Burada araştırmacı, ihtiyaç duyduğu büyüklükteki gruba ulaşana kadar, en kolay erişilebilir ve maliyet açısından en tasarruflu bireyleri seçerek veri toplar (Büyüköztürk vd. , 2010).

Veri Toplama Araçları

Öğrencilerin görüşleri yarı yapılandırılmış bir görüşme ile belirlenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği, yapılandırılmış görüşme tekniğinden biraz daha farklılık gösterir. (Türnüklü, 2000). Bu teknikte, araştırmacı önceden sormayı planladığı soruları içeren görüşme protokolünü hazırlar (Türnüklü, 2000). Formun geliştirilme aşamasında önce literatür taraması, sonra uzman görüşü alınır. Bu çalışmada kullanılacak görüşme formu uzman görüşü doğrultusunda hazırlanmış 7 sorudan oluşmaktadır. Sorular aşağıda verilmektedir:

1. Bilgisayar kullanmayı ne derece biliyorsunuz, kısaca bahsediniz.
2. Hangi ölçüde bilgisayara erişim imkânınız var?
3. Algoritma ifadesini daha önce duydunuz mu? Cevabınız evetse kelime anlamını açıklayınız.
4. Programlama hakkında neler biliyorsunuz?
5. Bildiğiniz programlama dilleri var mı? Varsa hangileri?
6. Sizce matematik öğretiminde yazılım kullanılabilir mi?
 - i) Matematik öğreniminizi kolaylaştır mı zorlaştırır mı? Açıklayınız.
 - ii) Ne gibi yararlar sağlayabileceğini düşünüyorsunuz?
7. Bir yazılımcı olsanız hayatı kolaylaştıracak nasıl bir program yazardınız?

Öğrencilerin teknoloji kullanmaya istekliliklerini ölçmek için ise Parasuraman (2000) tarafından geliştirilen ve Özer, Eriş ve Özmen (2011) tarafından geçerlik güvenirlik çalışmaları yapılarak Türkçe'ye uyarlanan “Teknolojiye hazırlık ölçeği” (THÖ) kullanılmıştır. İyimserlik (7 madde), yenilikçilik (6 madde), güvensizlik (6 madde) ve huzursuzluk (4 madde) olmak üzere 4 boyuttan oluşan ölçekte 23 madde bulunmaktadır. Öğrencilerin dijital okuryazarlıklarını ölçmek için ise Ng (2012) tarafından geliştirilen ve Hamutoğlu vd. (2017) tarafından Türkçe'ye uyarlanan “Dijital okuryazarlık ölçeği” (DOÖ) kullanılmıştır.

Veri Toplama Süreci

Yarı yapılandırılmış görüşme formu, THÖ ve DOÖ öğrencilere verilen Bilgisayar ve Arduino Programlama Kursu öncesinde uygulanmıştır. Kurs sırasında öğrencilere teknolojinin ne demek olduğundan, dijitalleşme ile nelerin yapıldığından ve nelerin yapılabileceğinden bahsedilmiştir. Daha sonrasında Scratch yazılım platformu öğrencilere tanıtılmış ve Scratch üzerinden öğrencilerle birlikte çeşitli oyunlar yapılmıştır. Arduino öğrencilere tanıtılmış ve Arduino ile nelerin yapılabileceği öğrenciler ile tartışılmıştır. TinkerCat yazılım platformu üzerinden öğrencilerle çeşitli Arduino devrelerinin simülasyonu yapılmıştır. Öğrencilere mBlock uygulaması tanıtılmış ve bu uygulama ile Arduino devrelerin kodlarının nasıl oluşturulacağı ve bu devrelerin nasıl çalıştırılacağı gösterilmiştir. Daha sonrasında öğrencilere dağıtılan Arduino başlangıç kitleri her iki öğrenciye bir kit düşecek şekilde paylaştırılmıştır. Öğrencilerle birlikte mBlock uygulamasından çeşitli Arduino devreleri inşa edilmiştir. Sürecin en sonunda ise öğrencilerle birlikte bir adet mini CNC Plotter tasarımı yapıp makine (bkz. Şekil 1) çalıştırılmıştır.

Şekil 1

Mini CNC Plotter



Matematiksel ifadeler ve günlük hayattan çeşitli görseller öğrencilerle birlikte makineye çizdirilmiştir. 6 haftalık bu sürecin sonunda ise sürecin en başında yapılan yarı yapılandırılmış görüşme formu ile THÖ ile DOÖ öğrencilere tekrar uygulanmıştır.

Yapılan bu çalışmada araştırma etiği ilkeleri gözetilmiş olup gerekli etik kurul izinleri alınmıştır. Etik kurul izni kapsamında; Dokuz Eylül Üniversitesi Etik Komisyonundan 01.11.2022 tarih ve E-87347630-659-412496 sayılı belge alınmıştır.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada görüşme verilerinin analizi için nitel araştırma yöntemine uygun olarak içerik analizi tekniğinden yararlanılmıştır. İçerik analizi, birbirine benzeyen verilerin belirlenen kodlar, kategoriler ve temalar kapsamında bütüncül bir bakış açısıyla net ve anlaşılır bir biçimde yorumlanarak okuyucuya sunulduğu bir analiz tekniğidir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu çalışmada da içerik analizi tekniğine tabi tutulan veriler, alt problemler bağlamında belirlenen kategori ve temalara göre özetlenmiş ve yorumlanmıştır. Verilerin analizi sürecinde çalışmanın güvenilirliğinin sağlanması için elde edilen veriler iki araştırmacı tarafından bağımsız bir şekilde kategorize edilmiş ve kodlanmıştır. Devamında ise araştırmacılar bir araya gelmiş, birbirinden bağımsız şekilde oluşturmuş oldukları kategori ve kodları tartışarak karşılaştırmışlar ve benzerlik olmayan kategori ve kodlarda fikir birliğine varmışlardır. Fikir birliği sonucunda netleştirilen kategori ve kodlardaki uyumun belirlenmesinde Miles ve Huberman'ın (1994) $[(\text{Görüş birliği} / (\text{Görüş birliği} + \text{Görüş ayrılığı})) \times 100]$ formülü kullanılmıştır. Gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda ise uyum oranının %81 olduğu tespit edilmiştir. Miles ve Huberman'a göre uyum oranı %70 ve üzerinde olan çalışmalar güvenilir olarak kabul edilmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Ayrıca uyuşmayan kısımlar araştırmacılar tarafından uzman görüşü de alınarak tekrar tartışılmış, değerlendirilmiş ve fikir birliği sağlanarak çalışmanın güvenilirliği desteklenmiştir. Nicel verilerden elde edilen veriler SPSS 24.0 paket programı kullanılmıştır. Öğrencilerin öntest- sontest puanları referans alınarak frekans (f), yüzde (%), ortalama ($\bar{X}$) ve standart sapma (ss) değerleri hesaplanmıştır. Nicel verilerin analizi yapılırken araştırma bulgularının normal dağılım göstermemesinden ve uygulamanın yapıldığı örneklem 30 kişiden az olduğu için öntest ve sontest ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile bakılmıştır. Wilcoxon İşaretli sıralar testi, "birbiriyle ilişkili iki ölçüm setine ait puanlar arasındaki farkın anlamlılığını test etmek amacıyla kullanılır" (Büyüköztürk, 2020). Bu teknik örnekleme az olan gruplarda ve örneklemin fark puanlarının normal dağılım göstermediği durumlarda ilişkili t-testi yerine kullanılabilir (Büyüköztürk, 2020). Son olarak öğrenciler sorulan sorulara birden fazla kategoriye ait olabilecek cevaplar verdikleri için toplam frekanslarda farklılıklar olmuştur.

Uygulanan THÖ'nin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0,864, DOÖ'nin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.946 çıkmıştır.

BULGULAR

Çalışmanın bu aşamasında 6 haftalık kursun öncesinde ve sonrasında katılımcıların görüşme sorularına ve ölçeklere verdikleri yanıtların analiz edilmesiyle elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Çalışmanın “Arduino ve matematik hakkında öğrencilerin görüşlerinde uygulama öncesinde ve sonrasında farklılık oluşmakta mıdır?” alt problemine yönelik elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1’de katılımcılara uygulanan görüşme formundaki “*Bilgisayar kullanmayı ne derecede biliyorsunuz? Kısaca bahsediniz.*” sorusuna uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Tablo 1

Öğrencilerin bilgisayar kullanmayı ne derece bildiklerine ilişkin görüşleri

Kategoriler	Uygulama Öncesi Frekanslar	Uygulama Sonrası Frekanslar
Yazılım ve tasarım yapabiliyorum	3	9
Kendi işimi yapacak kadar biliyorum	8	5
Film izlemek	2	1
Oyun oynamak	5	3
Ders çalışmak	4	2
Robotik kodlama yapmak	0	5
Bilgisayar donanımını biliyorum.	0	2

İncelemeler doğrultusunda Bilgisayar ve Arduino Programlama kursu almayan öğrencilerin bilgisayar kullanmayı daha çok kendi işimi yapacak kadar biliyorum (36,36) olarak ve oyun oynayacak (22,72) kadar biliyorum cevaplarını vermişlerdir. Arduino Programlama kursu alan öğrenciler ise daha çok bilgisayar kullanmayı yazılım ve tasarım yapacak kadar (%33,33) bilmektedir. Bilgisayar ve Arduino Programlama kursunu alan öğrencilerin cevaplarında nispeten bir farklılığın olduğu söylenebilir.

Katılımcılara uygulanan görüşme formundaki “*Hangi ölçüde bilgisayara erişim imkanınız var?*” sorusuna öğrencilerin 4 tanesinin evlerinde kendisine ait bilgisayarı varken 8 tanesinin evinde ailesine ait ortak kullandıkları bilgisayarları vardır. 2 tanesinin evinde bilgisayar yokken 2 tanesi de bilgisayara internet kafe üzerinden erişebilmektedir.

Tablo 2’de katılımcılara uygulanan görüşme formundaki “*Algoritma ifadesini daha önce duydunuz mu? Cevabınız evetse kelime anlamını açıklayınız.*” sorusuna uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Tablo 2

Algoritma ifadesine dair öğrencilerin görüşleri

Kategoriler	Uygulama Öncesi Frekanslar	Uygulama Sonrası Frekanslar
Duymadım	5	0
Günlük hayatla ilişkilidir	2	3

Tablo 2 (Devam)

Kategoriler	Uygulama Öncesi Frekanslar	Uygulama Sonrası Frekanslar
Duydum fakat ne anlama geldiğini bilmiyorum	4	0
Bir işin yapılması için gerekli adımlardır	6	1
Bir işin yapılmadan önce planlanması	0	7
Yapılması gereken işlerin sıralanması	0	6
Bir soruna yönelik çözüm yolu	0	2

İncelemeler sonucunda uygulama öncesi almayan öğrencilerin algoritma kavramını daha çok bir işin yapılması için gerekli adımlar (%35,29) olarak tanımlamış ve %29,42'i de algoritma kavramını bilmediğini ifade etmiştir. Uygulama sonrasında öğrencilerin ise algoritma kavramını daha çok bir işin yapılmadan önce planlanması (%41,11) olarak ve yapılması gereken işlerin sıralanması (%35,29) olarak tanımlanmıştır. Uygulama sonrasında öğrencilerin cevaplarında nispeten bir farklılığın olduğu söylenebilir.

Tablo 3'te katılımcılara uygulanan görüşme formundaki “Programlama hakkında ne biliyorsunuz” sorusuna uygulama öncesi ve sonrası öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Tablo 3

Bilgisayar ve Programlama hakkında öğrencilerin görüşleri

Kategoriler	Uygulama Öncesi Frekanslar	Uygulama Sonrası Frekanslar
Gelecekte daha çok ilerleyecek.	2	0
Oyun ve günlük işler için kullanılır.	3	0
Gerekli teknik bilgileri biliyorum.	6	7
Algoritma kurmayı biliyorum.	2	0
Robotik kodlama yapılabiliyorum.	0	6
Scratch ile programlama yapılabiliyorum.	0	7
mBlok ile programlama yapılabiliyorum.	0	3
TinkerCat ile Arduino devre simülasyonu yapılabiliyorum.	0	4
Bilgi sahibi olmayanlar.	5	0

İnceleme sonucunda uygulama öncesinde öğrencilerin daha çok bilgisayar hakkında gerekli teknik bilgileri (işlemci, ram vs.) bildiklerini düşündükleri (%33,3) veya bilgisayar hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları (%27,77) görülmüştür. Uygulama sonrasında ise öğrencilerin daha çok bilgisayar hakkında gerekli teknik bilgiyi (ram, işlemci vs.) bildiklerini düşündüklerini (%25,92), bilgisayar hakkında Scratch ile programlama yapmayı bildiklerini düşündüklerini (%25,92) ve robotik kodlama yapabileceklerini düşündükleri (%22,22) görülmüştür. Uygulama sonrasında öğrencilerin cevaplarında nispeten bir farklılığın olduğu söylenebilir.

Tablo 4’te katılımcılara uygulanan görüşme formundaki “*Bildiğiniz programlama dilleri var mı, varsa hangileri?*” sorusuna uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Tablo 4

Öğrencilerin bildikleri programlama dilleri

Kategoriler	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası
Bilmiyorum	12	4
Bazı programlama dillerini duydum	3	11
Scratch kodlayabiliyorum	0	3
mBlock kodlayabiliyorum	0	5

İncelemeler sonucunda uygulama öncesinde öğrencilerin daha çok hiçbir programlama dilinin adını bilmediği (%75) görülürken uygulama sonrasında öğrencilerin ise daha çok bazı programlama dillerinin isimlerini (C, C++, Java vs.) bildikleri (%47,82) görülmüştür. Uygulama sonrasında öğrencilerin cevaplarında nispeten bir farklılığın olduğu söylenebilir.

Katılımcılara uygulanan görüşme formunda yer alan “*Sizce matematik eğitiminde yazılım kullanılabilir mi?*” Cevabınız evetse i) “*Matematik eğitiminizi kolaylaştırır mı, zorlaştırır mı açıklayınız?*” ii) “*Ne gibi yararlar sağlayabileceğini düşünüyorsunuz?*” soruları sorulmuştur.

Tablo 5’de “*Sizce matematik eğitiminde yazılım kullanılabilir mi?*” sorusuna uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Tablo 5

Matematik eğitiminde yazılımın kullanılmasına yönelik öğrencilerin görüşleri

Kategoriler	Uygulama Öncesi Frekanslar	Uygulama Sonrası Frekanslar
Kullanılır	14	15
Kullanılmaz	1	0

İnceleme uygulama öncesinde öğrencilerin sadece bir tanesi kullanılamaz cevabını verirken kalan tüm öğrenciler kullanılır (%93,33) cevabını vermiştir. Uygulama sonrasında öğrencilerin ise hepsi matematik eğitiminde yazılım kullanılır (%100) cevabını vermiştir. Uygulama sonrasında öğrencilerin sadece birinin cevabı değiştiği için anlamlı bir fark yoktur.

Tablo 6’te “*Sizce matematik eğitiminde yazılım kullanılabilir mi?*” sorusuna “*kullanılabilir*” diyen öğrencilerin “i) *Matematik eğitiminizi kolaylaştırır mı, zorlaştırır mı açıklayınız?*” sorusuna uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Tablo 6

Yazılımın matematik eğitimini kolaylaştırıp zorlaştırmasına ilişkin öğrencilerin görüşleri

Kategoriler	Uygulama Öncesi Frekanslar	Uygulama Sonrası Frekanslar
Yazılım ile matematik sevebilir	3	6
Yazılım ile matematik ilişkilidir	1	5
Kişiye göre değişir	3	0
Görsel olarak yardımcı olur	0	3

Tablo 6 (Devam)

Kategoriler	Uygulama Öncesi Frekanslar	Uygulama Sonrası Frekanslar
Algoritma ile matematik ilişkilidir.	0	1
Soru çözmede yardımcı olur	0	1
(Sadece) Kolaylaştırabilir ama bilgim yok diyenler	7	3
Konu ile alakalı bilgi sahibi olmayanlar	1	0

İncelemeler sonucunda öğrencilerin daha çok, matematik eğitiminde yazılım kullanımının matematik öğrenmelerini kolaylaştırabileceği ama bunun nasıl yapılacağı ile ilgili bilgisinin olmayanlardan (46,66) oluşmaktadır. Uygulama sonrasında ise öğrencilerin daha çok yazılım ile matematiğin sevebileceğini düşünenlerden (%31,57) ve yazılım ile matematiğin ilişkili (%26,31) olduğunu düşünenlerden oluştuğu görülmüştür. Uygulama sonrasında öğrencilerin cevaplarında nispeten bir farklılığın olduğu söylenebilir.

Tablo 7’te “Sizce matematik eğitiminde yazılım kullanılabilir mi?” sorusuna “kullanılabilir” diyen öğrencilerin “ii) Ne gibi yararlar sağlayabileceğini düşünüyorsunuz?” sorusuna uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Tablo 7

Yazılımın matematik eğitime ne gibi yararlar sağlayabileceğine dair öğrencilerin görüşleri

Kategoriler	Uygulama Öncesi Frekanslar	Uygulama Sonrası Frekanslar
Geogebra ile daha kolay öğrenilir	1	3
Matematiği öğrenmemizi kolaylaştırır.	5	12
Yarar sağlamaz.	3	0
Matematiksel şekilleri görselleştirir	0	3
Bilmiyorum	6	1
Matematiği daha eğlenceli hale getirir	0	3
Matematiğe farklı bir bakış açısı sağlar.	0	1

İncelemeler sonucunda uygulama öncesinde öğrencilerin daha çok konuya dair bir bilgilerinin olmadığı gözlemlenmiş (%40) ve matematik dersini kolaylaştıracağını (%33,33) düşünenlerden oluştuğu görülmüştür. Uygulama sonrasında ise daha çok matematik eğitiminde yazılım kullanımının matematik dersini öğrenmemizi kolaylaştırır (%52,17) diyenlerden oluştuğu görülmüştür. Uygulama sonrasında öğrencilerin cevaplarında nispeten bir farklılığın olduğu söylenebilir.

Tablo 8’da katılımcılara uygulanan görüşme formundaki “Bir yazılımcı olsaydınız hayatı kolaylaştıracak nasıl bir program yazardınız?” sorusuna uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Tablo 8*Öğrencilerin yazılımcı olmaları halinde ne yapabileceklerine dair görüşleri*

Kategoriler	Uygulama Öncesi Frekanslar	Uygulama Sonrası Frekanslar
Program tasarlayanlar	9	12
Bilmiyorum diyenler	6	3

İncelemeler sonucunda uygulama öncesi öğrencilerin bir yazılımcı olmaları durumunda yazacakları programları görüşme sırasında öğrencilerin %60'ı bir program tasarlayabilirken %40'ı tasarlayamamıştır. Uygulama sonrasında ise görüşme sırasında %80'i program tasarlayabilirken %20'si tasarlayamamıştır. Bilgisayar ve Arduino Programlama kursunu alan öğrencilerin cevaplarında nispeten bir farklılığın olduğu söylenebilir. Bu soruya uygulama öncesi ve sonrasında bazı öğrenciler tarafından yaratıcı cevaplar verilmiştir. Bunlardan bazıları şu şekildedir: “Çay servisi yapan akıllı bir robot tasarladım.”, “Kapılara teknolojik aletlerle çip sistemi uyguladım. Elimize çip yerleştirerek kapıya o çipi okuttuğumuzda kapı açılsın.”, “Evden VR gözlük ile canlı derse katılacak bir sistem kurardım.”

İkinci Alt Probleme İlişkin Alt Bulgular

Çalışmanın “Teknolojiye Hazırlık Ölçeği”nde uygulama öncesinde ve sonrasında anlamlı fark oluşmakta mıdır?” alt problemine yönelik elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur. Bu bölümde THÖ’den elde edilen verilerin betimsel istatistiklerine yer verilmiştir. Bu istatistikler öğrencilerin öntest – sontest puanlarına ve ölçeğin alt boyutlarına göre yorumlanmıştır. Araştırma kapsamında alınan öğrencilerin verdiği cevaplar doğrultusunda THÖ’nden ve alt boyutlarından elde edilen ortalama puanları, standart sapmaları ve düzeyleri göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Düzey değerleri hesaplanırken ortalama puan değerinden bir standart sapma değeri altında bulunan aralığa denk gelen değerler düşük düzey, bir standart sapma değeri altında ve üstünde bulunan aralığa denk gelen değerler orta düzey, bir standart sapma değeri üstünde bulunan değerleri ise yüksek düzey olacak şekilde kategorileştirilmiştir. Bu kategorileşme çerçevesinde elde edilen bulgular Tablo9’da gösterilmiştir.

Tablo 9*Öğrencilerin öntest-sontest sonuçlarına ait betimleyici istatistik değerleri*

	Boyut	Sınıf	N	Madde Sayısı	$\bar{X}$	Düzey	SS
Öntest	İyimserlik	7	15	7	3.657	Orta	0,776
	Yenilikçilik	7	15	6	3.400	Orta	0,632
	Güvensizlik	7	15	6	3.155	Orta	0,834
	Huzursuzluk	7	15	4	3.183	Orta	0,752
	Toplam	7	15	23	3.376	Orta	0.617
Sontest	Boyut	Sınıf	N	Madde Sayısı	$\bar{X}$	Düzey	SS
	İyimserlik	7	15	7	3,914	Orta	0,520
	Yenilikçilik	7	15	6	3,733	Orta	0,537
	Güvensizlik	7	15	6	3,300	Orta	0,652
	Huzursuzluk	7	15	4	3,716	Orta	0,549
	Toplam	7	15	23	3,675	Orta	0,218

Tablo 9 verileri incelendiğinde öğrencilerin Teknolojiye Hazırlık düzeyleri alt boyutlarının öntest sonuçlarına göre en yüksek ortalamanın İyimserlik ($\bar{X}=3.657$) alt faktörüne, en düşük ortalamanın ise Güvensizlik ($\bar{X}=3.255$) alt faktörüne ait olduğu görülmektedir. Yine öğrencilerin teknolojiye hazırlık algı düzeyleri alt boyutlarının sontest sonuçlarına göre en yüksek ortalamanın İyimserlik ($\bar{X}=3.914$) alt faktörüne, en düşük ortalamanın ise Huzursuzluk ($\bar{X}=3.300$) alt faktörüne ait olduğu görülmektedir. Ayrıca öntest verilerinden elde edilen genel aritmetik ortalama $\bar{X}=3.376$ ve standart sapma $ss=0,617$ olarak hesaplanmıştır. Bu veriler

ışığında öğrencilerin teknolojiye hazırlık düzeylerinin öntest verilerine göre orta düzeyde olduğu görülmektedir. Yine öğrencilerin sontest verilerinden elde edilen aritmetik ortalama $\bar{X}=3.675$, standart sapma $s=0.218$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre öğrencilerin genel teknolojiye hazırlık düzeylerinin yine orta düzeyde olduğu ancak ortalamalar göz önüne alındığında teknolojiye hazırlık düzeylerinin yükseldiği ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.675 > \bar{X}_{\text{öntest}} = 3.376$) söylenebilir.

Öğrencilerin THÖ'den Elde Edilen Verilerin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Çalışmada öncelikle öğrencilerin THÖ' ne vermiş olduğu cevaplara göre öğrencilerin teknolojiye hazırlık düzeylerinin alt boyutlarının öntest-sontest sonuçlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanarak incelenmiştir. Bu test sonucunda elde edilen bulgular Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10

Deney Öncesi ve Sonrası Teknolojiye Hazırlık Ölçeği Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Sontest-Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	7	5	35	-1,422	0,155
Pozitif Sıra	8	10,63	85		
Eşit	0	-	-		

Tablo 10'da verilen test sonuçlarına göre, araştırmaya katılan öğrencilerin THÖ'ne verdikleri cevapların kurs öncesi ve sonrası cevaplar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($z=1,422$; $p>0.05$). Bununla birlikte öğrencilerin sontestte verdikleri cevapların ortalamaları ($\bar{X}=3.675$), öntestte verdikleri cevapların ortalamalarından ($\bar{X} = 3.376$) fazla olduğu ($\bar{X}_{\text{sontest}}=3.675 > \bar{X}_{\text{öntest}}=3.376$) görülmektedir.

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Alt Bulgular

Çalışmanın “Dijital Okuryazarlık Ölçeği”nde uygulama öncesinde ve sonrasında anlamlı fark oluşmakta mıdır?” alt problemine yönelik elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur. Bu bölümde DOÖ'den elde edilen verilerin betimsel istatistiklerine yer verilmiştir. Bu istatistikler öğrencilerin öntest – sontest puanlarına ve ölçeğin alt boyutlarına göre yorumlanmıştır. Araştırma kapsamında alınan öğrencilerin verdiği cevaplar doğrultusunda DOÖ'den ve alt boyutlarından elde edilen ortalama puanları, standart sapmaları ve düzeyleri göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Düzey değerleri hesaplanırken ortalama puan değerinden bir standart sapma değeri altında bulunan aralığa denk gelen değerler düşük düzey, bir standart sapma değeri altında ve üstünde bulunan aralığa denk gelen değerler orta düzey, bir standart sapma değeri üstünde bulunan değerleri ise yüksek düzey olacak şekilde kategorileştirilmiştir. Bu kategorileşme çerçevesinde elde edilen bulgular Tablo11'de gösterilmiştir.

Tablo 11

Öğrencilerin öntest-sontest sonuçlarına ait betimleyici istatistik değerleri

	Boyut	Sınıf	N	Madde Sayısı	$\bar{X}$	Düzey	SS
Öntest	Tutum	7	15	7	3,438	Orta	1,166
	Teknik	7	15	6	3,522	Orta	0,991
	Bilişsel	7	15	2	3,466	Orta	0,801
	Sosyal- Duygusal	7	15	2	3,100	Orta	0,929
	Toplam	7	15	17	3.41	Orta	0.992

	Boyut	Sınıf	N	Madde Sayısı	$\bar{X}$	Düzey	SS
Sontest	Tutum	7	15	7	3,609	Orta	0,926
	Teknik	7	15	6	3,655	Orta	1,075
	Bilişsel	7	15	2	4,000	Orta	0,801
	Sosyal- Duygusal	7	15	2	3,400	Orta	1,105
	Toplam	7	15	17	3,647	Orta	0,825

Tablo 11 verileri incelendiğinde öğrencilerin dijital okuryazarlık düzeyleri alt boyutlarının öntest sonuçlarına göre en yüksek ortalamanın Teknik ($\bar{X}=3,522$) alt faktörüne, en düşük ortalamasının ise Sosyal-Duygusal ($\bar{X}=3.100$) alt faktörüne ait olduğu görülmektedir. Yine öğrencilerin dijital okuryazarlık düzeyleri alt boyutlarının sontest sonuçlarına göre en yüksek ortalamanın bilişsel ($\bar{X}=4.000$) alt faktörüne, en düşük ortalamasının ise Sosyal-Duygusal ($\bar{X}=3.400$) alt faktörüne ait olduğu görülmektedir. Ayrıca öntest verilerinden elde edilen genel aritmetik ortalama $\bar{X}=3.431$ ve standart sapma $ss=0,992$ olarak hesaplanmıştır. Bu veriler ışığında öğrencilerin dijital okuryazarlık düzeylerinin öntest verilerine göre orta düzeyde olduğu görülmektedir. Yine öğrencilerin sontest verilerinden elde edilen aritmetik ortalama $\bar{X}=3.647$, standart sapma $s=0.825$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre öğrencilerin genel dijital okuryazarlık düzeylerinin yine **orta** düzeyde olduğu ancak ortalamalar göz önüne alındığında dijital okuryazarlık düzeylerinin yükseldiği ($\bar{X}_{\text{sontest}}=3.647 > \bar{X}_{\text{öntest}}=3.431$) söylenebilir.

Öğrencilerin DOÖ'den Elde Edilen Verilerin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Çalışmada öncelikle öğrencilerin DOÖ'ne vermiş olduğu cevaplara göre öğrencilerin dijital okuryazarlık düzeylerinin alt boyutlarının öntest-sontest sonuçlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanarak incelenmiştir. Bu test sonucunda elde edilen bulgular Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12

Deney Öncesi ve Sonrası Teknolojiye Hazırlık Ölçeği Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Sontest-Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif Sıra	4	7,13	28,50	-1,792	0,073
Pozitif Sıra	11	8,32	91,50		
Eşit	0	-	-		

Tablo 12'de verilen test sonuçlarına göre, araştırmaya katılan öğrencilerin DOÖ'ne verdikleri cevapların kurs öncesi ve sonrası cevaplar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($z=1,792$; $p>0.05$). Bununla birlikte öğrencilerin sontestte verdikleri cevapların ortalamaları ($\bar{X}=3,647$), öntestte verdikleri cevapların ortalamalarından ($\bar{X} = 3.431$) yüksek olduğu ($\bar{X}_{\text{sontest}}=3.647 > \bar{X}_{\text{öntest}}=3.431$) görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğrencilerin uygulama öncesinde görüşme formuna verdikleri yanıtlardan bilgisayarı çoğunlukla günlük işlerinde kullandıkları, yazılım, programlama, robotik kodlama, Web 2.0 araçları (Geogebra) gibi konularda yeterince bilgi sahibi olmadıkları anlaşılmaktadır. Buradan hareketle öğrencilerin bilgisayar ve programlamaya olan farkındalıklarının az olabileceği düşünülmektedir. Gezgin, Azaz ve Atabey (2022) tarafından yapılan bir çalışmada ortaokul öğrencilerinin robotik ve kodlama eğitimi; öğrencilerin işbirlikli öğrenmeye karşı tutumlarını, problem çözme becerileri algılarını ve kişilik özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin işbirlikli öğrenmeye yönelik tutumlarının ve problem çözme becerisi algı seviyelerinin arttığı anlaşılmıştır. Buradan hareketle robotik kodlamaya ve dolayısıyla bilgisayar programcılığı eğitimi öğrencilerdeki problem çözme becerilerine katkı sağladığı gözlenmiştir.

Öğrencilerin görüşme formuna verdikleri yanıtlarda bilgisayar ve programlama hakkında bilgi sahibi olmadıkları, varsa bile bilgisayarı günlük işlerde kullandıkları görülürken çalışma sonucunda öğrencilerin, bilgisayar ve programlama hakkında Scratch ve mBlock ile kodlama yapılabildiğini, robotik kodlama yapılabildiğini ve Tinkercat üzerinden Arduino simülasyonu yapabildiklerini ifade ettikleri görülmüştür. Böylece öğrenciler uygulama sürecinde bilgisayar ve programlama hakkında bilgi sahibi oldukları ve bir farkındalığa ulaştıkları gözlemlenmiştir. Sırakaya (2018) tarafından kodlama eğitime yönelik öğrenci görüşlerinin alındığı bir çalışmada ortaokul öğrencilerinin blok temelli kodlama eğitime yönelik görüşleri

incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda öğrencilerin kodlama eğitimi almaktan keyif aldıkları ve bu eğitimleri ilginç ve eğlenceli olarak değerlendirdikleri gözlenmiştir. Fessakis vd. (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada 5-6 yaşındaki anaokulu çocuklarına bilgisayar programlaması öğretmek problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonunda anaokulu çocuklarının bilgisayar programlaması yoluyla problem çözme, matematiksel düşünme ve sosyal becerilerini geliştirebileceğini ve bu sürecin öğretmen rehberliğinde etkili şekilde uygulanabileceğini gösterilmiştir.

Yazılımın matematik eğitimine olan katkısı hakkında öğrencilerin çoğu uygulama öncesinde yeteri kadar bilgi sahibi olmadığı için kullanılabileceğini düşünmüş ama nasıl kullanılacağı hakkında herhangi bir bilgilerinin olmadığı gözlemlenmiştir. Uygulama sonrasında ise kodlama ile matematik eğitiminin algoritmik zekâyı geliştirdiği, geometrik şekillerin görsel olarak ifade edilmesinin daha kolay olacağını ifade etmişlerdir. Böylece öğrencilerin uygulama sürecinde yazılım ile matematiğin ilişkisini kavradıkları ve matematik eğitiminde yazılım kullanımının ne gibi fayda sağlayabileceğini düşündükleri gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar Mercan ve Aktaş'ın (2018) yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir. Ortaokul 6. sınıf Matematik dersine ait "Cebirsel İfadeler" konusunun, ders kitabındaki etkinliklerden farklı olarak Scratch yardımıyla matematik öğretiminin öğrencilerdeki akademik başarıya etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda, Scratch ile tasarlanan oyun ve etkinliklerin hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin ders başarılarına olumlu katkı sağladığı görülmüştür. Öğrenilmesi zor ve sıkıcı olan konuların öğretiminde kullanılabilir (Mercan & Aktaş, 2018). Totan (2021) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise blok tabanlı kodlama eğitimlerinin 5.sınıf kademesindeki öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri ve kodlamaya yönelik tutumlarına etkisi Blockly kodlama ortamı kullanılarak incelenmiştir. Araştırmanın sonunda blok tabanlı kodlama eğitiminde Blockly ortamının, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri öz yeterlik algıları ve kodlama öğrenmeye yönelik tutumları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Momcilovic (2020) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise temel geometrik şekillerin geleneksel yöntemlerle ve Scratch kullanılarak öğretiminde başarı düzeyleri arasında bir farkın olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmanın sonunda ise geometrinin temel kavramlarını model ve cisimler üzerinde algılama ve tanıma yöntemiyle öğrenen öğrenciler ile Scratch tabanlı programları kullanarak öğrenen öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir başarı farkı olduğunu ortaya konulmuştur.

Belirli bir problemin çözümüne ulaşmak amacıyla tasarlanan sistematik ve adım adım ilerleyen işlem dizisine algoritma denir (Arabacıoğlu vd., 2007). Matematik gibi sayısal derslerde karşılaşılan problemlerin çözümünde algoritmaları kullanmak çözümü kolaylaştıracaktır. Öğrencilerin matematik problemlerinde çözüme ulaşmak için adım adım izledikleri süreçler de algoritmik bir yaklaşımdır (Jeyabal vd., 2016). Öğrencilerin algoritma bilgisinin ölçüldüğü görüşme formu sorusuna uygulama öncesinde öğrencilerin çoğu algoritma ifadesini çoğu daha önce isim olarak duyduğunu fakat ne anlama gelmediğini veya hiç duymadıklarını ifade ederken uygulama sonrasında öğrencilerin hepsinin temel düzeyde algoritma ifadesinin ne demek olduğu hakkında yorum yapabildiği gözlemlenmiştir. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde Durası (2021) tarafında yapılan bir araştırmada 6. sınıf öğrencilerinin Scratch programı ile tam sayılar konusunda algoritma üretme süreçlerini ve oluşturdukları algoritmaların yapıları incelenmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin üç etkinlikte algoritma üretme süreçlerinde tanıma, kullanma ve oluşturma eylemlerini dinamik bir şekilde gerçekleştirdikleri gözlemlenmiştir. Lehmann (2024) tarafından yapılan başka bir çalışmada 12. sınıf öğrencilerinin algoritmikleştirme görevlerinin algoritmik düşünmeye nasıl dahil edildiklerini incelenmiştir. Çalışmanın sonunda öğrencilerin algoritma tasarlama süreçlerinde ilerleme kaydettikleri gözlenmiştir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin Teknolojiye Hazırlık Ölçeği'nden (THÖ) aldıkları deney öncesi ve sonrası puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Fakat sönstest puanlarının ortalaması önstest ortalamasından yüksek çıktığı görülmektedir. Araştırmaya katılan öğrencilerin Dijital Okuryazarlık Ölçeği'nden (DOÖ) aldıkları deney öncesi ve sonrası puanlar arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Fakat sönstest puanlarının ortalaması önstest ortalamasından yüksek çıktığı görülmektedir.

Araştırma sonucunda Bilgisayar ve Arduino Programlama kursu alan öğrencilerin bilgisayara, bilgisayar bilimlerine, robotik kodlamaya, algoritma kurmaya ve tüm bunların matematikle olan ilişkilerini öğrendikleri görülmüştür. Bu sonuç Hangün'ün(2019) yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada robot

programlama eğitiminin öğrencilerin matematik başarı, matematik kaygı, programlama özyeterlilik STEM tutum değişkenleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda robot uygulamalarının matematik eğitiminde etkili bir yöntem olduğu ve derslerin verimini arttırabileceği düşünülmüştür (Hangün,2019). Süreç içerisinde bilgisayar hakkında çok az bilgisi olan öğrencilerin bile sürecin sonunda Scratch üzerinden kodlama yaptığı, mBlock üzerinden Arduino programladığı vs. gözlemlenmiştir. Tüm bunların yanında matematik dersinin sadece bir dersle sınırlı kalmadığı, matematiğin başka alanlarla da ilişkili olduğu öğrenciler tarafından anlaşıldığı gözlemlenmiştir. Algoritma ifadesinin ne olduğu süreç içerisinde öğrenciler tarafından benimsenmiş olup algoritma ifadesinin günlük hayatın içinde yer edindiği de öğrenciler tarafından belirtilmiştir.

Tüm bunların yanında uygulama sonunda öğrencilerle birlikte arduino ile mini CNC Plotter yapımında öğrencilerin bilgisayar ve arduino ile neleri yapabileceklerini görecekları bir prototip tasarlanmıştır. Böylece öğrencilere bir teknolojik bir farkındalık oluşturulmuş ve öğrencilerin bilgisayara, yazılıma, robotik kodlamaya, algoritmaya ve tüm bunların matematikle olan ilişkisine dair bakış açılarına olumlu katkı sağladığı anlaşılmıştır. Shankar vd. (2013) tarafından 9. sınıf öğrencileriyle birlikte düşük maliyetli robotlar yapmak, programlamak ve çeşitli geometrik şekilleri çizdikleri bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin mühendislik ve matematiğe olan ilgilerini artırmak amaçlanmıştır. Robotlar matematik dersine entegre edilmiş ve sonuç olarak öğrencilerin robot kullanımının matematik derslerinde fayda sağladığı gözlemlenmiştir. Öğrenciler Pisagor teoremi ile çözülmüş ve ardından robot simülasyonu ile sonuçlar analiz edilmiş. Öğrenciler hem matematik problemi hem de robotları kullanarak ortaya çıkan öğrenci hataları yorumlanmıştır. Böylece öğrenciler kavramsal hata ile gerçek dünya hatası arasındaki farkı anlamışlardır. Literatürde yapılan bu çalışma, yaptığım çalışmayı destekler niteliktedir.

Yapılan çalışmada öğrenciler, yazılımın matematik dersine entegre edilmesi, algoritma kurmanın matematik öğrenmeye katkı sağladığını belirtmişlerdir. Ek olarak ortaokul matematik müfredatında yer alan geometrik kavramların daha iyi anlaşılması için dinamik geometri yazılımlarının daha sık kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Sonuç olarak öğrencilerin görüşme formuna verdikleri yanıtlara göre bilgisayar programlama ve yazılım ile öğrencilerin matematiği öğrenmeleri arasında öğrencilerin yakın ilişki kurduğu ve matematiğe olan bakışlarını etkilediği ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda okullardaki matematik derslerine ders sırasında öğrencilerin algoritmik düşünce yapılarını geliştirecek etkinliklerin sayıca artırılması, Scratch gibi blok tabanlı uygulamaların matematik etkinliklerine daha fazla ilave edilmesi ve öğrencilerin görsel matematiksel okuryazarlığı artırma etkisine sahip dinamik geometri yazılımları kullanılması önerilmektedir.

NOT

Bu çalışma TUBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir. Aynı zamanda 16. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK 2024) sempozyumunda sunulan bildirinin geniş halidir.

KAYNAKÇA

- Agar, J. (2019). Teknoloji nedir? Teknoloji: Bir kavramın eleştirel tarihi, Eric Schatzberg, Chicago ve Londra, Chicago Üniversitesi Yayınları, 2018, 352 sayfa, 27,45 \$ (kağıt kapaklı), ISBN: 978-0-226-58383-9. *Annals of Science*, 77 (3), 377–382. <https://doi.org/10.1080/00033790.2019.1672788>
- Akbulut, İ., Akyıldız, A., Yılmaz, S., Bayri, E., & Bayri, G. (2020). Eğitimde Teknoloji Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi. *International QMX Journal*, 6. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10729254>
- Antoino, J., Tudela, P. A., & Terron, P. D. (2024, 10). Computational Thinking and Programming with Arduino in Education: : A Systematic Review for Secondary Education. Heliyon.
- Arabacıoğlu, T., Bülbül, H. İ., & Filiz, A. (2007). Bilgisayar programlama öğretiminde yeni bir yaklaşım. IX. akademik bilişim konferansı bildirileri (s.193-197). Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Atış Akyol, N., & Aşkar, N. (2022). Erken Çocukluk Döneminde 21. Yüzyıl Becerileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 42(3), 2597-2629. <https://doi.org/10.17152/gefad.1081472>
- Bakırcı, G., & Özmantar, M. F. (2023). Matematik Eğitiminde Etkinlik Temelli Öğretim: Öğretmenlerin Etkinlik Değerlendirmeleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi(58), 3158-3184. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1359320>
- Bal-Sezerel, B. (2012). Seçici problem çözme (SPÇ) tekniğinin ilköğretim 6. ve 7. sınıf öğrencilerine yönelik matematik eğitimindeki sosyal geçerliğinin değerlendirilmesi. [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi].
- Belmonte, J. L., Marin, J. A. M., Costa, R. S., & Guerrero, A. J. M. (2020). Arduino Advances in Web of Science. A Scientific Mapping of Literary Production. IEEE Access, 6.
- Bernard, M., & Setiawan, W. (2020, October). Developing math games media using scratch language. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1657, No. 1, p. 012064). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012064>
- Büyüköztürk, Ş. (2020). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı . Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, K.E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). Bilimsel araştırma yöntemleri. Ankara: Pegem Akademi.
- Cameron, K. (2024). *Progressive Education and the Quality Agenda: Contradictory Views of Children, Childhood, and the Purposes of Education for Young Children* [Yayımlanmamış Doktora Tezi].
- Cheng, Y. P., Lai, C. F., Chen, Y. T., Wang, W. S., Huang, Y. M., & Wu, T. T. (2023). Enhancing student's computational thinking skills with student-generated questions strategy in a game-based learning platform. *Computers & Education*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104794>
- Creswell, J.W. (2006). Understanding Mixed Methods Research, (Chapter 1). Available At: http://Www.Sagepub.Com/Upm-Data/10981_Chapter_1.Pdf (Erişim Tarihi: 02/03/2022)
- Durası, E. (2021). *Akademik Başarısı Yüksek 6. Sınıf Öğrencilerin Scratch Programı ile Tamsayılar Konusunda Algoritma Üretme Süreçleri ve Yapılarının İncelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi].
- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.016>
- Gezgin, D. M., Azaz, E., & Atabey, E. (2022). Ortaokul Öğrencilerinin Robotik ve Kodlama Eğitimi Başarılarına İşbirlikli Öğrenme Tutumu, Problem Çözme Becerisi Algısı ve Kişilik Tiplerinin Etkisi: Bir Nedensel Karşılaştırma Araştırması. *Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi*, 28-42.
- Günay, D. (2017). Teknoloji Nedir? Felsefi Bir Yaklaşım. *Yüksek Öğretim ve Bilim Dergisi*, 164.

- Hamutoğlu, N. B., Güngören, Ö. C., Uyanık, G. K., & Erdoğan, D. G. (2017). Dijital Okuryazarlık Ölçeği: Türkçe'ye Uyarlama Çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, 18(1), 408- 429.
- Hangün, M. E. (2019). *Robot Programlama Eğitiminin Öğrencilerin Matematik Başarısına, Matematik Kaygısına, Programlama Özyeterliliğine ve Stem Tutumuna Etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi].
- Iskrenovic-Momcilovic, O. (2020). Improving Geometry Teaching with Scratch. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2), em0582. <https://doi.org/10.29333/iejme/7807>
- Işık, A., Çiltaş, A., & Bekdemir, M. (2008). Matematik eğitiminin gerekliliği ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (17), 174-184.
- Jacobsen, M, J Lock and S Friesen. 2013. "Strategies for Engagement: Knowledge Building and Intellectual Engagement in Participatory Learning Environments." *Education Canada* 53, no 1: npn.
- K. Jeyabal, M. Vasuki & A. Dinesh Kumar, "From Algorithms to Conceptual Understanding a Review of Instructional Strategies in Math", *Journal of Engineering Scientific Research and Applications*, Volume 2, Issue 1, January - June, Page Number 191-205, 2016.
- Kalelioglu, F., & Gülbahar, Y. (2014). The effects of teaching programming via Scratch on problem solving skills: A discussion from learners' perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33–50.
- Mehmet Kurudayıoğlu, Büşra Gociaoğlu .(0).21. Yüzyıl Becerileri Ve Türkçe Eğitimi .Nobel Yayıncılık
- Lehmann, T.H. How current perspectives on algorithmic thinking can be applied to students' engagement in algorithmatizing tasks. *Math Ed Res J* 36, 609–643 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00462-0>
- Lupas, L. B., Olchondra, J. A. A., Irinco, J. P. L., Nobis, M. L., & Bayri, G. (2024). Cracking the Math Code: Challenges and Strateg. *ETCOR*, 6.
- Marín, J. A. M., Tudela, P. A. G., & Terron, P. D. (2024). Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review for secondary education. *Heliyon*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29177>
- Meço, G., & Arı, A. G. (2021). Arduino Destekli STEM Etkinliklerine Yönelik Ortaokul Öğrencilerinin Görüşleri. *The Journal of International Social Research*, 498-504-505.
- Mercan, M., & Aktaş, M. (2018). 6. Sınıf Matematik Dersine Ait Cebirsel İfadeler Konusunun Scratch Destekli Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisi. *Social Sciences Studies Journal*, 6395-6409.
- Miles, M. B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. (2nd Edition). Calif.: SAGE Publications.
- Mollo, L., Bellotti, F., Berta, R., & Gorla, A. D. (2016). *Building Arduino-Based Tangible Serious Games for Elementary Mathematics and Physics*. Springer.
- Negrete, J. C. (2023). Arduino in agriculture and the teaching of mathematics. *Horticulture International Journal*. <https://doi.org/10.15406/hij.2023.07.00280>
- Negrete, J. C. (2024). Mechatronics for Teaching Mathematics. *Acta Scientific AGRICULTURE*.
- Ng, W. (2012). Can We Teach Digital Natives Digital Literacy?. *Computers & Education*, 59(3), 1065-1078.
- Olsson, J., & Granberg, C. (2022). Teacher-student interaction supporting students' creative mathematical reasoning during problem solving using Scratch. *Mathematical Thinking and Learning*. <https://doi.org/10.1080/10986065.2022.2105567>
- Özer, P. S., Eriş, E. D., & Özmen, Ö. N. T. (2011). Teknolojiye Hazırlık Düzeyinin Belirlenmesine Yönelik Bir Ölçek Uyarlama Çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 12(2), 321-333.

- Parasuraman, A. (2000). Technology Readiness Index (Trı) A Multiple-İtem Scale To Measure Readiness To Embrace New Technologies. *Journal Of Service Research*, 2(4), 307-320.
- Rodríguez – Martínez, J. A., Gonzalez Calero, J. A., & Saez Lopez, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using Scratch: An experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 6. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448>
- Shankar, R., Ploger, D., Nemeth, A., & Hecht, S. A. (2013). Robotics: Enhancing Pre-College Mathematics Learning with Real-world Examples. *120th ASEE Annual Conference and Exposition* (s. 1-17). Florida: ASEE.
- Sırakaya, M. (2018). Kodlama Eğitimine Yönelik Öğrenci Görüşleri. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 37(2), 79-90. <https://doi.org/10.7822/omuefd.394649>
- Şahin, M. C., & Namlı, N. A. (2017). Algoritma Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerine Etkisi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 136-140.
- Tekin, Y., & Keser, H. (2020). Matematik Öğretiminde Robotik Etkinlikler Kullanılmasının Başarıya Etkisi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 476-477-478-488.
- Tewes, A. (2019). *The Effects of Incorporating on Student Experience and Understanding of Middle School Mathematical Concepts* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi].
- Totan, H. N. (2021). *Blok Tabanlı Kodlama Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Ve Kodlama Öğrenimine Yönelik Tutumlarına Etkisi: Blocky Örneği* [Yüksek Lisans Tezi].
- Turan, B., & Yıldız, B. (2021). Scratch ile Kodlama Yaparken Matematik Öğreniyorum. 2. *Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu* (s. 395-400). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi.
- Tudela, P. A. G., & Marin, J. A. M. (2023). Use of Arduino in Primary Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 6. <https://doi.org/10.3390/educsci13020134>
- Türnüklü, A. (2000). Eğitim Bilim Araştırmalarında Etkin Olarak Kullanılabilecek Nitel Bir Araştırma Tekniği: Görüşme. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 547.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Yükseltürk, E., & Altıok, S. (2015). Bilişim Teknolojileri Öğretmen Adaylarının Bilgisayar Programlama Öğretimine Yönelik Görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 50-65. <https://doi.org/10.17539/aej.96735>
- W. Mo, Y. Zhang, Y. Fu, J. Lin, H. Gao and Y. Lin, "Effects of A Scratch-based Experiential Learning Approach on Students' Math Learning Achievements and Interest," 2021 International Symposium on Educational Technology (ISET), Tokai, Nagoya, Japan, 2021, pp. 261-265, <https://doi.org/10.1109/ISET52350.2021.00062>.



Enhancing 7th Grade Students' Awareness of Programming with Arduino in Mathematics

Talip Gültekin^{1*}
Serkan Narlı²

¹Dokuz Eylül University, Master's Student, Department of Mathematics Education, İzmir Türkiye
talipgultekin1122@gmail.com

²Dokuz Eylül University, Department of Mathematics Education, İzmir Türkiye
serkan.narli@deu.edu.tr

*Corresponding Author

Abstract: In today's era, the onset of digitalization has significantly contributed to changes and innovations in educational practices driven by technological advancements. In this context, our study aims to raise awareness by enhancing students' algorithmic thinking while providing knowledge of computer and robotic coding. This mixed-methods study was conducted with 15 seventh-grade students voluntarily selected from a foundation middle school in İzmir. Qualitative data were collected through semi-structured interviews, while quantitative data were gathered using the Technology Readiness Scale and the Digital Literacy Scale. Students participated in a six-week algorithmic programming course. Upon completing the course, they designed a mini CNC plotter machine using Arduino. Data were collected through interview forms and scales administered before and after the course. Content analysis was used for qualitative data analysis, while the Wilcoxon Signed-Rank Test was employed for quantitative data analysis. At the end of this study, students reported that their coding competencies enhanced their algorithmic skills and that geometric shapes could be expressed in different ways.

Keywords: Arduino, Coding, Mathematics Education, Technology, Software

Received:14.01.2025
Accepted: 25.02.2025
Available Online: 30.05.2025

INTRODUCTION

Throughout history, humanity has continuously sought to develop new products to simplify life. These efforts can be considered a form of technology (Agar, 2019). If embers did not burn human hands, there would be no need for tongs; if nails could be pressed with fingers, hammers would be unnecessary; and if our cognitive abilities were capable of solving all mathematical expressions, calculators would not be required (Günay, 2017). Rather than restricting the concept of technology to digital tools that have entered our lives, it would be more accurate to define it broadly as the facilitation of tasks and actions that humanity cannot perform or struggles to accomplish. With the opportunities it provides, technology can be utilized as a tool in the education sector (Akbulut et al., 2020). In a learning process that aims to voluntarily change an individual's behaviors, merely transferring existing knowledge to students does not constitute adequate learning (Tekin & Keser, 2020). Instead of presenting knowledge in a pre-digested form, methods that encourage critical thinking, interpretation, and independent research should be followed (Cameron, 2024). A range of educational materials that make learning more engaging and meaningful can enhance students' understanding of mathematics (Antoino et al., 2024). Learning mathematics equips students with creative thinking and problem-solving skills (Bal Sezerel, 2012). The growing recognition of the importance of mathematics education stems from its direct link to technological advancements and living standards (Işık et al., 2008).

Mathematics holds a significant place for students, both due to its applications in daily life and the responsibilities required by their future professions (İlğan & Çağılğan Gülten, 2013). There are various innovations designed to improve mathematics education and make learning more permanent (Bakırcı & Özmantar, 2023). One of these innovations is computer coding (Lupas et al., 2024). According to Jacobsen et al. (2013), research and practices related to coding and computational thinking in schools challenge students while enhancing their learning when they engage in meaningful tasks, receive continuous feedback from their teachers, and are supported throughout the process.

Individuals need various skills to sustain their lives and adapt to the requirements of the modern era. 21st-century skills are interdisciplinary competencies that emerge from the synthesis of knowledge and proficiency to meet contemporary demands and are related to many aspects of modern life (Atış Akyok & Avşar, 2022). These skills can be categorized into three dimensions: “Learning and Innovation Skills,” “Life and Career Skills,” and “Information, Media, and Technology Skills” (Kurudayıoğlu & Gociaoğlu, 2021). One frequently mentioned skills in recent times, and a sub-theme of information technology literacy, is coding (European Commission, 2014a). Programming refers to the set of written code lines used to solve a problem with the help of a programming language (Şahin & Namlı, 2017). Writing software requires coding skills, meaning programming demands high-level cognitive abilities (Yükseltürk & Altınok, 2015). Developing algorithms plays a crucial role in acquiring these high-level skills. Algorithms can be written using any programming language or expressed verbally. To implement algorithms in digital platforms, the software component of a computer must be utilized. Programming languages such as C, C++, and Java may be too complex and challenging for middle school students (Kalelioğlu & Gülbahar, 2014). As an alternative, block-based coding platforms like Code.org, Scratch, and mBlock make it easier and more enjoyable for students to implement their algorithms (Olsson & Granberg, 2022). These platforms do not require programming knowledge and allow users to create code by simply dragging and dropping blocks, providing a simple and intuitive interface accessible to people of all ages (Turan & Yıldız, 2021). Additionally, they incorporate various visual components that enhance user experience (Cheng et al., 2023). Scratch enables students to become more engaged and active while learning mathematical concepts, fostering their creative thinking and collaborative skills (Bernard & Stiawan, 2020). A study by Mo et al. (2021) found that using the Scratch program to present students with visual, mathematical images encouraged them to explore and understand these concepts. On the other hand, arduino is a simple microcontroller board and an open-source platform that can continuously evolve (Mollo et al., 2016, p. 60). It is a resource used across various categories and topics in education (Tudela & Marin, 2023). Arduino’s significance in education stems from its potential, the variety of available types, the diverse experimental opportunities it provides, and its low cost (Marín et al., 2024). Furthermore, Belmonte et al. (2020) highlighted the benefits of using Arduino tools in education, stating that it allows students to reinforce their understanding of concepts through hands-on experimentation, encourages them to engage in design activities, and enhances their creativity. Arduino can serve as an engaging educational tool in mathematics education. For instance, coding projects involving controlled movements and sensor measurements with Arduino can be used to teach students trigonometry and algebra (Negrete, 2023). Additionally, it helps visualize and manipulate mathematical equations and formulas (Negrete, 2024).

A significant corpus of research has been dedicated to the utilisation of block-based coding in the context of mathematics education. The findings of these studies have been shown to contribute to the field of mathematics education. Rodríguez-Martínez et al. (2020) utilised the Scratch software to examine the development of computational thinking skills and mathematical concepts in students enrolled in mathematics education. The study concluded that Scratch software is beneficial in developing students' computational thinking skills. In a subsequent study, Turan and Yıldız (2021) examined the impact of Scratch software on mathematics education. Their study revealed that while students gained the ability to understand basic mathematical expressions in coding, they also had the opportunity to experience the process of learning with programming in a fun and creative way. A further study by Tewes (2019) examined the effects of coding in secondary school mathematics lessons on students' experience and understanding of mathematical concepts. The study concluded that integrating coding into the secondary school mathematics curriculum can positively influence students' mathematical experiences and understanding of mathematical concepts.

Many studies have been conducted on integrating robotics coding into mathematics education, demonstrating its contributions to mathematics and mathematics instruction. In a study conducted by Meço and Görgülü Arı (2021), the benefits of using Arduino boards in STEM education were examined based on student perspectives. The findings indicated that students found these activities both beneficial and enjoyable, developed a more positive attitude toward science courses, increased their interest in the subject, and showed a tendency to pursue careers in engineering and science fields. Similarly, Baysal et al. (2020) investigated the perspectives of secondary school students who received training in coding and Arduino, focusing on their views regarding coding, Arduino, and STEM education. The results revealed that such training positively influenced students' problem-based and peer-supported learning skills, encouraged them to develop various robotic solutions, and fostered problem-solving efforts. Additionally, these activities enhanced students' creative thinking skills, encouraged them to approach problems from different perspectives, and contributed to their problem-solving processes. In another study conducted with sixth-grade middle school students, Tekin

and Keser (2020) examined the impact of robotics coding activities on students' mathematics achievement. Their findings suggested that mathematics instruction supported by robotics activities was more effective in enhancing mathematical achievement than traditional methods. It was also determined that robotics activities had a more significant impact on students with lower mathematics achievement levels, whereas no significant difference was observed among students with medium to high achievement levels. Furthermore, Marin et al. (2024) conducted a meta-analysis to examine the benefits and opportunities of Arduino applications for middle school students. The findings highlighted that Arduino boards were predominantly used in technology and physics topics and interdisciplinary STEM projects. Similarly, Belmonte et al. (2020) conducted another meta-analysis, reviewing 346 documents to analyze the development of Arduino in scientific literature. Their study concluded that research on Arduino in education is still evolving and remains an ongoing area of study. Additionally, most previous studies focused on physics experiments, computational thinking, and computer-based learning.

A literature review on this topic reveals that applications such as Code.Org and Scratch promote sustained learning in the teaching-learning process and increase student engagement and contribute to the creation of enjoyable learning environments. It has been observed that Arduino applications improve students' algorithmic thinking abilities and positively influence their entrepreneurial skills. Our literature review indicates that studies directly utilizing Arduino boards in mathematics education are relatively limited, with focusing predominantly on science education and STEM-related studies. Considering the role of technology in education and its contribution to the development of 21st-century skills, a study has been designed to raise awareness of mathematics education through software and robotic coding for middle school students. In this regard, an educational process has been structured to develop students' analytical thinking, problem-solving, and digital literacy skills. In light of these findings, the primary aim of this study is to integrate dynamic technology into education, minimize students' mathematical errors, ensure an enjoyable learning experience, and establish a "student-centered" learning environment that fosters awareness. Additionally, the study seeks to enhance students' algorithmic thinking skills while learning computer and robotic coding. Therefore, the research problem is defined as: "What are the awareness levels of 7th-grade students regarding programming with Arduino in mathematics education?" To address this central research question, the following sub-questions have been formulated:

- a) Is there a significant difference in students' perceptions of Arduino and mathematics before and after the implementation?
- b) Is there a significant difference in the technology readiness scale before and after the implementation?
- c) Is there a significant difference in the digital literacy scale before and after the implementation?

METHOD

Research Design

Creswell (2006) asserts that mixed-method studies entail the collection and analysis of quantitative and qualitative data within a single study or multiple studies conducted within the scope of a research programme. In this study, the term 'mixed method' is employed to denote the integration of quantitative and qualitative data.

Study Group/Population-Sample

The study group consisted of 15 seventh-grade students enrolled in a foundation middle school in İzmir during the 2022/2023 academic year. In this study, a non-random sampling technique, specifically the convenience sampling method, was employed. In this method, the researcher selects the most easily accessible and cost-effective individuals until reaching the required sample size for data collection (Büyüköztürk et al., 2010).

Data Collection Tools

Students' opinions were determined through a semi-structured interview. The semi-structured interview technique differs slightly from the structured interview technique (Türnüklü, 2000). In this technique, the

researcher prepares an interview protocol containing pre-planned questions (Türnüklü, 2000). During the development of the form, a literature review is conducted first, followed by expert consultation. The interview form used in this study consisted of seven questions prepared based on expert opinions. The questions are as follows:

1. How proficient are you in using a computer? Briefly explain.
2. To what extent do you have access to a computer?
3. Have you heard the term "algorithm" before? If yes, explain its meaning.
4. What do you know about programming?
5. Do you know any programming languages? If so, which ones?
6. Do you think software can be used in mathematics education?
 - i. Does it facilitate or complicate your mathematics learning? Explain.
 - ii. What benefits do you think it can provide?
7. If you were a software developer, what kind of program would you create to make life easier?

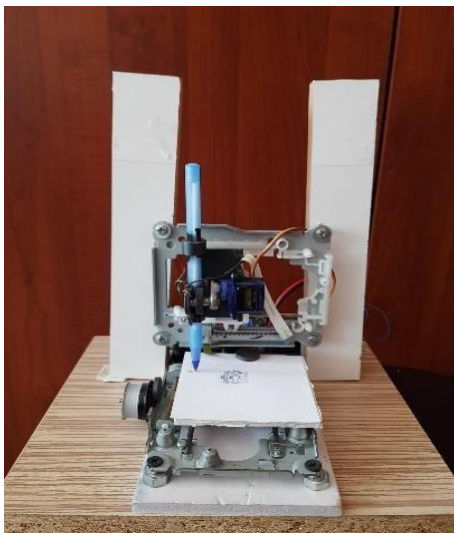
To measure students' willingness to use technology, the "Technology Readiness Index" (TRI), developed by Parasuraman (2000) and adapted into Turkish by Özer, Eriş, and Özmen (2011) with validity and reliability studies, was used. The scale consists of 23 items and four dimensions: optimism (7 items), innovativeness (6 items), insecurity (6 items), and discomfort (4 items). Additionally, to assess students' digital literacy, the "Digital Literacy Scale" (DLS), developed by Ng (2012) and adapted into Turkish by Hamutoğlu et al. (2017), was utilized.

Data Collection Process

The semi-structured interview form, TRS, and DLS were administered to students before the Computer and Arduino Programming Course. During the course, students were informed about what technology means, what has been done, and what can be done with digitalization. Subsequently, the Scratch software platform was introduced to the students, and various games were created with the students using Scratch. Arduino was introduced to the students, and what could be done with Arduino was discussed with the students. Various Arduino circuit simulations were carried out with the students using the TinkerCad software platform. The mBlock application was introduced to the students, and how to create the codes of Arduino circuits with this application and how to run these circuits were shown. Subsequently, the Arduino starter kits distributed to the students were shared so that each kit fell to two students. Various Arduino circuits were built with the students from the mBlock application. At the end of the process, a mini CNC Plotter design was made with the students, and the machine was operated (see Figure 1).

Figure 1

Mini CNC Plotter



Mathematical expressions and various visuals from daily life were drawn by the machine together with the students. At the end of this six-week process, the semi-structured interview form, the Technology Readiness Scale (TRS), and the Digital Literacy Scale (DLS), which were applied at the beginning of the process, were administered to the students again.

In this study, research ethics principles were observed, and the necessary ethical committee approvals were obtained. Within the scope of ethical approval, a document dated 01.11.2022 and numbered E-87347630-659-412496 was obtained from the Dokuz Eylül University Ethics Committee.

Data Analysis

In this study, the qualitative data obtained from the interviews were analyzed using the content analysis, which aligns with qualitative research methods. Content analysis is an analytical technique in which similar data are interpreted comprehensively and presented to the reader in a clear and understandable manner based on predefined codes, categories, and themes (Yıldırım & Şimşek, 2021). In this study, the data subjected to content analysis were summarized and interpreted according to the categories and themes determined about the sub-problems. To ensure the reliability of the data analysis process, the data were independently categorized and coded by two researchers. Subsequently, the researchers convened, compared their independently created categories and codes, and reached a consensus on the non-matching categories and codes. The agreement rate for the finalized categories and codes was determined using the formula proposed by Miles and Huberman (1994) $[\text{Agreement}/(\text{Agreement} + \text{Disagreement}) \times 100]$. The calculations revealed an agreement rate of 81%. According to Miles and Huberman (1994), studies with an agreement rate of 70% or higher are considered reliable. Additionally, the inconsistent sections were re-evaluated and discussed by the researchers in consultation with experts, ultimately reaching a consensus to support the reliability of the study.

The SPSS 24.0 software package was used quantitative data. Pre-test and post-test scores of the students were taken as references, and frequency (f), percentage (%), mean ($\bar{X}$), and standard deviation (SD) values were calculated. Since the research findings did not exhibit a normal distribution and the sample size was fewer than 30 participants, the significance of the difference between pre-test and post-test mean scores was analyzed using the Wilcoxon Signed-Rank Test. The Wilcoxon Signed-Rank Test is used "to test the significance of the difference between two related sets of measurements" (Büyüköztürk, 2020). This technique is preferred over the paired t-test in cases where the sample size is small, and the difference scores do not follow a normal distribution (Büyüköztürk, 2020). Lastly, since students provided responses that could be classified under multiple categories, there were variations in the total frequencies.

The Cronbach's alpha reliability coefficient for the Technology Readiness Scale (THÖ) was 0.864, while the Cronbach's alpha reliability coefficient for the Digital Literacy Scale (DOÖ) was 0.946.

RESULTS

At this stage of this study, the findings obtained from the analysis of participants' responses to the interview questions and scales before and after the six-week course are presented.

Findings about the First Sub-problem

The data obtained regarding the sub-problem of this study, *"Is there a difference in students' views on Arduino and mathematics before and after the implementation?"* are presented below. In Table 1, the responses given by students before and after the implementation of the interview question, *"To what extent do you know how to use a computer? Please briefly explain."*, are presented.

Table 1*Students' Opinions on their Level of Computer Proficiency*

Categories	Pre-application Frequencies	Post-Application Frequencies
I can do software and design.	3	9
I know enough to do my own work.	8	5
Watching movies.	2	1
Playing games.	5	3
Studying lessons.	4	2
Doing robotic coding.	0	5
I know computer hardware.	0	2

Based on the reviews, students who did not take the Computer and Arduino Programming course stated that they knew how to use a computer mainly to do their own work (36.36%) and play games (22.72%). On the other hand, students who took the Arduino Programming course stated that they knew how to use a computer to do software and design (33.33%). It can be said that there is a relatively noticeable difference in the responses of students who took the Computer and Arduino Programming course.

When participants were asked about their access to a computer in the interview form, four students stated that they had their own computers at home, while eight students had shared computers owned by their families. Two students reported that they had no computers at home, while two others could access a computer using an internet café.

In Table 2 below, the responses given by students to the question, "Have you ever heard of the term 'algorithm'? If yes, please explain its meaning" are presented both before and after the course.

Table 2*Students' Opinions on the Term "Algorithm"*

Categories	Pre-application Frequencies	Post-application Frequencies
I've never encountered this word before.	5	0
It is related to daily life.	2	3
I've heard of it but I don't know what it means.	4	0
They are the necessary steps to complete a task.	6	1
It is the planning of a task before it is carried out.	0	7
The arrangement of tasks to be done.	0	6
A solution path for a problem.	0	2

Following the analysis, it was found that before the course, students who did not take the Computer and Arduino Programming course defined the concept of algorithm primarily as the steps required to complete a task (35.29%), and 29.42% of them stated that they did not know the meaning of the term. After the course, however, students defined the concept of algorithm mostly as planning a task before it is performed (41.11%) and sequencing tasks to be performed (35.29%). It can be said that there was a relatively noticeable difference in the students' responses after the course.

Table 3 presents the participants' responses to the interview question "What do you know about programming?" both before and after the course.

Table 3*Students' opinions on Computer and Programming*

Categories	Pre-application Frequencies	Post-application Frequencies
It will progress more in the future.	2	0
It is used for games and daily tasks.	3	0
I know the necessary technical information.	6	7
I know how to create algorithms.	2	0
I can do robotic coding.	0	6
I can program with Scratch.	0	7
I can program with mBlock.	0	3
I can simulate Arduino circuits with TinkerCat.	0	4
Those who have no knowledge.	5	0

Based on the analysis, it was found that before the application, students mostly thought they knew the necessary technical information about computers (e.g., processor and RAM) (33.3%) or that they had insufficient knowledge about computers (27.77%). After the application, students mostly thought they knew the necessary technical information about computers (e.g., RAM and processor) (25.92%), that they could program with Scratch (25.92%), and that they could do robotic coding (22.22%). It can be said that there is a relatively noticeable difference in students' responses after the application.

In Table 4, the responses given by students to the question "Do you know any programming languages, and if so, which ones?" in the pre-application and post-application interviews are presented.

Table 4*Students' Knowledge of Programming Languages*

Categories	Pre-application Frequencies	Post-application Frequencies
I don't know	12	4
I have heard of some programming languages.	3	11
I can code with Scratch.	0	3
I can code with mBlock.	0	5

It was observed that before the implementation, most students did not know the names of any programming languages (75%). However, after the implementation, most students reported knowing the names of some programming languages, such as C, C++ and Java, (47.82%). It can be said that there was a relatively noticeable difference in students' responses after the implementation.

In the interview form administered to participants, the question "Do you think software can be used in mathematics education?" was asked, followed by i) "Do you think it would make your mathematics education easier or harder? Please explain." and ii) "What benefits do you think it could provide?"

In Table 5, the students' responses to the question "Do you think software can be used in mathematics education?" before and after the implementation are examined.

Table 5*Students' Opinions on the Use of Software in Mathematics Education*

Categories	Pre-application Frequencies	Post-application Frequencies
Used	14	15
Not used	1	0

Upon examination, before the implementation, only one student answered that software cannot be used, while the rest of the students (93.33%) answered that it can be used. After the implementation, all students answered that software can be used in mathematics education (100%). No significant difference was observed since only one student's answer changed after the implementation.

In Table 6, the answers given by students who said "software can be used" to the question "i) Do you think software will make your math education easier or harder? Please explain." that were analyzed both before and after the implementation presented.

Table 6*Students' Opinions on Whether Software Makes Mathematics Education Easier or Harder*

Categories	Pre-application Frequencies	Post-application Frequencies
Software can make mathematics more enjoyable.	3	6
Software is related to mathematics.	1	5
It depends on the individual	3	0
It helps visually	0	3
Algorithms are related to mathematics.	0	1
It helps with problem-solving.	0	1
It can only make it easier, but I don't have enough knowledge.	7	3
Individuals who are not knowledgeable about the subject.	1	0

The findings showed that before the implementation, most students (46.66%) believed that software could make learning mathematics easier, but they did not know how it could be done. After the implementation, however, most students thought that software could make mathematics more enjoyable (31.57%) and that software is related to mathematics (26.31%). The findings suggest that there is a relative difference in students' answers after the implementation.

In Table 7, the answers to the question "Do you think software can be used in mathematics education?" given by students who answered "yes" are analyzed regarding the question "ii) What kind of benefits do you think it can provide?". The students' responses before and after the implementation are compared.

Table 7*Students' Opinions on the Benefits of Software in Mathematics Education*

Categories	Pre-application Frequencies	Post-application Frequencies
It can be learned more easily with GeoGebra.	1	3
It makes learning mathematics easier.	5	12
It does not provide any benefits.	3	0
It visualizes mathematical shapes.	0	3
I don't know.	6	1

Table 7 (Continued)

Categories	Pre-application Frequencies	Post-application Frequencies
It makes mathematics more fun.	0	3
It provides a different perspective on mathematics.	0	1

It was observed that before the application, most students lacked knowledge of the topic (40%) and thought that mathematics would be made easier (33.33%). After the application, most students stated that using software in mathematics education would make learning mathematics easier (52.17%). It can be said that there was a relatively noticeable difference in the students' responses after the application.

Table 8 presents the answers given by the participants to the interview question, "If you were a software developer, what kind of program would you create to make life easier?" before and after the application.

Table 8

Students' Views on What they could Do if they were Software Developers

Categories	Pre-application Frequencies	Post-application Frequencies
Those Who Design Programs	9	12
Those Who Don't Know	6	3

Based on the analysis, before the intervention, 60% of students indicated that they would be able to design a program if they were software developers, while 40% stated that they would not be able to do so. After the intervention, 80% of students believed they could design a program, whereas 20% stated they still could not. It can be observed that there is a relatively noticeable difference in the responses of students who took the Computer and Arduino Programming course. Some creative responses were provided by students both before and after the intervention. Examples of these are: "I would design a smart robot that serves tea," "I would implement a chip system with technological devices on doors. By placing a chip in our hand and scanning it at the door, the door would open," and "I would set up a system that allows participation in live classes from home using VR glasses."

Sub-findings related to the second sub-problem

The data obtained for the subproblem of "Is there a significant difference in the Technology Readiness Scale before and after the application?" is presented below. This section presents the descriptive statistics obtained from the TRS, which are interpreted based on students' pre-test and post-test scores and the subdimensions of the scale. According to the responses provided by the students, the mean scores, standard deviations, and levels obtained from the TRS and its subdimensions were analyzed. When calculating level values, those falling within a range below one standard deviation of the mean were categorized as low level, those within a range both below and above one standard deviation were categorized as medium level, and values above one standard deviation were categorized as high level. The findings obtained within this categorization are presented in Table 9.

Table 9

Descriptive Statistical Values of Students' Pre-test and Post-test Results

	Factor	Class	N	Number of Items	$\bar{X}$	Level	SS
Pre-test	Optimism	7	15	7	3.657	Medium	0,776
	Innovativeness	7	15	6	3.400	Medium	0,632
	Insecurity	7	15	6	3.155	Medium	0,834
	Discomfort	7	15	4	3.183	Medium	0,752
	Total	7	15	23	3.376	Medium	0.617

Table 9 (Continued)

	Factor	Class	N	Number of Items	$\bar{X}$	Level	SS
Post-test	Optimism	7	15	7	3,914	Medium	0,520
	Innovativeness	7	15	6	3,733	Medium	0,537
	Insecurity	7	15	6	3,300	Medium	0,652
	Discomfort	7	15	4	3,716	Medium	0,549
	Total	7	15	23	3,675	Medium	0,218

When analyzing the data from Table 9, it was observed that the highest mean score for students' Technology Readiness subdimensions in the pre-test results was for the Optimism subfactor ($\bar{X} = 3.657$), while the lowest mean score was for the Distrust subfactor ($\bar{X} = 3.255$). Similarly, in the post-test results, the highest mean score was for the Optimism subfactor ($\bar{X} = 3.914$), and the lowest mean score was for the Anxiety subfactor ($\bar{X} = 3.300$). Additionally, the overall arithmetic mean obtained from the pre-test data was $\bar{X} = 3.376$, and the standard deviation was $ss = 0.617$. Based on this data, it can be concluded that students' technology readiness levels in the pre-test were at a medium level. For the post-test data, the arithmetic mean was $\bar{X} = 3.675$, and the standard deviation was $s = 0.218$. Based on these results, it can be said that students' overall technology readiness levels were also at a medium level, but considering the averages, the technology readiness levels improved ($\bar{X}_{\text{post-test}} = 3.675 > \bar{X}_{\text{pre-test}} = 3.376$).

Wilcoxon Signed-Rank Test Results for Students' Data from the Technology Readiness Scale (TRS)

In the present study, the Wilcoxon Signed-Rank Test was applied to examine whether there was a significant difference in students' technology readiness levels, based on their responses to the Technology Readiness Scale (TRS), between the pre-test and post-test results. The findings obtained from this test are presented in Table 10.

Table 10

Results of the Wilcoxon Signed-Rank Test for Pre-test and Post-test Technology Readiness Scale Scores

Post-test - Pre-test	N	Rank Average	Rank Sum	Z	p
Negative Rank	7	5	35	-1,422	0,155
Positive Rank	8	10,63	85		
Tied	0	-	-		

According to the test results presented in Table 10, it can be observed that there was no significant difference between the pre-test and post-test responses given by the students to the Technology Readiness Scale ($z=1.422$; $p>0.05$). However, it is noticeable that the average of the responses given in the post-test ($\bar{X}=3.675$) was higher than the average of the responses given in the pre-test ($\bar{X}=3.376$) ($\bar{X}_{\text{post-test}}=3.675 > \bar{X}_{\text{pre-test}}=3.376$).

Findings about the Third Sub-problem

The data obtained for the sub-problem of this study, "Is there a significant difference in the Digital Literacy Scale (DLS) before and after the application?" is presented below. This section includes descriptive statistics of the data obtained from the DLS. These statistics were interpreted based on the students' pre-test and post-test scores as well as the sub-dimensions of the scale. Based on the responses provided by the students in this research, the average scores, standard deviations, and levels derived from the DLS and its sub-dimensions were examined.

When calculating level values, the range corresponding to values below one standard deviation from the mean score was categorized as low level, the range between one standard deviation below and above the mean

score was categorized as medium level, and values above one standard deviation from the mean score were categorized as high level. The findings obtained based on this categorization are shown in Table 11.

Table 11

Descriptive Statistical Values Of Students' Pre-test and Post-test Results.

	Factor	Class	N	Number of Items	$\bar{X}$	Level	SS
Pre-test	Attitude	7	15	7	3,438	Orta	1,166
	Technical	7	15	6	3,522	Orta	0,991
	Cognitive	7	15	2	3,466	Orta	0,801
	Social-Emotional	7	15	2	3,100	Orta	0,929
	Total	7	15	17	3,41	Orta	0,992
Post-test	Attitude	7	15	7	3,609	Orta	0,926
	Technical	7	15	6	3,655	Orta	1,075
	Cognitive	7	15	2	4,000	Orta	0,801
	Social-Emotional	7	15	2	3,400	Orta	1,105
	Total	7	15	17	3,647	Orta	0,825

As shown in Table 11, it was observed that according to the pre-test results of the sub-dimensions of students' digital literacy levels, the highest average belonged to the Technical ($\bar{X}=3.522$) sub-factor, while the lowest average belonged to the Social-Emotional ($\bar{X}=3.100$) sub-factor. Similarly, according to the post-test results of the sub-dimensions of students' digital literacy levels, the highest average belonged to the Cognitive ($\bar{X}=4.000$) sub-factor, while the lowest average belonged to the Social-Emotional ($\bar{X}=3.400$) sub-factor. Additionally, the overall arithmetic mean obtained from the pre-test data was calculated as $\bar{X}=3.431$ and the standard deviation as $ss=0.992$. In light of these data, the findings showed that students' digital literacy levels were moderate according to the pre-test data. The arithmetic mean obtained from the post-test data was calculated as $\bar{X}=3.647$ and the standard deviation as $s=0.825$. According to these results, it can be said that the general digital literacy levels of the students were still at a moderate level, but considering the averages, the digital literacy levels have increased ($\bar{X}_{\text{post-test}}=3.647 > \bar{X}_{\text{pre-test}}=3.431$).

Results of the Wilcoxon Signed-Rank Test for Data Obtained from Students' Digital Literacy Scale (DLS)

In this study, the Wilcoxon Signed-Rank Test was applied to examine whether there was a significant difference in the pre-test and post-test results of the sub-dimensions of students' digital literacy levels based on their responses to the Digital Literacy Scale (DLS). The findings obtained from this test are shown in Table 12.

Table 12

Results of the Wilcoxon Signed-Rank Test for Pre-test and Post-test Scores of the Technology Readiness Scale

Post-test - Pre-test	N	Rank Average	Rank Sum	Z	p
Negative Rank	4	7,13	28,50	-1,792	0,073
Positive Rank	11	8,32	91,50		
Tied	0	-	-		

According to the test results given in Table 12, it was observed that there was no significant difference between the pre-course and post-course responses of the students participating in this study to the Digital Literacy Scale (DLS) ($z=1.792$; $p>0.05$). However, it was seen that the average of the responses given by the students in the post-test ($\bar{X}=3.647$) was higher than the average of the responses given in the pre-test ($\bar{X}=3.431$) ($\bar{X}_{\text{post-test}}=3.647 > \bar{X}_{\text{pre-test}}=3.431$).

DISCUSSION AND CONCLUSION

An analysis of the answers provided by the students in the interview form before application suggests that they predominantly utilise computers in their daily professional activities. However, the findings indicate a deficiency in their understanding of software, programming, robotic coding and Web 2.0 tools (e.g., Geogebra). This observation leads to the hypothesis that the students' awareness of computer science and programming may be limited. A study by Gezgin, Azaz, and Atabey (2022) examined the effects of robotics and coding education on secondary school students' attitudes toward cooperative learning, perceptions of problem-solving skills, and personality traits. The study's findings indicated that students' attitudes toward cooperative learning and their perception of problem-solving skills increased. The findings of this study indicated that robotic coding, and consequently computer programming education, contributed to enhancing students' problem-solving skills.

The students responses in the interview form indicated a lack of familiarity with computers and programming, despite the utilisation of technology in their daily work. However, the study revealed that the students possessed coding abilities in Scratch and mBlock, robotics coding capabilities, and the capacity to utilise Arduino simulation using Tinkercat. This finding suggests that the students had already developed a certain level of understanding of computer science and programming during the application process, which was subsequently confirmed through further studies. A study conducted by Sırakaya (2018) examined the perceptions of secondary school students regarding coding education, focusing specifically on block-based coding. The study revealed that students found coding education enjoyable and considered the training sessions engaging and entertaining. The Scratch programme, which incorporates a mathematical operation block, has been found to be effective in attracting students' attention and facilitating coding (Çubuköz, 2008). In a separate study, Fessakis et al. (2013) sought to enhance problem-solving skills by introducing computer programming to kindergarten children aged 5-6. The study's findings indicated that kindergarten children can develop problem-solving skills, mathematical thinking and social skills through computer programming. Furthermore, it was demonstrated that this process can be effectively implemented under the guidance of a teacher.

Before the application, most students believed that software could be used in mathematics education because they lacked sufficient knowledge about its contributions. However, it was observed that they did not have any information on how it could be utilized. After the application, students stated that coding in mathematics education enhances algorithmic intelligence and facilitates the visual representation of geometric shapes. This indicates that students understood the relationship between software and mathematics during the application process and considered the potential benefits of using software in mathematics education. These findings are consistent with the study conducted by Mercan and Aktaş (2018). They investigated the impact of teaching the topic "Algebraic Expressions" in the 6th-grade Mathematics course using Scratch, as opposed to traditional textbook activities, on students' academic achievement. The study concluded that games and activities designed with Scratch positively contributed to both teachers' and students' academic success, suggesting its utility in teaching challenging and monotonous subjects (Mercan & Aktaş, 2018). Similarly, Totan (2021) examined the effects of block-based coding training on the computational thinking skills and attitudes toward coding of 5th-grade students using the Blockly coding environment. The study found that the Blockly environment in block-based coding training positively influenced students' computational thinking skills, self-efficacy perceptions, and attitudes toward learning coding. Furthermore, Momcilovic (2020) explored the difference in success levels between teaching basic geometric shapes using traditional methods and Scratch. The study revealed a statistically significant difference in success between students who learned the basic concepts of geometry through models and objects and those who learned using Scratch-based programs.

An algorithm is defined as a systematic and step-by-step sequence of operations designed to solve a specific problem (Arabacıoğlu et al., 2007). Utilizing algorithms in solving problems encountered in numerical subjects, such as mathematics will facilitate the solution. The processes that students follow step-by-step to reach a solution to mathematical problems are also an algorithmic approach (Jeyabal et al., 2016). In response to the interview form question measuring students' knowledge of algorithms, it was observed that most students stated that they had heard the term "algorithm" as a name before but did not know what it meant or had never heard it before the application. However, after the application, all students were able to comment on what the term "algorithm" means at a basic level. When the literature on the subject is examined, a study conducted by Durası (2021) investigated the processes of generating algorithms and the structures of the algorithms created

by 6th-grade students on the topic of integers using the Scratch program. The study found that students dynamically performed the actions of recognizing, using, and creating algorithms in three activities. Another study by Lehmann (2024) examined how 12th-grade students' algorithmic tasks were incorporated into algorithmic thinking. At the end of this study, it was observed that students made progress in their algorithm design processes.

It was observed that there was no significant difference between the pre-test and post-test scores of the students participating in the study on the Technology Readiness Scale (TRS). However, it was noted that the average post-test scores were higher than the average pre-test scores. Similarly, it was observed that there was no significant difference between the pre-test and post-test scores of the students on the Digital Literacy Scale (DLS). However, the average post-test scores were higher than the average pre-test scores.

This study found that students who took the Computer and Arduino Programming course learned about computers, computer science, robotic coding, algorithm development, and the relationships between these topics and mathematics. This result is consistent with the findings of Hangün's (2019) study. In this study, the effects of robot programming education on students' mathematics achievement, mathematics anxiety, programming self-efficacy, and STEM attitude variables were examined. The study concluded that robot applications are an effective method in mathematics education and can increase the efficiency of lessons (Hangün, 2019). It was observed that even students with very little knowledge about computers were able to code using Scratch and program Arduino through mBlock by the end of the process. Additionally, it was noted that students understood that mathematics is not limited to a single subject but is related to other fields. The term "algorithm" was adopted by students during the process, and they indicated that the concept of an algorithm is embedded in daily life.

At the end of the application, a prototype was designed with the students to create a mini CNC Plotter using Arduino, allowing students to see what they could achieve with computers and Arduino. This created technological awareness among the students and positively contributed to their perspectives on computers, software, robotic coding, algorithms, and their relationship with mathematics. A study by Shankar et al. (2013) involved 9th-grade students building and programming low-cost robots and drawing various geometric shapes. This study aimed to increase students' interest in engineering and mathematics. Robots were integrated into the mathematics lessons, and it was observed that the use of robots benefited the mathematics classes. Students solved problems using the Pythagorean theorem and then analyzed the results with robot simulations. Errors made by students in both the mathematical problems and the use of robots were discussed. This helped students understand the difference between conceptual errors and real-world errors. Shankar et al.'s (2013) study supports the findings of this research.

In the present study, students stated that integrating software into mathematics lessons and developing algorithms contributed to their learning of mathematics. They also mentioned that dynamic geometry software should be used more frequently to understand better the geometric concepts in the middle school mathematics curriculum.

In conclusion, according to the responses given by students in the interview form, it was revealed that students established a close relationship between learning mathematics and computer programming and software, which influenced their perspectives on mathematics. In this context, it is recommended to increase the number of activities that develop students' algorithmic thinking structures during mathematics lessons in schools, incorporate more block-based applications like Scratch into mathematics activities, and use dynamic geometry software that enhances students' visual, and mathematical literacy.

Note: This study was supported by the TÜBİTAK 2209-A University Students Research Projects Support Program. It is also an extended version of the paper presented at the 16th National Science and Mathematics Education Congress (UFBMEK 2024) symposium.

REFERENCES

- Agar, J. (2019). Teknoloji nedir? Teknoloji: Bir kavramın eleştirel tarihi, Eric Schatzberg, Chicago ve Londra, Chicago Üniversitesi Yayınları, 2018, 352 sayfa, 27,45 \$ (kağıt kapaklı), ISBN: 978-0-226-58383-9. *Annals of Science*, 77 (3), 377–382. <https://doi.org/10.1080/00033790.2019.1672788>
- Akbulut, İ., Akyıldız, A., Yılmaz, S., Bayri, E., & Bayri, G. (2020). Eğitimde Teknoloji Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi. *International QMX Journal*, 6. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10729254>
- Antoino, J., Tudela, P. A., & Terron, P. D. (2024, 10). Computational Thinking and Programming with Arduino in Education: : A Systematic Review for Secondary Education. *Heliyon*.
- Arabacıoğlu, T., Bülbül, H. İ., & Filiz, A. (2007). Bilgisayar programlama öğretiminde yeni bir yaklaşım. IX. akademik bilişim konferansı bildirileri (s.193-197). Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Atış Akyol, N., & Aşkar, N. (2022). Erken Çocukluk Döneminde 21. Yüzyıl Becerileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(3), 2597-2629. <https://doi.org/10.17152/gefad.1081472>
- Bakırcı, G., & Özmantar, M. F. (2023). Matematik Eğitiminde Etkinlik Temelli Öğretim: Öğretmenlerin Etkinlik Değerlendirmeleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*(58), 3158-3184. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1359320>
- Bal-Sezerel, B. (2012). Seçici problem çözme (SPÇ) tekniğinin ilköğretim 6. ve 7. sınıf öğrencilerine yönelik matematik eğitimindeki sosyal geçerliğinin değerlendirilmesi. [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi].
- Belmonte, J. L., Marin, J. A. M., Costa, R. S., & Guerrero, A. J. M. (2020). Arduino Advances in Web of Science. A Scientific Mapping of Literary Production. *IEEE Access*, 6.
- Bernard, M., & Setiawan, W. (2020, October). Developing math games media using scratch language. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1657, No. 1, p. 012064). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012064>
- Büyüköztürk, Ş. (2020). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı . Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, K.E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). Bilimsel araştırma yöntemleri. Ankara: Pegem Akademi.
- Cameron, K. (2024). *Progressive Education and the Quality Agenda: Contr duction and the Quality Agenda: Contradictory Views of Children, Childhood, and the Purposes of Education for Young Children* [Yayımlanmamış Doktora Tezi].
- Cheng, Y. P., Lai, C. F., Chen, Y. T., Wang, W. S., Huang, Y. M., & Wu, T. T. (2023). Enhancing student's computational thinking skills with student-generated questions strategy in a game-based learning platform. *Computers & Education*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104794>
- Creswell, J.W. (2006). Understanding Mixed Methods Research, (Chapter 1). Available At: http://Www.Sagepub.Com/Upm-Data/10981_Chapter_1.Pdf (Erişim Tarihi: 02/03/2022)
- Durası, E. (2021). *Akademik Başarısı Yüksek 6. Sınıf Öğrencilerin Scratch Programı ile Tamsayılar Konusunda Algoritma Üretme Süreçleri ve Yapılarının İncelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi].
- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.016>
- Gezgin, D. M., Azaz, E., & Atabey, E. (2022). Ortaokul Öğrencilerinin Robotik ve Kodlama Eğitimi Başarılarına İşbirlikli Öğrenme Tutumu, Problem Çözme Becerisi Algısı ve Kişilik Tiplerinin Etkisi: Bir Nedensel Karşılaştırma Araştırması. *Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi*, 28-42.
- Günay, D. (2017). Teknoloji Nedir? Felsefi Bir Yaklaşım. *Yüksek Öğretim ve Bilim Dergisi*, 164.

- Hamutoğlu, N. B., Güngören, Ö. C., Uyanık, G. K., & Erdoğan, D. G. (2017). Dijital Okuryazarlık Ölçeği: Türkçe'ye Uyarlama Çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, 18(1), 408- 429.
- Hangün, M. E. (2019). *Robot Programlama Eğitiminin Öğrencilerin Matematik Başarısına, Matematik Kaygısına, Programlama Özyeterliliğine ve Stem Tutumuna Etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi].
- Iskrenovic-Momcilovic, O. (2020). Improving Geometry Teaching with Scratch. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2), em0582. <https://doi.org/10.29333/iejme/7807>
- Işık, A., Çiltaş, A., & Bekdemir, M. (2008). Matematik eğitiminin gerekliliği ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (17), 174-184.
- Jacobsen, M, J Lock and S Friesen. 2013. "Strategies for Engagement: Knowledge Building and Intellectual Engagement in Participatory Learning Environments." *Education Canada* 53, no 1: npn.
- K. Jeyabal, M. Vasuki & A. Dinesh Kumar, "From Algorithms to Conceptual Understanding a Review of Instructional Strategies in Math", *Journal of Engineering Scientific Research and Applications*, Volume 2, Issue 1, January - June, Page Number 191-205, 2016.
- Kalelioglu, F., & Gülbahar, Y. (2014). The effects of teaching programming via Scratch on problem solving skills: A discussion from learners' perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33–50.
- Mehmet Kurudayıoğlu, Büşra Gociaoğlu .(0).21. Yüzyıl Becerileri Ve Türkçe Eğitimi .Nobel Yayıncılık
- Lehmann, T.H. How current perspectives on algorithmic thinking can be applied to students' engagement in algorithmatizing tasks. *Math Ed Res J* 36, 609–643 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00462-0>
- Lupas, L. B., Olchondra, J. A. A., Irinco, J. P. L., Nobis, M. L., & Bayri, G. (2024). Cracking the Math Code: Challenges and Strateg. *ETCOR*, 6.
- Marín, J. A. M., Tudela, P. A. G., & Terron, P. D. (2024). Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review for secondary education. *Heliyon*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29177>
- Meço, G., & Arı, A. G. (2021). Arduino Destekli STEM Etkinliklerine Yönelik Ortaokul Öğrencilerinin Görüşleri. *The Journal of International Social Research*, 498-504-505.
- Mercan, M., & Aktaş, M. (2018). 6. Sınıf Matematik Dersine Ait Cebirsel İfadeler Konusunun Scratch Destekli Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisi. *Social Sciences Studies Journal*, 6395-6409.
- Miles, M. B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. (2nd Edition). Calif.: SAGE Publications.
- Mollo, L., Bellotti, F., Berta, R., & Gorla, A. D. (2016). *Building Arduino-Based Tangible Serious Games for Elementary Mathematics and Physics*. Springer.
- Negrete, J. C. (2023). Arduino in agriculture and the teaching of mathematics. *Horticulture International Journal*. <https://doi.org/10.15406/hij.2023.07.00280>
- Negrete, J. C. (2024). Mechatronics for Teaching Mathematics. *Acta Scientific AGRICULTURE*.
- Ng, W. (2012). Can We Teach Digital Natives Digital Literacy?. *Computers & Education*, 59(3), 1065-1078.
- Olsson, J., & Granberg, C. (2022). Teacher-student interaction supporting students' creative mathematical reasoning during problem solving using Scratch. *Mathematical Thinking and Learning*. <https://doi.org/10.1080/10986065.2022.2105567>
- Özer, P. S., Eriş, E. D., & Özmen, Ö. N. T. (2011). Teknolojiye Hazırlık Düzeyinin Belirlenmesine Yönelik Bir Ölçek Uyarlama Çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 12(2), 321-333.

- Parasuraman, A. (2000). Technology Readiness Index (Trı) A Multiple-İtem Scale To Measure Readiness To Embrace New Technologies. *Journal Of Service Research*, 2(4), 307-320.
- Rodríguez – Martínez, J. A., Gonzalez Calero, J. A., & Saez Lopez, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using Scratch: An experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 6. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448>
- Shankar, R., Ploger, D., Nemeth, A., & Hecht, S. A. (2013). Robotics: Enhancing Pre-College Mathematics Learning with Real-world Examples. *120th ASEE Annual Conference and Exposition* (s. 1-17). Florida: ASEE.
- Sırakaya, M. (2018). Kodlama Eğitime Yönelik Öğrenci Görüşleri. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 37(2), 79-90. <https://doi.org/10.7822/omuefd.394649>
- Şahin, M. C., & Namlı, N. A. (2017). Algoritma Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerine Etkisi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 136-140.
- Tekin, Y., & Keser, H. (2020). Matematik Öğretiminde Robotik Etkinlikler Kullanılmasının Başarıya Etkisi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 476-477-478-488.
- Tewes, A. (2019). *The Effects of Incorporating on Student Experience and Understanding of Middle School Mathematical Concepts* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi].
- Totan, H. N. (2021). *Blok Tabanlı Kodlama Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Ve Kodlama Öğrenimine Yönelik Tutumlarına Etkisi: Blocky Örneği* [Yüksek Lisans Tezi].
- Turan, B., & Yıldız, B. (2021). Scratch ile Kodlama Yaparken Matematik Öğreniyorum. 2. *Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu* (s. 395-400). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi.
- Tudela, P. A. G., & Marin, J. A. M. (2023). Use of Arduino in Primary Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 6. <https://doi.org/10.3390/educsci13020134>
- Türnüklü, A. (2000). Eğitim Bilim Araştırmalarında Etkin Olarak Kullanılabilecek Nitel Bir Araştırma Tekniği: Görüşme. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 547.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Yükseltürk, E., & Altıok, S. (2015). Bilişim Teknolojileri Öğretmen Adaylarının Bilgisayar Programlama Öğretimine Yönelik Görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 50-65. <https://doi.org/10.17539/aej.96735>
- W. Mo, Y. Zhang, Y. Fu, J. Lin, H. Gao and Y. Lin, "Effects of A Scratch-based Experiential Learning Approach on Students' Math Learning Achievements and Interest," 2021 International Symposium on Educational Technology (ISET), Tokai, Nagoya, Japan, 2021, pp. 261-265, <https://doi.org/10.1109/ISET52350.2021.00062>.

5., 6. ve 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Eleştirel Düşünme Becerilerinin İncelenmesi

Hüsniye Şenol^{1*} 
Elif Nur Akkaş² 

¹Milli Eğitim Bakanlığı
senol.husnye@gmail.com

²Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi,
Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı,
Bolu, Türkiye
elifakkaş@ibu.edu.tr

*Sorumlu Yazar

Özet: Bu çalışmanın amacı, ortaokul 5., 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki eleştirel düşünme becerilerini incelemek ve bu becerilerin sınıf düzeylerine göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemektir. Araştırma, 2023-2024 akademik yılında Manisa ili Gördes ilçesinde bir devlet okulunda yürütülmüştür. Çalışma grubunda her bir sınıf düzeyinden üçer öğrenci olmak üzere toplam dokuz öğrenci yer almıştır. Araştırmada, yarı yapılandırılmış görüşme formları ve dört matematik sorusundan oluşan ölçütler kullanılmıştır. Bulgular, içerik analizi ile değerlendirilmiş ve öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin genel olarak orta seviyede olduğu, ancak bu becerilerin yaş gruplarına göre farklılıklar gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, eleştirel düşünme becerilerinin matematik öğretim programlarına nasıl daha etkili entegre edilebileceğine dair önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Anahtar Kelime: Eleştirel Düşünme, Matematik Eğitimi, İçerik Analizi, Ortaokul Öğrencileri

Geliş tarihi: 26.01.2025
Kabul tarihi: 19.03.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

GİRİŞ

Matematik dersi, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimi açısından merkezi bir role sahiptir (Umay, 2003). Eleştirel düşünme, bireylerin günlük yaşamdan akademik ve mesleki hayata kadar birçok alanda etkin kararlar alabilmeleri için gereklidir (Güneş, 2012). Bu beceri, bilgiye eleştirel bir gözle bakmayı, sorgulayıcı ve analitik yaklaşımlar geliştirmeyi, farklı bakış açılarına açık olmayı ve probleme uygun çözümler üretebilmeyi içerir (Önal, 2020).

Eğitimde eleştirel düşünme becerilerinin önemine yönelik çalışmalar 1990'lı yıllarda hız kazanmıştır. Facione (1990), eleştirel düşünmeyi öz-düzenlemeye dayalı bir zihinsel faaliyet olarak tanımlamış ve bireylerin argüman yapılandırma, kanıtları analiz etme, sonuç çıkarma gibi aşamalarda aktif rol almaları gerektiğini belirtmiştir. Elder ve Paul (2004) ise eleştirel düşünmenin yalnızca olumsuz eleştiri yapmaktan öte, var olanı sorgulama ve nesnel ölçütlerle değerlendirme süreci olduğunu vurgulamıştır.

Matematik eğitiminin eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkisi, 2000'li yıllarda daha fazla araştırılmaya başlanmıştır. Umay (2003), matematik dersinin öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirdiğini ve onların problem çözme süreçlerinde daha etkin olmalarına katkı sağladığını belirtmiştir. Semerci (2000) ve Akinoğlu (2001) gibi araştırmacılar, eleştirel düşünmenin eğitim programlarında sistematik olarak kazandırılması gerektiğini ve bu sürecin öğrencilerin hem akademik hem de kişisel gelişimlerine katkı sunduğunu ifade etmişlerdir.

Matematik öğretiminin yalnızca işlem yeteneği kazandırmaktan öte, üst düzey zihinsel becerileri geliştirme amacına yönelik olduğu görüşü, 2000'lerin ortalarında daha fazla ön plana çıkmıştır. Seferoğlu ve Akbıyık (2006), eğitim sürecinin yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmaması gerektiğini, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde aktif rol almalarının onların düşünme becerilerini geliştirdiğini savunmuştur. Altıntaş (2009) da matematik eğitiminin sadece sayısal işlemlerle sınırlı kalmayıp, öğrencilerin yeni durumları değerlendirme, tahminde bulunma ve mantıksal akıl yürütme becerilerini geliştirdiğini ifade etmiştir.

2010’lu yıllarda yapılan araştırmalar, eleştirel düşünmenin öğrencilerin akademik öz-yeterlik düzeyiyle ilişkisini incelemeye başlamıştır. Özdemir (2005), eleştirel düşünmenin öğrencileri öğrenme süreçlerinde daha aktif hale getirdiğini ve onların bağımsız öğrenme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Güneş (2012) ise bireylerin eleştirel düşünme becerilerinin onların akademik ve mesleki yaşamlarına olumlu katkılar sunduğunu vurgulamıştır. Gürsan, Altun ve Sarıkaya (2021), eleştirel düşünme becerileri ile akademik öz-yeterlik arasında güçlü bir ilişki olduğunu ve bu becerilerin öğrencilerin öğrenme süreçlerini yönetme kapasitelerini artırdığını belirtmişlerdir.

Matematik eğitiminin eleştirel düşünme becerileri kazandırma noktasında önemli bir araç olduğu, Türkiye’deki eğitim programlarında da vurgulanmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018), Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı’nda eleştirel düşünme becerilerinin öğrenciler tarafından edinilmesini temel hedeflerden biri olarak belirlemiştir. Kurnaz (2019) ve Önal & Erişen (2019), eğitim programlarında disiplinler arası yaklaşımların benimsenmesinin, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini derinlemesine anlamalarına katkı sunduğunu ortaya koymuştur.

Son olarak, matematik öğretiminde problem çözme süreçleri ve eleştirel düşünme becerileri arasındaki bağlantıyı inceleyen çalışmalar artmıştır. Bayazıt ve Aksoy (2009), problem çözme süreçlerinin öğrencilerin soyut ve somut durumları ilişkilendirme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Yeşildere ve Türnüklü (2007), matematik problemlerinin çözüm sürecinde eleştirel düşünmenin varsayımları sınama, alternatifleri keşfetme ve seçilen yaklaşımı gerekçelendirme gibi unsurları içerdiğini ortaya koymuştur.

Sonuç itibarıyla, eleştirel düşünme ve matematiksel problem çözme becerileri, yalnızca akademik başarı için değil, aynı zamanda yaşam boyu öğrenmenin ve uyum sağlamanın kritik bir bileşenidir (Yetkin & Kayhan, 2016). Özellikle ortaokul düzeyinde matematik eğitiminin, bu becerileri kazandırma açısından geniş bir uygulama alanı sunduğu açıktır (MEB, 2018). Bu nedenle, bu çalışma, ortaokul öğrencilerinin matematik dersi bağlamında eleştirel düşünme becerilerini değerlendirmeyi ve sınıf düzeyleri temelinde bu becerilerdeki farklılıkları ortaya koymayı amaçlamaktadır.

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Öğrencilerin matematik dersinde eleştirel düşünme becerilerini nasıl kullandıklarını ve bu becerilerin ortaya çıkış süreçlerini derinlemesine incelemek amacıyla nitel araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Nitel araştırma, bireylerin davranışlarını, düşüncelerini ve duygularını anlamaya yönelik bir yöntem olarak tanımlanır. Öznel verilerin doğal bağlamlarında ele alındığı bu yöntem, insan davranışlarının nedenlerini ve nasılları keşfetmeye odaklanır (Gürbüz ve Şahin, 2018). Nitel araştırmanın temel amacı, incelenen olay ya da durumun derinlemesine ve gerçekçi bir şekilde betimlenmesidir (Gürbüz ve Şahin, 2018).

Araştırmanın amacı, ortaokul 5., 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersinde eleştirel düşünme becerilerini detaylı bir şekilde incelemek ve bu becerilere ne ölçüde sahip olduklarını belirlemektir. Bu doğrultuda, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan *durum çalışması* deseni kullanılmıştır.

Eğitim araştırmalarında, durum çalışması yöntemi, öğrencilerin bireysel farklılıklarını ve bu farklılıkların öğrenme süreçlerine olan etkilerini incelemeye sıklıkla tercih edilmektedir.

Bu çalışmada, durum çalışması deseni, öğrencilerin matematiksel eleştirel düşünme becerilerinin farklı bağlamlarda nasıl ortaya çıktığını anlamak ve bu becerilerin gelişimine yönelik çıkarımlarda bulunmak için kullanılmıştır. Elde edilen veriler, gerçekçi ve betimsel bir yaklaşımla analiz edilerek, öğrencilerin eleştirel düşünme düzeyleri hakkında kapsamlı bir anlayış geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Çalışma Grubu

Araştırma, 2023-2024 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, bir devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, araştırmacının görev yaptığı okuldan seçilmiştir. Bu tercih, erişim kolaylığı sağlaması ve veri toplama sürecini hızlandırması nedeniyle yapılmıştır.

Araştırmanın çalışma grubu, bu okulda öğrenim gören 5., 6. ve 7. sınıf öğrencilerinden oluşan toplam 9 öğrenciyi kapsamaktadır. Örneklem seçiminde amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmış olup, her sınıf seviyesinden eşit sayıda öğrenci belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, 5. sınıfın mevcut öğrenci sayısının 3 olması nedeniyle 6. ve 7. sınıflardan da 3'er öğrenci çalışmaya dahil edilmiştir. Bu seçim, araştırmanın dengeli bir örneklem yapısına sahip olmasını sağlamıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırma sürecinde, matematiksel eleştirel düşünme becerilerini değerlendirmek amacıyla dört matematik sorusundan oluşan bir soru seti hazırlanmıştır. Soruların içeriği şu şekildedir:

Mantıksal Akıl Yürütme: Öğrencilerden, verilen bir kuralın geçerliliğini test etmek için hangi kartları çevirmeleri gerektiğini belirlemeleri istenmiştir. Bu soru, öğrencilerin bir önermeyi sadece doğrulamaya mı yoksa yanlışlama ihtimalini de göz önünde bulundurup bulundurmadıklarını ölçmeye yöneliktir. **Örüntü ve Genelleme:** Bir kibrit çöpü dizisi üzerinden belirli bir örüntünün devamını tahmin etmeleri beklenmiştir. Bu soru, öğrencilerin bir matematiksel düzeni fark etmelerini ve bu düzeni kullanarak tahmin yapmalarını gerektirmektedir. **Aritmetik ve Cebirsel Düşünme:** Öğrencilere, iki nesnenin toplam fiyatı ve aralarındaki fiyat farkı verilerek her birinin ayrı ayrı fiyatını hesaplamaları istenmiştir. Bu soru, öğrencilerin cebirsel düşünme ve temel problem çözme becerilerini değerlendirmektedir. **Matematiksel İfadeleri Değerlendirme:** Öğrencilerden, bir sayının belirli bölünebilirlik kurallarına göre değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini belirlemeleri istenmiştir. Bu soru, öğrencilerin matematiksel akıl yürütme ve sayı sistemleri konusundaki bilgilerini kullanmalarını gerektirmektedir.

Sorular, öğrencilerin eleştirel düşünme yetkinliklerini farklı açılardan ölçmek üzere tasarlanmış ve literatürdeki çalışmaların incelenmesi sonucunda seçilmiştir.

Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar, yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak detaylı bir şekilde incelenmiştir. Görüşme formundaki sorular, literatür taramaları ve bir devlet üniversitesinde görev yapan alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Uzmanlardan alınan geri bildirimlere dayanarak, soruların daha anlaşılır hale gelmesi için bazı düzenlemeler yapılmıştır. Soruların son hali, dört öğrenciyle yapılan pilot uygulamalarla test edilmiş ve gerekli revizyonlar tamamlanmıştır.

Görüşmeler sırasında, öğrencilerin düşünme süreçlerini ve problem çözme yaklaşımlarını daha iyi anlamak amacıyla ses kayıt cihazları kullanılmış ve araştırmacı tarafından detaylı notlar tutulmuştur. Bu yöntemler, toplanan verilerin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımış ve çalışmanın güvenilirlik ve geçerliliğini artırmaya yönelik bir temel oluşturmuştur.

Veri Toplama Süreci

Veri toplama yöntemi olarak görüşme tekniği tercih edilmiştir. Araştırmacı, uzman görüşleriyle desteklenerek oluşturulan bir form hazırlamış ve görüşme sürecinde katılımcıların yanıtlarını derinleştirebilmek için gerektiğinde ek sorular yöneltebileceği esnek bir yaklaşım benimsemiştir. Bu yöntem, öğrencilerin düşünce süreçlerini daha ayrıntılı şekilde anlamayı hedeflemiştir.

Araştırmanın ilk aşamasında, 5., 6. ve 7. sınıf öğrencileri dört matematik sorusunu yanıtlamışlardır. Öğrencilere, sorulara verilen cevapların doğruluğundan çok, çözüm sürecinde izledikleri düşünce adımlarının

ve yöntemlerin önemli olduğu belirtilmiş, bu süreçlerin bir sınav niteliği taşımadığı özellikle vurgulanmıştır. Ardından, her öğrenciyle birebir yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Her öğrenciyle yapılan görüşmeler ortalama 25 dakika sürmüş, belirli bir sıra izlenerek sorular tüm katılımcılara aynı şekilde yöneltilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler, içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Bu yöntem, verilerin belirlenen kavram ve temalar doğrultusunda sistematik bir şekilde sınıflandırılması, düzenlenmesi ve yorumlanmasını amaçlamaktadır. Analiz süreci dört temel adımdan oluşmaktadır:

Verilerin Kodlanması: Görüşmelerden elde edilen veriler, anlamlı bir şekilde kategorilere ayrılarak kodlanmıştır.

Temaların Belirlenmesi: Kodlanan veriler arasındaki ilişkiler değerlendirilerek ortak temalar oluşturulmuştur.

Kod ve Temaların Düzenlenmesi: Oluşturulan temalar doğrultusunda verilerin bütünlük içinde sunulması sağlanmıştır.

Bulguların Açıklanması ve Yorumlanması: Elde edilen bulgular, araştırma soruları çerçevesinde yorumlanarak sonuçlar çıkarılmıştır.

Araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini artırmak amacıyla çeşitli önlemler alınmıştır. Kodlayıcı güvenilirliği sağlamak için, veri analiz süreci bağımsız iki araştırmacı tarafından yürütülmüş ve elde edilen kodlar karşılaştırılarak uyum oranı değerlendirilmiştir. Görüşme sürecinin güvenilirliğini artırmak adına, katılımcılardan alınan yanıtlar doğrudan alıntılarla desteklenmiş ve verilerin doğruluğunu sağlamak için katılımcılardan geri bildirim alınmıştır. Ayrıca, çalışmanın kapsam geçerliğini güçlendirmek amacıyla alan uzmanlarının görüşlerine başvurulmuş, görüşme sorularının amaca uygunluğu değerlendirilmiştir.

Bu yöntem ve önlemler, analiz sürecinin sistematik ve tutarlı bir şekilde yürütülmesini sağlayarak araştırmanın bilimsel geçerliliğini desteklemektedir.

Araştırmanın Etik İzinleri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimlerde İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Etik değerlendirme kararının tarihi: 22.12.2023

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: 2023/534

Araştırma, ilgili etik kurul onayı alındıktan sonra yürütülmüş ve çalışmada katılımcı hakları göz önünde bulundurulmuştur. Katılımcılara araştırmanın amacı açıklanmış, gönüllü katılım esas alınmış ve kişisel verilerin gizliliğini sağlamaya yönelik tüm gerekli tedbirler alınmıştır.

BULGULAR

Araştırma bulgularına göre, öğrencilerin eleştirel düşünme sürecinde en çok zorlandıkları alanlar arasında sorgulama ve genelleme becerileri yer almaktadır. Dokuz öğrenciden yedisi (%77,7) bilgiye dayalı analiz ve yorumlama yapabilmekte; ancak dokuz öğrenciden altısı (%66,6) edindikleri bilgiyi genelleyerek yeni bağlamlara aktarmakta güçlük çekmektedir.

Bu durum, öğretim sürecinde eleştirel düşünme becerilerinin genelleme, test etme ve doğrulama gibi üst düzey aşamalarına daha fazla önem verilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bununla birlikte, öğrencilerin problemleri görselleştirme ve mevcut bilgilerden hareketle çözüm üretme becerilerinin daha güçlü olduğu gözlemlenmiştir. Bu güçlü yönlerin, üst düzey becerilere geçişte bir temel oluşturabileceği değerlendirilmektedir. Araştırma ayrıca, yapılandırmacı yaklaşımlar ve problem temelli öğrenme yöntemlerinin öğrenciler üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Bu yöntemler, öğrencilerin öğretmenden gelen bilgiyi pasif bir şekilde almak yerine, bağımsız düşünme, analiz etme ve sorgulama fırsatları bulmalarını sağlamaktadır.

Bulgular, 5., 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersinde eleştirel düşünme becerilerinin farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. İçerik analizi yöntemi doğrultusunda veriler, belirlenen temalar ve kodlar çerçevesinde kategorize edilmiştir.

Temalar ve Kodlar:

Yorumlama: Soruların benzerliklerini ve farklılıklarını ayırt etme. Verilen bilgileri kendi cümleleriyle açıklama.

Analiz: Verilen bilgileri inceleyerek iddiaları belirleme. Kuralın doğruluğunu veya yanlışlığını sebepleriyle açıklama. Çözüm sürecinde yapılan tercihlerin gerekçelerini değerlendirme.

Değerlendirme: Çözümleri mantıklı nedenlerle açıklama. Hatalı çözümleri fark ederek düzeltme

Çıkarımda Bulunma: Problemi destekleyen kanıtlar geliştirme. Farklı çözüm yolları üreterek sonuca ulaşma.

Açıklama: Çözüm sürecini adım adım ifade etme. Kullanılan yöntemi (örneğin, modelleme, örüntü oluşturma, hesaplama) açıklama.

Öz Düzenleme: Kararlarını etkileyen verileri gözden geçirme. Yanlış veya eksik noktaları fark edip çözüm yolunu yeniden yapılandırma.

Bu bulgular, öğrencilerin analiz ve yorumlama aşamalarında daha başarılı olduğunu, ancak genelleme, doğrulama ve alternatif çözüm üretme gibi üst düzey becerilerde zorlandıklarını göstermektedir. Sonuçlar doğrultusunda, matematik öğretiminde eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla genelleme, test etme ve doğrulama odaklı etkinliklere daha fazla yer verilmesi önerilmektedir.

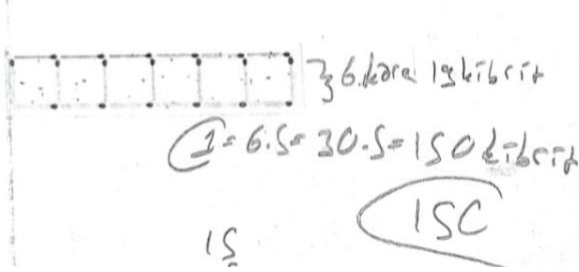
Beşinci Sınıf Düzeyi

Beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel eleştirel düşünme becerilerinde temel kavramları algılama ve bu kavramları problem çözmede etkin kullanma noktasında zorlandıkları gözlemlenmiştir. Özellikle kural veya örüntüleri algılamış olsalar dahi, bu bilgileri düzenli bir çözüm planına aktarmakta yetersizlik yaşadıkları anlaşılmaktadır. Kuralın gerekliliği, dayandığı kanıtlar veya nasıl doğrulanacağı gibi aşamalarda sıkça eksikler ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, yönlendirici ipuçları ve açıklamalar sunulduğunda bazı öğrencilerin yanlış yaklaşımlarını düzelterek daha uygun çözüm stratejilerine yönelebildikleri görülmüştür. Bu durum, öğretmen rehberliğinin ve detaylı açıklamaların, eleştirel düşünme becerilerinin gelişiminde önemli bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Şekil 1

5. Sınıf Öğrencisinin 2. Soruya Verdiği Yanıt

2. Kibritlerden oluşan 6 karelik bir dizi 19 adet kibritten oluşur (şekle bakın). 30 karelik bir dizi toplam kaç adet kibritten oluşur?



Sorunun çözümü sırasında öğrenci, matematiksel bir genelleme yaparak 6n (toplam kare sayısı) üzerinden bir formül geliştirmiştir. Ancak çıkarım aşamasında farklı çözüm yolları geliştirilmemektedir. Örneğin, şekil üzerinden tüm karelerin ayrı ayrı analiz edilmesi veya daha somut bir örüntü tanımlanması gibi ek çıkarımlar eksik kalmıştır. Çözümün sonunda ulaştığı sonucun doğruluğunu kontrol etme veya gözden geçirme adımlarını uygulamamıştır. Öz düzenleme becerisi, özellikle eleştirel düşünme becerilerinin önemli bir boyutudur.

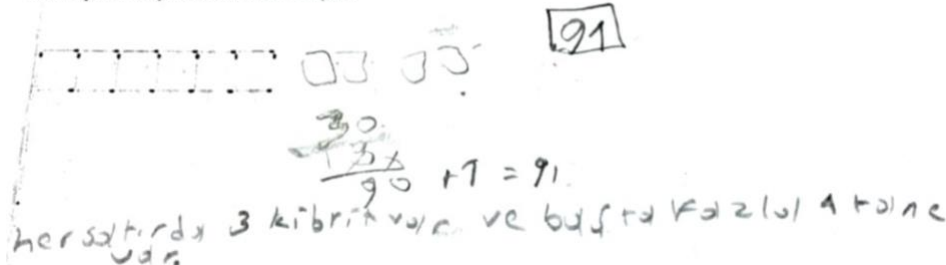
Altıncı Sınıf Düzeyi

Altıncı sınıf düzeyinde, matematiksel eleştirel düşünme becerilerinin beşinci sınıfa kıyasla daha ileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, kavram yanılgılarının halen sürdüğü ve özellikle 9'a bölünebilirlik gibi bazı konuların tam kavranmadığı saptanmıştır. Buna ek olarak, öğrencilerin örüntü tanımlama ve kural geliştirme becerileri daha net biçimde görülmüş ancak tek bir örnekten yola çıkarak genellemeye gitme gibi sınırlayıcı stratejiler zaman zaman gözlenmiştir. Bu bulgular, derinlemesine sorgulamaya ve çoklu örnekler üzerinde düşünmeye imkân tanıyan öğrenme etkinliklerine duyulan gereksinimi işaret etmektedir. Sorgulamaya dayalı bir eğitim ortamı, altıncı sınıf düzeyindeki öğrencilerin kavramsal hatalarını daha hızlı fark etmesine ve gidermesine yardımcı olabilir.

Şekil 2

6. Sınıf Öğrencisinin 2. Soruya Verdiği Yanıt

2. Kibritlerden oluşan 6 karelik bir dizi 19 adet kibritten oluşur (şekle bakın). 30 karelik bir dizi toplam kaç adet kibritten oluşur?



Öğrenci, kibrit dizisinin kurallarına dair doğru bir genelleme yapmış ancak farklı çözüm yolları üretme konusunda bir çaba göstermemiştir. Örneğin, şekil üzerinde her bir adımı açıklayarak ya da görselleştirerek formülü doğrulamak gibi bir alternatif yöntem tercih edilmemiştir. Bu, eleştirel düşünmenin çıkarım geliştirme ve farklı çözüm yolları oluşturma boyutunda eksiklik olduğunu göstermektedir. Bu çözümde, öğrencinin temel matematiksel genelleme ve analiz becerilerinin iyi düzeyde olduğu, ancak eleştirel düşünmenin değerlendirme, çıkarım ve öz düzenleme aşamalarında eksiklikler olduğu görülmektedir.

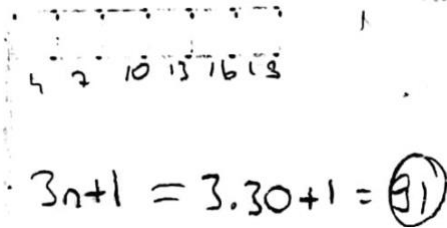
Yedinci Sınıf Düzeyi

Yedinci sınıf öğrencilerinin, eleştirel düşünme süreçlerinde daha ileri bir noktada bulundukları görülmüştür. Bazı öğrenciler, soruları cebirsel ifadelerle sistematik olarak çözümlerken, diğerleri ise tek örneklerle genelleme veya deneme-yanılma gibi stratejileri kullanmıştır. Genel olarak, problemi anlama ve çözüm aşamasında mantıksal bir bütünlük kurabildikleri ve hata yaptıklarında bu hataları daha çabuk fark edip düzeltebildikleri gözlenmiştir. Bu durum, matematiksel kavramların daha güçlü biçimde içselleştirildiğini ve eleştirel düşünme becerilerinin giderek pekiştiğini göstermektedir. Yedinci sınıf öğrencileri, özellikle cebirsel modelleme gibi üst düzey beceriler sergileyerek, karşılaştıkları problemlere çok yönlü bakabilme ve etkin çözüm geliştirme potansiyellerini ortaya koymuşlardır.

Şekil 3

7. Sınıf Öğrencisinin 2. Soruya Verdiği Yanıt

2. Kibritlerden oluşan 6 karelik bir dizi 19 adet kibritten oluşur (şekle bakın). 30 karelik bir dizi toplam kaç adet kibritten oluşur?



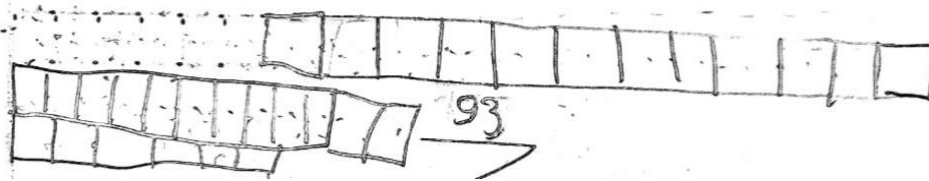
$$3n+1 = 3.30+1 = 91$$

Öğrenci, matematiksel problem çözme ve analiz becerilerini belirli bir düzeyde sergilemektedir. Bu çözüm, öğrencinin matematiksel örüntüleri fark etme ve genelleme yapma becerisini göstermektedir. Öğrenci, her bir kare eklemesinde 3 kibritin eklendiğini fark ederek $3n+1$ formülünü türetmiş ve doğru bir şekilde 30 kare için toplam kibrit sayısını 91 olarak hesaplamıştır. Formülün türetilme sürecinin detaylandırılmaması, farklı çözüm yollarıyla doğrulama yapılmaması, öz düzenleme eksikliğini göstermektedir.

Şekil 4

7. Sınıf Öğrencisinin 2. Soruya Verdiği Yanıt

2. Kibritlerden oluşan 6 karelik bir dizi 19 adet kibritten oluşur (şekle bakın). 30 karelik bir dizi toplam kaç adet kibritten oluşur?



Öğrenci, verilen problemi şekil üzerinde somut bir şekilde temsil ederek çözüm sürecine başlamış. Bu, problemi anlamaya yönelik bir ilk adım ve eleştirel düşünmenin önemli bir bileşeni olan "analiz" aşamasını göstermektedir. Öğrencinin problemi görsel bir şekilde ele alması, matematiksel ilişkileri anlamaya çalıştığını gösterir. Görsel temsil, özellikle somut düşünme aşamasındaki öğrenciler için güçlü bir problem çözme stratejisi olabilir. Öğrenci, verilen örneği genişleterek sonuca ulaşmaya çalışmış. Bu, eleştirel düşünme becerisinin bir başka ögesi olan "yorumlama" aşamasına işaret eder. Bu çözümde, öğrenci eleştirel düşünmenin bazı aşamalarını (anlama, görselleştirme, yorumlama) uygulamış olsa da diğer önemli aşamalar (genelleme, doğrulama, sorgulama) eksik kalmıştır.

Genel Değerlendirme

Beşinci, altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel eleştirel düşünme becerilerini konu alan bu araştırma, sınıf düzeyi arttıkça kural veya örüntü oluşturmada, mantıksal akıl yürütmeye ve öz düzenleme süreçlerinde belirgin bir ilerleme olduğunu ortaya koymaktadır. Beşinci sınıfta özellikle yüzeysel kavrayışların uygulama aşamasında sık sık hatalara dönüştüğü, altıncı sınıfta ise örüntü kurma ve deneme-yanılma yöntemlerinin nispeten daha başarılı sonuçlara yol açtığı, ancak kavramsal eksikliklerin devam ettiği belirlenmiştir. Yedinci sınıfta ise öğrencilerin çoğunlukla matematiksel kavramları daha derinlemesine yorumlayabildikleri ve cebirsel yaklaşımları sorunsuz biçimde uygulayarak tutarlı çözümler ürettikleri gözlenmiştir.

Bu sonuçlar, eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesinde aktif öğrenme yöntemlerinin önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Araştırma, öğrenciler arasında eleştirel düşünme becerilerinin farklılık gösterdiğini ve bu becerilerin geliştirilebilir olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, eleştirel düşünme becerilerini teşvik eden öğretim yöntemlerinin daha yaygın bir şekilde uygulanması gereklidir. Özellikle, öğrencilerin analiz ve yorumlama becerilerini destekleyen etkinliklerin yanı sıra genelleme ve doğrulama gibi üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik daha fazla çalışma yapılmalıdır. Ayrıca, rehberlik süreçlerinin sınıf düzeyine ve öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına uygun olarak uyarlanması, bu becerilerin kazandırılmasında kritik bir role sahip olduğu düşünülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, beşinci, altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin matematik dersinde sergiledikleri eleştirel düşünme becerileri, çeşitli problem senaryoları üzerinden incelenmiştir. Bulgular, eleştirel düşünmenin yaş ve sınıf seviyesine bağlı olarak farklı dinamikler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin çoğunun bu becerileri orta düzeyde kullanabildiği, ancak eğitim ortamı ve öğretmen yönlendirmesi ile desteklendiğinde eleştirel düşünme yetkinliğinin anlamlı ölçüde artabildiği gözlemlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, literatürdeki benzer çalışmalarla uyumludur. Örneğin, beşinci sınıf öğrencilerinin temel problem çözme yöntemlerine ağırlık vermesi ve kural/örüntü kavrayışlarında güçlük yaşaması, henüz yeterince gelişmemiş soyut düşünme becerilerine işaret etmektedir (Doğanay & Yağcı, 2011; Memduhoğlu et al., 2017). Altıncı ve yedinci sınıf düzeylerinde ise öğrencilerin daha kompleks düşünme süreçleri benimsedikleri, bununla birlikte zaman zaman hatalı çıkarımlar yaptıkları, ancak öğretmenlerin sorgulayıcı yaklaşımıyla bu eksikliklerin giderilebileceği görülmüştür. Bu bulgu, öğretmenlerin yönlendirme kalitesinin ve sınıf içinde kullandıkları soruların niteliğinin, öğrencilerin eleştirel düşünme gelişiminde belirleyici olduğunu desteklemektedir.

Altıncı sınıfta, öğrencilerin bir önceki yıla kıyasla problemleri daha kapsamlı biçimde analiz ettiği ve çözüm stratejileri ürettiği gözlemlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin yaşa bağlı bilişsel olgunlaşmasının etkisiyle açıklanabileceği gibi, eğitim programında yer alan içerik ve etkinliklerin de payı olabileceğini düşündürmektedir (Ay & Akgöl, 2008; Kahraman, 2008). Ancak Bayındır'ın (2015) çalışması, bazı durumlarda bu beklenen ilerlemenin gerçekleşmeyebildiğini ortaya koyarak, farklı öğrenme stilleri ve çevresel etkenlerin de eleştirel düşünme gelişimini şekillendirdiğini göstermiştir.

Yedinci sınıf öğrencilerinde, problemlerin temel yapısını kavrayarak birden fazla çözüm yolu üzerinde düşünebilme becerisinin daha sistematik şekilde gözlemlenmesi, eleştirel düşünmenin yaş ve deneyimle beraber nasıl güçlendiğini açıkça ortaya koymaktadır (Akar, 2007; Demir, 2006). Bu gruptaki öğrenciler, önceki sınıf seviyelerine göre daha derinlemesine muhakeme edebilmiş, hatalarını daha çabuk tespit ederek çözüm süreçlerinde daha kararlı adımlar atmıştır. Öğrencilerin ilgi ve motivasyon düzeyinin de eleştirel düşünme becerilerinin kullanımında etkili olabileceği, sınıf içi gözlemlerle kısmen doğrulanmıştır.

Çalışmada ayrıca, literatürde yer alan araştırmalarla uyumlu şekilde (Durhan, 2021; Doğan et al., 2023; Palavan et al., 2015) eleştirel düşünme becerilerinin yalnızca akademik performans üzerinde değil, bireylerin toplumsal ve mesleki yaşantılarında da önemli etkileri olduğu vurgulanmıştır. Özellikle öğretim ortamlarının yapılandırılmasında, öğrencileri soru sormaya ve sorgulamaya teşvik eden stratejilerin uygulanması, eleştirel

düşünme becerilerini geliştirmede kritik bir rol oynamaktadır (Köksal & Çöğmen, 2018; Ocak & Kalender Kutlu, 2017; Yavuz, 2019).

Bu araştırmanın sonuçları, matematik dersindeki eleştirel düşünme becerilerinin yaş ve deneyimle birlikte gelişme eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Beşinci sınıf öğrencileri, daha yüzeysel çözümlere yönelme eğiliminde bulunmuş; altıncı ve yedinci sınıf düzeyinde ise öğrencilerin problemlere daha karmaşık ve çok yönlü bakabildikleri gözlenmiştir. Yedinci sınıf öğrencilerinin özellikle alternatif çözüm yollarını deneme ve kendi mantık hatalarını fark etme konularında belirgin bir ilerleme sergiledikleri anlaşılmıştır.

Bu doğrultuda, eğitim programlarının ve sınıf içi uygulamaların, eleştirel düşünmeyi destekleyecek şekilde yenilenmesi büyük önem taşımaktadır. Öğrencilerin bireysel öğrenme stillerine göre farklılaştırılmış öğretim yöntemleri kullanmak, her öğrencinin eleştirel düşünme kapasitesini maksimum düzeyde kullanmasına olanak tanıyabilir. Aynı zamanda, zenginleştirilmiş öğrenme materyallerinin ve soru sorma-sorgulama odaklı sınıf etkinliklerinin öğrencilerin analitik düşünme becerilerini güçlendireceği düşünülmektedir.

Matematik dışında fen bilimleri, sosyal bilimler ve sanat gibi alanlarda da benzer çalışmalar yürütülerek, disiplinler arası eleştirel düşünme becerilerinin karşılaştırılması önerilmektedir. Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini zaman içinde takip ederek, hangi aşamalarda ve hangi eğitim müdahaleleri sonrasında en fazla ilerlemenin kaydedildiğini incelemek, uygulamaya dönük sonuçlar sunabilir.

KAYNAKÇA

- Akınoğlu, O. (2001). *Eleştirel düşünme becerilerinin sosyal bilgiler dersinde öğrenci başarısı üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Altıntaş, E. (2009). Eleştirel düşünme becerilerinin matematik öğretimindeki önemi. *Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 63-78.
- Ay, S., & Akgöl, H. (2008). Ortaokul öğrencilerinde bilişsel gelişim süreci ve problem çözme yaklaşımları. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 33(148), 56-72.
- Bayazıt, İ. & Aksoy, E. (2009). Matematik öğretiminde problem çözme sürecinin önemi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 22-37.
- Doğan, M., Yıldırım, F., & Keskin, E. (2023). Matematik öğretiminde eleştirel düşünme becerilerini geliştirme yöntemleri. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 8(2), 110-134.
- Doğanay, A., & Yağcı, R. (2011). İlköğretim beşinci sınıf sosyal bilgiler öğretiminde öğretmenlerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için uyguladıkları etkinliklerin değerlendirilmesi. *Education Sciences*, 6(2), 1679-1702.
- Elder, L. & Paul, R. (2004). The miniature guide to critical thinking: Concepts & tools. The Foundation for Critical Thinking.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. (The Delphi Report). The California Academic Press.
- Güneş, F. (2012). Eleştirel düşünme ve öğretimi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(3), 381-401
- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2018). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Gürsan, S., Altun, M. & Sarıkaya, H. (2021). Eleştirel düşünme becerilerinin akademik öz-yeterlik üzerindeki etkisi. *Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 109-122.
- Köksal, N., & Çoğmen, S. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme ve İletişim Becerileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(44), 278-296.
- Kurnaz, A. (2019). Matematik eğitiminde eleştirel ve yaratıcı düşünmenin önemi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 8(4), 350-362.
- MEB (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1-8. sınıflar)*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Ocak, G., & Kalender Kutlu, D. (2017). Sorgulama temelli öğrenmenin eleştirel düşünme becerilerine etkisi. *İlköğretim Online*, 16(3), 1275-1293.
- Önal, N. & Erişen, Y. (2019). 21. yüzyıl becerileri ve öğretmen eğitimi. *Eğitim ve Bilim*, 44(198), 101-116.
- Palavan, Ö., Özdemir, N., & Keleş, A. (2015). Eleştirel düşünme becerilerinin akademik performans üzerindeki etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 40(181), 221-237.
- Seferoğlu, S. & Akbıyık, C. (2006). Eleştirel düşünme ve öğretimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 6(1), 67-91.
- Şenol, H. (2024). *5., 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersinde eleştirel düşünme becerilerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi].
- Umay, A. (2003). Matematik eğitiminde eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 1-9.
- Yavuz, H. (2019). Matematik öğretiminde eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik öğretim programı önerisi. *Eğitim Programları ve Öğretim Dergisi*, 9(2), 143-167.

- Yeşildere, S. & Türnüklü, E. (2007). Eleştirel düşünme odaklı matematik etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme sürecine etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 8(1), 45-54.
- Yetkin, A. & Kayhan, B. (2016). Matematik öğrenmede eleştirel düşünme becerilerinin önemi. *Eğitimde Yeni Yönelimler Dergisi*, 5(2), 95-113.



The Examination of Mathematical Critical Thinking Skills of 5th, 6th, and 7th Grade Students

Hüsniye Şenol^{1*} 
Elif Nur Akkaş² 

¹Ministry of National Education
senol.husny@gmail.com

²Bolu Abant İzzet Baysal University,
Department of Mathematics Education,
Bolu, Türkiye
elifakkaş@ibu.edu.tr

*Corresponding Author

Received: 26.01.2025
Accepted: 19.03.2025
Available Online: 30.05.2025

Abstract: The purpose of the present study was to examine the critical thinking skills of 5th, 6th, and 7th grade secondary school students in mathematics and to determine whether these skills differ based on grades. The study was conducted in a public school in Gördes district of the city of Manisa in the 2023-2024 academic year. The study group included a total of 9 students, 3 from each grade. Semi-structured interview forms and criteria consisting of 4 mathematics questions were used in the study. The results were evaluated with content analysis and it was concluded that the critical thinking skills of the students were generally at an intermediate level, but these skills differed based on age groups. The study offers important implications on how critical thinking skills can be integrated into mathematics curricula more effectively.

Keywords: Critical Thinking, Mathematics Education, Content Analysis, Middle School Students

INTRODUCTION

Mathematics lessons play a central role in the development of critical thinking and problem-solving skills (Umay, 2003). Critical thinking is crucial for individuals in making effective decisions in many areas from daily life to academic and professional life (Güneş, 2012), and involves looking at information with a critical view, developing questioning and analytical approaches, being open to different perspectives, and being able to produce appropriate solutions to the problem (Önal, 2020).

Studies conducted on the importance of critical thinking skills in education gained momentum in the 1990s. Facione (1990) defined critical thinking as a mental activity based on self-regulation and reported that individuals should take active roles in steps such as structuring arguments, analyzing evidence, and drawing conclusions. Elder and Paul (2004) emphasized that critical thinking is not only about making negative criticisms but also about the process of questioning what exists and evaluating it with objective criteria.

The effects of mathematics education on critical thinking skills began to be investigated more in the 2000s. Umay (2003) reported that mathematics courses develop the analytical thinking skills of students contributing to a more effective problem-solving process. Researchers such as Semerci (2000) and Akinoğlu (2001) reported that critical thinking should be systematically included in curricula to contribute to the academic and personal development of students.

The view that mathematics education aims to develop higher-level mental skills rather than merely providing computational skills has become more prominent in the mid-2000s. Seferoğlu and Akbıyık (2006) speculated that educational processes must not be limited to the transfer of information and that students' active roles in problem-solving develop their thinking skills. Altıntaş (2009) also reported that mathematics education is not limited to numerical operations, but also develops students' skills in evaluating new situations, making predictions, and logical reasoning.

Studies that were conducted in the 2010s began to examine the relationships between critical thinking and students' academic self-efficacy. Özdemir (2005) reported that critical thinking makes students more active in their learning processes and develops their independent learning skills. Güneş (2012) emphasized that individuals' critical thinking skills make positive contributions to their academic and professional lives. Gürsan, Altun, and Sarıkaya (2021) reported that there are strong relationships between critical thinking skills and academic self-efficacy and that these skills increase students' capacity to manage their learning processes.

It is also emphasized in the curricula in Türkiye that mathematics education is an important tool in terms of acquiring critical thinking skills. The Ministry of National Education (MoNE, 2018) determined that students acquire critical thinking skills as one of the main targets in the Secondary School Mathematics Course Curriculum. Kurnaz (2019) and Önal & Erişen (2019) reported that the adoption of interdisciplinary approaches in curricula contributes to students' detailed understanding of critical thinking skills.

Finally, studies that investigated the correlation between problem-solving processes and critical thinking skills in mathematics teaching increased. Bayazıt and Aksoy (2009) reported that problem-solving processes improve students' skills in associating abstract and concrete situations. Yeşildere and Türnüklü (2007) reported that critical thinking in the process of solving mathematical problems includes elements such as testing assumptions, exploring alternatives, and justifying the chosen approach.

As a result, critical thinking and mathematical problem-solving skills are critical components not only for academic achievement but also for lifelong learning and adaptation (Yetkin & Kayhan, 2016). Especially at the secondary school level, mathematics education offers a wide range of applications to acquire pre-determined skills (MoNE, 2018). For this reason, the present study aimed to evaluate the critical thinking skills of secondary school students in the context of mathematics lessons and to uncover the differences in these skills based on grade levels.

METHOD

Study Design

The Qualitative Method was preferred to deeply examine how students use critical thinking skills in mathematics classes and the processes of emergence of these skills. The Qualitative Method is designed to understand the behaviors, thoughts, and feelings of individuals. This method, in which subjective data are addressed in their natural context, focuses on discovering the whys and hows of human behavior (Gürbüz and Şahin, 2018). The basic aim of the Qualitative Method is to describe the event or situation in question in a detailed and realistic manner (Gürbüz and Şahin, 2018).

The purpose of the present study was to examine the critical thinking skills of 5th, 6th, and 7th-grade secondary school students in mathematics class in detail and to determine the extent to which they have these skills. In this context, *the Case Study Design*, which is one of the Qualitative Methods, was employed.

In educational studies, the Case Study Design is often preferred to examine individual differences of students and the effects of these differences on learning processes.

In the present study, the Case Study Design was employed to understand how students' mathematical critical thinking skills emerge in different contexts and to make inferences about the development of these skills. The data obtained were analyzed with a realistic and descriptive approach, aiming to develop a comprehensive understanding of students' critical thinking levels.

Study Group

The study was conducted in a public school during the spring semester of the 2023-2024 academic year. The participants were selected from the school where the researcher worked. This choice was made because it provided ease of access and accelerated the data collection process.

The study group included a total of 9 students from the 5th, 6th, and 7th grades studying at this school. The Purposeful Sampling Method was used in sample selection to determine an equal number of students from each grade level. In this context, since the number of students in the 5th grade was 3, 3 students from the 6th and 7th grades were also included in the study. This selection ensured that the study had a balanced sample structure.

Data Collection Tools

During the study process, a question set that consisted of 4 mathematics questions was prepared to evaluate mathematical critical thinking skills. The contents of the questions were as follows.

Logical Reasoning: Students were asked to determine which cards they would need to turn over to test the validity of a given rule. This question was designed to measure whether students were only able to verify a proposition or whether they were also able to consider the possibility of falsification. Pattern and Generalization: Students were asked to predict the continuation of a particular pattern in a string of matchsticks. This question required students to notice a mathematical pattern and employ that pattern to make a prediction. Arithmetic and Algebraic Thinking: Students were given the total price of 2 objects and the difference between their prices and were asked to calculate the price of each separately. This question evaluated algebraic thinking and basic problem-solving skills. Evaluating Mathematical Expressions: Students were asked to determine whether a number could be evaluated based on certain divisibility rules. This question required students to use mathematical reasoning and knowledge of number systems.

The questions were designed to measure students' critical thinking competencies from different perspectives and were selected as a result of reviewing the studies in the literature.

The answers given by the students to these questions were examined in detail by using the Semi-Structured Interview Form. The questions in the form were developed by the researcher in line with the literature data and the opinions of field experts working in a state university. Based on the feedback received from the experts, some adjustments were made to make the questions more understandable. The final version of the questions was tested with pilot implementations conducted with 4 students and the necessary revisions were completed.

Voice recorders were used during the interviews and detailed notes were taken by the researcher to better understand the students' thinking processes and problem-solving approaches. These methods allowed for a comprehensive analysis of the collected data and provided a basis for increasing the reliability and validity of the study.

Data Collection Process

The Interview Technique was preferred as the data collection method. The researcher prepared a form supported by expert opinions and adopted a flexible approach in which he could ask additional questions when necessary to deepen the participants' answers during the interview process, which aimed to understand the students' thought processes in more detail.

In the first step of the study, 5th, 6th, and 7th grade students answered 4 mathematics questions. It was stated to the students that the steps of thought and methods they followed in the solution process were more important than the accuracy of the answers given to the questions, and it was particularly emphasized that these processes did not have the characteristics of an exam. Then, one-on-one semi-structured interviews were

conducted with each student. Interviews with each student lasted an average of 25 minutes, and questions were asked in the same order to all participants.

Analysis of Data

The data obtained in the study were examined by using the Content Analysis Method, which aims to systematically classify, organize, and interpret the data in line with the determined concepts and themes. The analysis process consisted of 4 basic steps.

Encoding of the Data: The data obtained from the interviews were categorized and coded in a meaningful way.

Determining the Themes: Common themes were created by evaluating the relationships between the coded data.

Organizing the Codes and Themes: The data were presented with integrity in line with the created themes.

Explanation and Interpretation of Results: The results were interpreted based on the study questions and conclusions were drawn.

Various measures were taken to increase the validity and reliability of the present study. To ensure coding reliability, the data analysis process was carried out by two independent researchers, the obtained codes were compared and the compliance rate was evaluated. To increase the reliability of the interview process, the responses received from the participants were supported with direct quotes, and feedback was received from the participants to ensure the accuracy of the data. Also, to strengthen the scope validity of the study, the opinions of field experts were consulted and the suitability of the interview questions was evaluated.

These methods and measures support the scientific validity of the study by ensuring that the analysis process is carried out systematically and consistently.

Ethical Permissions for the Study

The Name of the Committee that conducted the ethical evaluation: Bolu Abant İzzet Baysal University Human Study Ethics Committee in Social Sciences

Date of ethical evaluation decision: 22.12.2023

Ethical assessment document number: 2023/534

The study was conducted after receiving approval from the relevant ethics committee and the rights of the participants were taken into consideration. The purpose of the study was explained to the participants, voluntary participation was taken as a basis and all necessary measures were taken to ensure the confidentiality of personal data.

RESULTS

Based on the study results, questioning and generalization skills are among the areas where students have the most difficulty in the critical thinking process. Seven out of nine students (77.7%) can make analysis and interpretation based on information, but 6 out of 9 students (66.6%) have difficulty in generalizing the information they have acquired and transferring it to new contexts, which shows that more importance should be given to higher-level steps of critical thinking skills such as generalization, testing and verification in the teaching process.

However, it was seen that students have stronger skills in visualizing problems and producing solutions based on the existing data. It is considered that these strengths can form a basis for transitioning to higher-level skills. The study also uncovered that constructivist approaches and problem-based learning methods have positive effects on students. These methods provide students with opportunities to think independently, analyze, and question, rather than passively receive information from the teacher.

The results show that the critical thinking skills of 5th, 6th, and 7th-grade students differed in mathematics class. In line with the content analysis method, the data were categorized within the framework of determined themes and codes.

Themes and Codes

Interpretation: Distinguishing the similarities and differences of questions. Explaining the given information in one's own words.

Analysis: Determining the claims by examining the information given. Explaining the correctness or incorrectness of the rule with reasons. Evaluating the reasons for the choices made in the solution process.

Evaluation: Explaining solutions with logical reasons. Recognizing and correcting incorrect solutions.

Making Inferences: Developing evidence to support the problem. Concluding by generating different solutions.

Explanation: Expressing the solution process step by step. Explaining the method used (e.g., modeling, patterning, calculation).

Self-Regulation: Reviewing data that influenced one's decisions. Noticing errors or omissions and reconstructing one's solution.

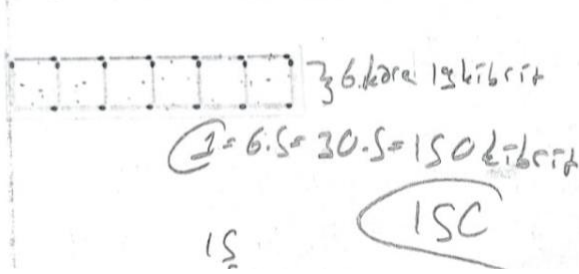
These results show that students are more successful in the analysis and interpretation steps, but face difficulties in higher-level skills such as generalization, verification, and alternative solution generation. In line with the results, it is recommended that activities focused on generalization, testing, and verification be given more space to develop critical thinking skills in mathematics teaching.

5th Grade Level

It was found that 5th-grade students face difficulties in perceiving basic concepts in mathematical critical thinking skills and using these concepts effectively in problem-solving. It was understood that even if they perceive rules or patterns, they have inadequate information in transferring this information to an organized solution plan. Deficiencies occurred frequently in steps such as the necessity of the rule, the evidence it is based on, or how to verify it. However, it was also seen that some students were able to correct their wrong approaches and turn to more appropriate solution strategies when guiding clues and explanations were provided, which reveals that teacher guidance and detailed explanations play an important role in the development of critical thinking skills.

Figure 1*5th Grade Student's Answer to Question 2*

2. Kibritlerden oluşan 6 karelik bir dizi 19 adet kibritten oluşur (şekle bakın). 30 karelik bir dizi toplam kaç adet kibritten oluşur?



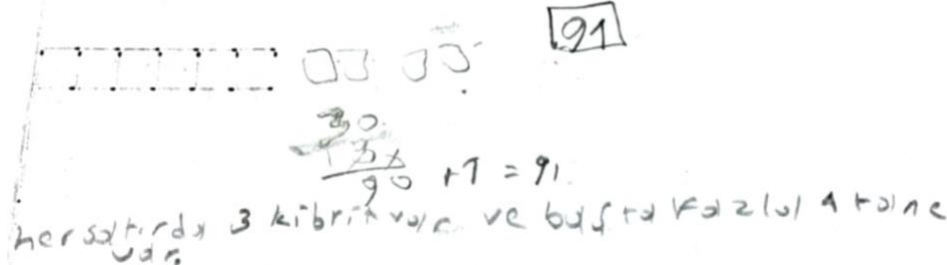
During the solution, the student developed a formula over $6n$ (total number of squares) by making a mathematical generalization but different solution methods are not developed in the inference step. For example, additional inferences such as analyzing all the squares on the figure separately or defining a more concrete pattern are missing. The student did not apply the steps of checking or reviewing the accuracy of the result reached at the end of the solution. Self-regulation skills are an important dimension of critical thinking skills in particular.

6th Grade Level

It was concluded that mathematical critical thinking skills were more advanced in the 6th grade when compared to the 5th grade. However, it was also found that misconceptions persisted and some topics, especially divisibility by 9, were not fully understood. Also, students' pattern recognition and rule development skills were seen more clearly, but limiting strategies such as generalizing from a single example was occasionally observed, which indicates the need for learning activities that allow for in-depth inquiry and thinking about multiple examples. An inquiry-based educational environment can help 6th-grade students recognize and correct their conceptual errors more quickly.

Figure 2*6th Grade Student's Answer to Question 2*

2. Kibritlerden oluşan 6 karelik bir dizi 19 adet kibritten oluşur (şekle bakın). 30 karelik bir dizi toplam kaç adet kibritten oluşur?



The student made a correct generalization for the rules of the match series but did not make an effort to produce different solutions. For example, an alternative method such as verifying the formula by explaining or visualizing each step on the figure was not preferred, which shows that there is a deficiency in the dimension of critical thinking in terms of developing inferences and creating different solutions. It is seen in this solution that the student has good basic mathematical generalization and analysis skills, but there are deficiencies in the evaluation, inference, and self-regulation steps of critical thinking.

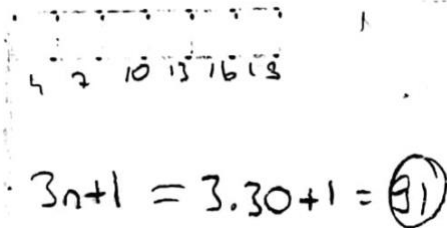
7th Grade Level

It was found that 7th-grade students were at a more advanced point in their critical thinking processes. Although some students systematically solved the problems with algebraic expressions, others used strategies such as generalization with a single example or trial and error. In general, it was seen that they were able to establish logical integrity in the problem understanding and solution step and that they were able to notice and correct their mistakes more quickly when they made them, which shows that mathematical concepts were internalized more strongly and that their critical thinking skills were gradually strengthened. 7th-grade students demonstrated their potential to look at the problems they encountered from a multi-dimensional perspective and develop effective solutions, especially by displaying high-level skills such as algebraic modeling.

Figure 3

7th Grade Student's Answer to Question 2

2. Kibritlerden oluşan 6 karelik bir dizi 19 adet kibritten oluşur (şekle bakın). 30 karelik bir dizi toplam kaç adet kibritten oluşur?



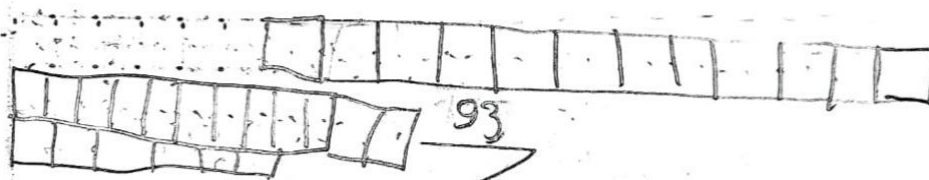
$$3n+1 = 3.30+1 = 91$$

The student demonstrates a certain level of mathematical problem-solving and analysis skills. This solution shows the student's ability to recognize and generalize mathematical patterns. The student derived the formula $3n+1$ by noticing that 3 matches were added for each addition of a square and correctly calculated the total number of matches for 30 squares as 91. The lack of detail in the derivation process of the formula and the lack of verification with different solutions demonstrates a lack of self-regulation.

Figure 4

7th Grade Student's Answer to Question 2

2. Kibritlerden oluşan 6 karelik bir dizi 19 adet kibritten oluşur (şekle bakın). 30 karelik bir dizi toplam kaç adet kibritten oluşur?



The student began the solution process by representing the given problem concretely on a figure, which indicated the “analysis” step, which is the first step to understanding the problem and an important component of critical thinking. The student's visual approach to the problem indicates that he or she is trying to understand mathematical relationships. Visual representation can be a powerful problem-solving strategy, especially for students in the concrete thinking step. The student has attempted to conclude by expanding on the given example. This shows another element of critical thinking, the “interpretation” step. In this solution, the student has applied some of the steps of critical thinking (understanding, visualization, interpretation), but other important steps (generalization, verification, questioning) are missing.

General Evaluations

The results of the present study, which was about the mathematical critical thinking skills of 5th, 6th, and 7th-grade students, show that there is significant progress in rule or pattern generation, logical reasoning, and self-regulation processes as the grade level increases. It was found that in the 5th grade, especially superficial understandings frequently turn into errors in the application step, while in the 6th grade, pattern generation, and trial-and-error methods lead to relatively more successful results, but conceptual deficiencies continue. In the 7th grade, it was found that students can mostly interpret mathematical concepts in more depth and produce consistent solutions by applying algebraic approaches without any problems.

Once again, these results emphasize the importance of active learning methods in developing critical thinking skills. The results show that critical thinking skills vary among students and that these skills can be improved. In this context, teaching methods that encourage critical thinking skills should be implemented more widely. In particular, more studies must be conducted to develop higher-order thinking skills such as generalization and verification, as well as activities that support students' analysis and interpretation skills. Also, it is thought that adapting guidance processes to the grade level and students' individual needs plays a critical role in acquiring these skills.

DISCUSSION AND CONCLUSION

In the present study, the critical thinking skills of 5th, 6th, and 7th grade students in mathematics class were examined through various problem scenarios. The results show that critical thinking exhibits different dynamics depending on age and grade level. It was found that most students can use these skills at a moderate level, but when supported by the educational environment and teacher guidance, critical thinking competence can increase significantly.

The results were consistent with similar studies in the literature. For example, the fact that 5th-grade students focus on basic problem-solving methods and have difficulty understanding rules/patterns shows that they have not yet developed sufficiently abstract thinking skills (Doğanay & Yağcı, 2011; Memduhoğlu et al., 2017). In the 6th, and 7th grades, it was found that students adopted more complex thinking processes and occasionally made erroneous inferences, but these deficiencies could be remedied with the questioning approach of teachers, which supports the fact that the quality of teachers' guidance and the quality of the questions they use in the classroom are decisive in the development of students' critical thinking.

It was seen in the 6th grade that students analyzed problems more comprehensively and produced solution strategies compared to the previous year, which can be explained by the effect of the cognitive maturation of the students depending on their age, and it is thought that the content and activities in the curriculum may also have a role (Ay & Akgöl, 2008; Kahraman, 2008). However, Bayındır's (2015) study reported that in some cases this expected progress may not occur, and showed that different learning styles and environmental factors also shape the development of critical thinking.

The more systematic observation of the 7th-grade students' ability to grasp the basic structure of problems and think about more than one solution clearly shows how critical thinking strengthens with age and experience (Akar, 2007; Demir, 2006). In this group, the students were able to reason more deeply compared to previous grade levels, detected their mistakes more quickly, and took more decisive steps in the solution process. It was partially confirmed by in-class observations that students' interest and motivation levels can also be effective in the use of critical thinking skills.

The study also emphasized that critical thinking skills have significant effects not only on academic performance but also on the social and professional lives of individuals, in line with the study in the literature (Durhan, 2021; Doğan et al., 2023; Palavan et al., 2015). In particular, the strategies that encouraged students to ask questions and question in the structuring of teaching environments played critical roles in developing critical thinking skills (Köksal & Çöğmen, 2018; Ocak & Kalender Kutlu, 2017; Yavuz, 2019).

The results of the present study suggest that critical thinking skills in mathematics tend to improve with age and experience. 5th-grade students tended to lean toward more superficial solutions. Also, students at the 6th and 7th-grade levels were seen to be able to look at problems in more complex and multi-faceted ways. It was understood that 7th-grade students made significant progress, especially in trying alternative solutions and noticing their logical errors.

In this context, it is of great importance to renew the curricula and classroom practices in a way to supports critical thinking. Using differentiated teaching methods according to students' learning styles can allow each student to use critical thinking skills to the maximum extent. It is also considered that enriched learning materials and questioning-inquiry-oriented classroom activities will strengthen the analytical thinking skills of students.

It is recommended that similar studies be conducted in fields other than mathematics, such as science, social sciences, and art, to compare critical thinking skills across disciplines. Monitoring students' critical thinking skills over time and examining at which steps and after which educational interventions the most progress is made can provide practical results.

REFERENCES

- Akinoğlu, O. (2001). *Eleştirel düşünme becerilerinin sosyal bilgiler dersinde öğrenci başarısı üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Altıntaş, E. (2009). Eleştirel düşünme becerilerinin matematik öğretimindeki önemi. *Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 63-78.
- Ay, S., & Akgöl, H. (2008). Ortaokul öğrencilerinde bilişsel gelişim süreci ve problem çözme yaklaşımları. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 33(148), 56-72.
- Bayazıt, İ. & Aksoy, E. (2009). Matematik öğretiminde problem çözme sürecinin önemi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 22-37.
- Doğan, M., Yıldırım, F., & Keskin, E. (2023). Matematik öğretiminde eleştirel düşünme becerilerini geliştirme yöntemleri. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 8(2), 110-134.
- Doğanay, A., & Yağcı, R. (2011). İlköğretim beşinci sınıf sosyal bilgiler öğretiminde öğretmenlerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için uyguladıkları etkinliklerin değerlendirilmesi. *Education Sciences*, 6(2), 1679-1702.
- Elder, L. & Paul, R. (2004). The miniature guide to critical thinking: Concepts & tools. The Foundation for Critical Thinking.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. (The Delphi Report). The California Academic Press.
- Güneş, F. (2012). Eleştirel düşünme ve öğretimi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(3), 381-401
- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2018). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Gürsan, S., Altun, M. & Sarıkaya, H. (2021). Eleştirel düşünme becerilerinin akademik öz-yeterlik üzerindeki etkisi. *Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 109-122.
- Köksal, N., & Çoğmen, S. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme ve İletişim Becerileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(44), 278-296.
- Kurnaz, A. (2019). Matematik eğitiminde eleştirel ve yaratıcı düşünmenin önemi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 8(4), 350-362.
- MEB (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1-8. sınıflar)*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Ocak, G., & Kalender Kutlu, D. (2017). Sorgulama temelli öğrenmenin eleştirel düşünme becerilerine etkisi. *İlköğretim Online*, 16(3), 1275-1293.
- Önal, N. & Erişen, Y. (2019). 21. yüzyıl becerileri ve öğretmen eğitimi. *Eğitim ve Bilim*, 44(198), 101-116.
- Palavan, Ö., Özdemir, N., & Keleş, A. (2015). Eleştirel düşünme becerilerinin akademik performans üzerindeki etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 40(181), 221-237.
- Seferoğlu, S. & Akbıyık, C. (2006). Eleştirel düşünme ve öğretimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 6(1), 67-91.
- Şenol, H. (2024). *5., 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersinde eleştirel düşünme becerilerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi].
- Umay, A. (2003). Matematik eğitiminde eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 1-9.
- Yavuz, H. (2019). Matematik öğretiminde eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik öğretim programı önerisi. *Eğitim Programları ve Öğretim Dergisi*, 9(2), 143-167.

- Yeşildere, S. & Türnüklü, E. (2007). Eleştirel düşünme odaklı matematik etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme sürecine etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 8(1), 45-54.
- Yetkin, A. & Kayhan, B. (2016). Matematik öğrenmede eleştirel düşünme becerilerinin önemi. *Eğitimde Yeni Yönelimler Dergisi*, 5(2), 95-113.

Fen Bilimleri Ders Kitaplarının Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Açısından İncelenmesi*

Yağmur Yazı¹ 
Mustafa Ergun^{2*} 

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye
yagmuryazi2655@gmail.com

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye
mergun@omu.edu.tr
*Sorumlu Yazar
Bu araştırma TÜBİTAK-BİDEB tarafından 2209A kapsamında 1919B012220960 nolu proje ile desteklenmiştir ve 16. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Geliş tarihi: 27.01. 2025
Kabul tarihi: 05.03. 2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Bu çalışmada Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen sürdürülebilir kalkınma amaçlarının ortaokul fen bilimleri ders kitaplarının ile ilişkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi tercih edilmiştir. Ortaokul fen bilimleri ders kitapları dört farklı seviyede 17 sürdürülebilir kalkınma amaçları ve göstergeleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, tüm ders kitaplarının SKA'larla genelde uyumlu olduğunu ancak bazı hedeflerin yeterince vurgulanmadığını göstermiştir. Özellikle iklim eylemi, sudaki yaşam ve karasal yaşam gibi çevresel hedefler az temsil edilirken, nitelikli eğitim ve sanayi-yenilikçilik ve altyapı gibi amaçlar daha sık işlenmiştir. Toplumsal cinsiyet eşitliği konusunda görsel ve isim dağılımında dengesizlikler gözlenmiş, erkek temsiliyeti daha fazla bulunmuştur. Ders kitaplarında SKA'ların detaylı ve dengeli ele alınması çevresel hedeflerin daha çok vurgulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınma bilincini artırmak için görseller, etkinlikler ve metinlerde çeşitliliğin artırılması önerilmiştir. Çalışmada eğitimde SKA farkındalığını artırmak için politik karar vericilere, ders kitabı yazarlarına, fen bilimleri öğretmenleri ve araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelime: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, Ders Kitabı, Fen Bilimleri

GİRİŞ

Yeryüzündeki nüfusun hızla artışıyla birlikte bilinçsiz tüketim alışkanlıklarının kabul edilebilir düzeyleri aşması sonucunda çevresel, toplumsal ve ekonomik boyutta çeşitli sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu küresel sorunların çözümüne yönelik olarak uluslararası platformlar çeşitli toplantılar düzenlenmeye başlamıştır. İlk kez 1972 yılında çevresel sorunların ele alınması amacıyla gerçekleştirilmeye başlayan bu toplantılar, zamanla toplumsal ve ekonomik boyutları da içerecek şekilde genişletilmiştir. İnsanlığın ortak geleceğini güvence altına almak ve bu sorunların çözümüne katkı sağlamak amacıyla, 2015 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ve bu amaçlara bağlı 169 alt hedef belirlenmiştir. Söz konusu amaçlar, 193 ülkenin katılımıyla evrensel bir uzlaşma çerçevesinde kabul edilmiş olup, çevresel, toplumsal ve ekonomik problemlerin çözümü için küresel bir yol haritası sunmaktadır. Bu bağlamda, Şekil 1'de yer alan SKA sürdürülebilir kalkınmanın çok boyutlu yapısını yansıtarak sosyal eşitlik, çevresel koruma ve ekonomik refahı bir bütün olarak ele alma niteliği taşımaktadır. Aşırı yoksulluğu sona erdirmek, eşitsizlik ve adaletsizlik ile mücadele etmek ve iklim değişikliğini düzeltmek gibi üç önemli konunun çözümü için belirlenmiş amaçlar Şekil 1'de verilmiştir.

Sürdürülebilir kalkınma mevcut ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak için çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları dengede tutarak, kalkınma sürecini yönlendirme ve gerçekleştirme yaklaşımıdır (Yalçın, 2019). Sürdürülebilir kalkınma, insanların yaşam standartlarını yükseltirken çevreyi koruma ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarını göz önünde bulundurma çabalarını içermektedir (Mensah, 2019). Birleşmiş Milletler'in hazırlamış olduğu sürdürülebilir kalkınma amaçları Şekil 1.'de görüldüğü gibi; yoksulluğa son, açlığa son, sağlık ve kaliteli yaşam, nitelikli eğitim, toplumsal cinsiyet eşitliği, temiz su ve sanitasyon, erişilebilir ve temiz enerji, insana yakışır iş ve ekonomik büyüme, sanayi - yenilikçilik ve altyapı, eşitsizliklerini azaltılması, sürdürülebilir şehirler ve topluluklar, sorumlu üretim ve tüketim, iklim eylemi, sudaki yaşam, karasal yaşam, barış - adalet ve güçlü kurumlar ve amaçlar için ortaklıklar gibi 17 başlıktan oluşmaktadır.

Cite as (APA 7): Yazı Y., & Ergun M. (2025). Fen bilimleri ders kitaplarının sürdürülebilir kalkınma amaçları açısından incelenmesi, *Trakya Eğitim Dergisi*, 15(Özel Sayı), 56-97. <https://doi.org/10.24315/tred. 1627429>

Şekil 1*BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (Birleşmiş Milletler, 2015)*

Özellikle son yıllarda yoğun tartışmalara konu olan sürdürülebilir kalkınma bir taraftan çevre diğer taraftan kalkınma kavramları arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaktadır (Beckerman, 2015). 20. yüzyılın son diliminde küresel gündeme giren ve 1990'larda imzalanan uluslararası anlaşmalarla dünya genelinde uygulamaya konulan sürdürülebilir kalkınma, hem günümüzün gereksinimlerini karşılayıp hem de gelecekteki kuşakların kaynaklarını tehlikeye atmayan bir kalkınma modeli olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım bir yandan geleceği sahiplenerek koruma sorumluluğunu üstlenirken diğer yandan herkesin temel ihtiyaçlarını karşılayıp daha kaliteli bir yaşam sürmesine yönelik düzenlemeler içermektedir. Aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma ekonomik büyüme ve refahı artırma hedeflerini, çevreyi koruma ve yeryüzündeki tüm insanların yaşam standartlarını iyileştirme ilkeleriyle birleştirmektedir (Beckerman, 2017).

Sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmak küresel bir sorumluluktur. Sürdürülebilir kalkınmanın tanımı, kapsamı, hedefleri ve göstergeleri tartışılırken; bu hedeflere ulaşmada eğitimin kritik bir paya sahip olduğu genel kabul görmektedir (UNESCO, 2015). Toplumun tüm kesimlerinin kesintisiz biçimde bu eğitim fırsatlarına erişebilmesi ise belirlenen amaçların gerçekleştirilmesi bakımından büyük önem taşır. Bu bağlamda, sürdürülebilir kalkınma eğitim programlarında; çevrenin ve yaşam kalitesinin korunması sırasında ortaya çıkan sorunlara yönelik bilinçli, daha sorumlu ve hazırlıklı bireyler yetiştirmeye odaklanan amaç ve yöntemlerin, eğitim ve öğretimin temel hedefleri arasında yer alması gerekmektedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın amaçlarını gerçekleştirmede eğitimin önemli bir rolü vardır (Bell, 2016). Ders kitapları bulunduğu dönemin özelliklerini eğitim yoluyla bireylere öğretmesinde önemli bir materyaldir. Modern teknolojilerin eğitim alanına yeni araçlar katması ders kitaplarının önemini azalttığı düşünülse de, ders kitapları hala eğitimdeki önemini korumaktadır. SKA'ları gerçekleştirmek için de eğitim aşamasındaki önemli unsurlardan biri olan ders kitapları tercih edilmektedir (Ölçer & Öztürk, 2025).

SK hedef ve amaçları ile yapılan çalışmalara bakıldığında başta ortaokul fen bilimleri (Ateş, 2019), ilkokul fen bilimleri (Aktaş vd. 2020) olmak üzere fizik (Kızılcık vd. 2024), kimya (Doğan & Karagölge, 2024), biyoloji (Wibowo & Sadikin, 2019), çevre eğitimi (Aktaş vd. 2020), iklim değişikliği dersi (Dere & Çinikaya, 2023), coğrafya ve sosyal bilgiler dersleri (Yalçın, 2022; Aktaş vd., 2020; Kaya & Tomal, 2011), hayat bilgisi (Baysal vd. 2022; Bekiroğlu & Güllühan, 2023; Aktaş vd., 2020), okul öncesi öğretim programı (Özer & Kurt Gökçeli, 2024) ve bu derslerin kitaplarının incelendiği görülmektedir (Ateş, 2019; Yalçın, 2022; İşler, 2023). Aynı zamanda hem öğretmen adaylarıyla (Torun, 2024; Gümüş & Akhan, 2024; Şaşmaz, 2024), hem öğretmenlerle (Bulut & Çakmak, 2018; Çobanoğlu & Türer, 2015) hem de üstün yetenekli öğrencilerle (Ayaydın vd., 2023; Tosun & Gökçe, 2023) SK hedef ve amaçları doğrultusunda sahip oldukları bilgi ve tutumları inceleyen araştırmaların olduğu görülmektedir. Sonuç olarak ulaşılabilen alanyazın çalışmalarında SKA'nın fen bilimleri dersinde kullanılan ders kitaplarıyla ilgili derinlemesine ve sınıflandırmalı bir araştırmanın olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu kapsamda gerçekleştirilen araştırma hem ders kitaplarının

SKA doğrultusunda hangi amaçları içerdiğini gözler önüne serecek hem de alanyazındaki eksiliği gidererek ders kitaplarıyla ilgili araştırma yapacak araştırmacılara yol gösterici olacaktır.

Öğrencilerin kaynak olarak kullanmasının yanında öğretmenlerin de rehber olarak kullandığı ders kitaplarındaki SK konu ve kavramlarının önemi, bu amaçların gerçekleştirilebilmesi açısından ön plana çıkmaktadır. Fen eğitimi açısından SKA'na bakıldığında bireylerin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik konularında bilinçlenmelerine katkıda bulunarak sürdürülebilir kalkınmanın temel taşlarını oluşturmaktadır. Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında sürdürülebilir kalkınmanın temel ilke ve amaçlarına uygun etkinlikler, görseller ve metinler mevcuttur. Bu nedenle bu çalışma sürdürülebilir kalkınma amaçlarının fen bilimleri ders kitaplarına ne derecede yansıtıldığını belirlemek açısından önemlidir.

Bu araştırmanın amacı ortaokuldaki fen bilimleri ders kitaplarının sürdürülebilir kalkınma amaçları açısından incelemektir. Bu kapsamda Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanmış olan ortaokullarda 5.-8. sınıf düzeylerinden okutulan fen bilimleri ders kitapları, sürdürülebilir kalkınma amaçlarındaki 17 maddeye göre görseller ve metinler aracılığıyla incelenmiştir.

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Bu çalışma nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi yöntemine dayanan bir araştırmadır. Doküman analizi yazılı dokümanların sistematik bir şekilde incelenmesini sağlayan bir yöntemdir ve genellikle yapılandırılmış eğitim materyallerinin analizinde kullanılır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Doküman incelenmesi sürecinde araştırmanın sistematik yürütülmesi gereken bir süreç olduğu alanyazında belirtilmektedir. Bu süreçte dokümanlara ulaşma, dokümanların orijinalinin kontrol edilmesi, dokümanların kullanımını izninin alınması, dokümanların anlaşılması ve analiz edilmesi ile verinin kullanılması süreci ile son bulmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Doküman analizi araştırmacılar tarafından tercih edilen en önemli bilgi kaynaklarından biridir (Hoepfl, 1997). Bunun sebebi ele alınan ve araştırılan olgu hakkında detaylı bilgi edinilmesine izin vermesidir (Travers, 2001). Merriam (2009)'a göre dokümanlar araştırmacılara göre farklı sınıflandırılmaktadır. Birincil dokümanlar kamuya ait herkese açık dokümanlar olurken ikinciller ise daha çok kişisel dokümanlar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu bağlamda çalışmada birincil kaynak olarak fen bilimleri ders kitaplarının içerikleri sürdürülebilir kalkınma amaçlarına uygunluk açısından değerlendirilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada Millî Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu tarafından onaylanmış ve yayımlanmış 2023-2024 eğitim öğretim yılında okutulan ortaokul fen bilimleri ders kitapları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmadaki ders kitapları 2018 yılında TTKB tarafından kabul edilen kazanımlar çerçevesinde hem devlet hem de özel yayınevleri tarafından hazırlanmış Türkiye'nin her yerinde okutulan kitaplardır. İlgili ders kitaplarındaki tüm içerikler SKA doğrultusunda ele alınmıştır. Bu doğrultuda içerik olarak metinler, görseller, tablolar, grafikler, etkinlikler ve değerlendirmede yer alan unsurlar olarak incelenmiştir. Araştırmada incelenen ders kitapları bilgileri Tablo 1'de belirtilmiştir:

Tablo 1
Veri Toplama Araçları

Kitap Kodu	Kitabın Adı	Yayınevi Türü	Yazar Bilgisi
FBDK5	Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 5. Sınıf Ders Kitabı	Devlet	Akter, S., Arslan, H.B. & Şimşek M. (2019)
FBDK6	Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 6. Sınıf Ders Kitabı	Devlet	Demirçalı, S. & Alkan, B. (2022)
FBDK7	Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 7. Sınıf Ders Kitabı	Devlet	Akdemir, E. & Çetin Atasoy, D. (2021)
FBDK8	Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 8. Sınıf Ders Kitabı	Özel	Yancı (2019)

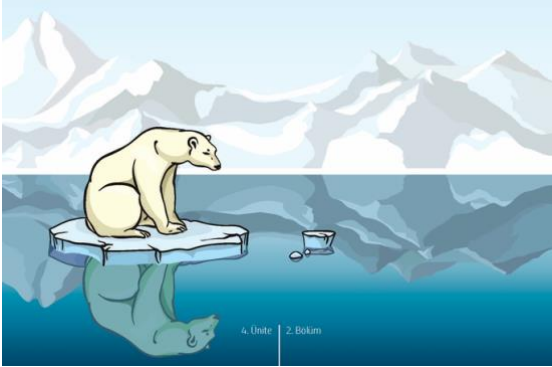
Verilerin Analizi

Araştırma deseni belirli bir olgunun varlığını ve yaygınlığını anlamak için mevcut ders kitaplarını inceleyerek nitel verilerin zenginleştirilmesi ve yorumlanmasını hedeflemektedir. Bu çalışmada ders kitaplarının analizi hem içerik hem de betimsel bağlamda ele alınarak sürdürülebilir kalkınma amaçlarıyla ne ölçüde uyumlu oldukları belirlenen kriterler üzerinden incelenmiştir. İçerik analizi yazılı, sözlü veya görsel iletişim materyallerini sistematik bir şekilde inceleyerek belirli temalar, kalıplar ve anlamlar çıkarmaya yönelik nitel ve nicel yöntemleri içeren bir araştırma tekniğidir (Krippendorff, 2018). Betimsel analiz ise araştırmacının belirli bir olgu, durum veya veri kümesi hakkında ayrıntılı bir tanımlama yaptığı ve elde edilen bulguları belirli temalar çerçevesinde organize ettiği bir analiz yöntemidir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Veri analizi iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı yapılmıştır. Uyum yüzdesi hesaplanırken uyumlu kod sayısı ile toplam kod sayısı bölünmüş ve yüz ile çarpılarak uyum yüzdesi %90 bulunmuştur. SKA kapsamında 17 ana ve alt hedefler ekte verilmiştir. Aşağıdaki örnek bir görselin SKA ile nasıl ilişkilendirildiği analiz sürecini betimlemek için verilmiştir.



FBDK5 sayfa 95’de bulunan görselle amaç 1 yoksulluğa son maddesinin 1.4. hedefinde bulunan kırılgan durumdaki insanların temel hizmetlere eşit erişim hakkına sahip olmalarının güvence altına alınması kısmı görsel kullanarak analiz edilmiştir.

Örnekte görüldüğü gibi kitapta yer alan görsel öncelikle SKA’ı kapsamında olup olmadığı belirlenmiş daha sonra hangi alt amaçlar ile birebir ilişkili olduğuna karar verilmiştir. Birçok durumda bir görsel veya unsur birden fazla SKA amaç ve alt amacı ile ilişkilendirilmiştir. Örneğin FBDK5 ders kitabındaki buz üzerinde kalmış kutup ayısı görseli 3 farklı alt amaçla ilişkilendirilmiştir.



FBDK5 sayfa 136’da yer alan görsel SKA ile ilişkilendirildiğinde aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

Temiz su ve sanitasyon 6.6. hedefi: Su ekosistemlerinin korunması ve düzeltilmesi

İklim eylemi 13.3. hedefi: İklim değişikliğiyle mücadele için bilgi ve kapasitenin geliştirilmesi

Sudaki yaşam 14.2. hedefi: Ekosistemlerin korunması ve düzeltilmesi

Bu basamaktan sonra SKA amaçlarındaki her bir unsur frekans olarak hesaplanarak toplamı bulgulara tablo şeklinde belirtilmiştir.



FBDK6 sayfa 21’de Göktürk-1 uydusunun görseli amaç 9 sanayi, yenilikçilik ve altyapının 9.5. hedefinden araştırma-geliştirme alanında çalışan kişi sayısının, kamu araştırmalarının, özel araştırmaların ve hükümet harcamalarının önemli ölçüde artırılması yoluyla bilimsel araştırmanın geliştirilmesi ve sanayi sektörlerinin teknolojik yetkinliklerinin genişletilmesini içermektedir.

BULGULAR

Ortaokul fen bilimleri dersi dört farklı seviyede ele alındığından çalışmanın bulguları sınıf seviyesi ile 17 SKA ile ilişkisi açısından ele alınmıştır. Hem sınıf seviyesinde hem de ünite bazlı yapılan analizlerde ünite içerisinde her bir SKA’nın ele alınıp alınmadığı, alındı ise ne tür unsurlarla belirlendiği tablolar ve örnekler ile incelenmiştir. Ayrıca ders kitaplarında ilgili SKA ile ilişkilendirilen örnek görseller verilmiştir. Son olarak incelenen tüm fen bilimleri ders kitaplarındaki bulgular SKA çerçevesinde karşılaştırılmıştır.

5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Bulgular

5.sınıf fen bilimleri ders kitabında sürdürülebilir kalkınmanın amaçları ünite bazında incelenmiştir. Bu sınıf seviyesindeki ders kitabının inceleme sonuçlarına göre elde edilen veriler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablodaki **+** işaretleri ilgili ünite SKA’nı içerdiğini gösterirken, **—** işareti ilgili ünite SKA’nın hiçbir bölümde alt amaçlar dahil ele alınmadığını göstermektedir.

Elde edilen bulgulara göre 5. sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan yedi ünite SKA’nın farklı boyutlarına katkı sağlamaktadır. Kitaptaki ünitelerden özellikle 6. ünite (İnsan ve Çevre), toplamda 16 kez ilişkilendirilmiş amaç ile SKA’lara en fazla katkıda bulunan bölüm olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca 2.ünite (Canlılar Dünyası) ve 3. ünite (Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme) SKA’larının çoğunluğunu içermektedir. Genel olarak “nitelikli eğitim”, “toplumsal cinsiyet eşitliği”, “insana yakışır iş ve ekonomik büyüme”, “sanayi-yenilikçilik ve altyapı gibi hedefler” ve “barış, adalet ve güçlü kurumlar” yedi kez her ünite vurgulanarak önemli bir yer tutmaktadır. Buna karşın “eşitsizliklerin azaltılması” ve “yoksulluğa son” gibi hedeflere daha az yer verilmiştir. Tablodan, ünitelerin SKA’lar ile entegre bir şekilde tasarlandığı ancak bazı amaçların (örneğin iklim eylemi, karasal yaşam, sudaki yaşam) sınırlı şekilde ele alındığı anlaşılmaktadır. Bu dağılım öğretim programında çevre, enerji ve sosyal sorumluluk konularının önemini yansıtmaktadır.

Tablo 2

5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabında Ünite Bazlı SKA İçeriği

	1.Ünite: Güneş, Dünya ve Ay	2.Ünite: Canlılar Dünyası	3.Ünite: Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme	4.Ünite: Madde ve Değişim	5.Ünite: Işık Yayılması	6.Ünite : İnsan ve Çevre	7.Ünite: Elektrik Devre Elemanları	Toplam
Yoksulluğa son	—	—	+	—	—	+	—	2
Açlığa son	—	+	—	+	—	+	—	3
Sağlıklı ve kaliteli yaşam	—	+	—	+	+	+	—	4
Nitelikli eğitim	+	+	+	+	+	+	+	7
Toplumsal cinsiyet eşitliği	+	+	+	+	+	+	+	7
Temiz su ve sanitasyon	—	+	—	+	—	+	—	3
Erişilebilir ve temiz enerji	+	—	—	+	—	+	+	4

İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme	+	+	+	+	+	+	+	7
Sanayi-yenilikçilik ve altyapı	+	+	+	+	+	+	+	7
Eşitsizliklerin azaltılması	—	—	+	—	—	—	—	1
Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar	—	—	+	+	—	+	+	4
Sorumlu üretim ve tüketim	+	+	—	—	—	+	+	4
İklim eylemi	—	—	—	+	—	—	—	1
Sudaki yaşam	—	—	+	+	—	+	—	3
Karasal yaşam	—	+	+	—	—	+	—	3
Barış, adalet ve güçlü kurumlar	+	+	+	+	+	+	+	7
Amaçlar için ortaklıklar	+	+	—	—	—	+	+	4
Toplam	8	11	10	12	6	16	9	

Toplumsal cinsiyet eşitliği amacı kapsamında ünitelerdeki kız-erkek görselleri ve kız-erkek isimleri incelendiğinde bulgular Tablo 3’de verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, 5. sınıf Fen Bilimleri ders kitabında toplumsal cinsiyet eşitliği bağlamında kız ve erkek isimleri ile görselleri arasında dengesizlik olduğu görülmektedir. Genel olarak ünitelerde erkek isimleri ve görselleri, kız isimleri ve görsellerine kıyasla daha fazla yer almaktadır. Özellikle 3. ünite’de erkek görsellerinin sayısı (14 tane), kız görsellerine (3 tane) oranla oldukça yüksektir. Benzer şekilde, 5. ünite’de erkek isimlerinin sayısı (7 isim), kız isimlerinden (5 isim) fazladır. Buna karşın, bazı ünitelerde kız ve erkek görsellerinin sayısı dengeli bir şekilde dağılmıştır (örneğin, 1. ünite). Bu durum, toplumsal cinsiyet eşitliği perspektifinden ele alındığında, kızların temsiline artırılması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 3

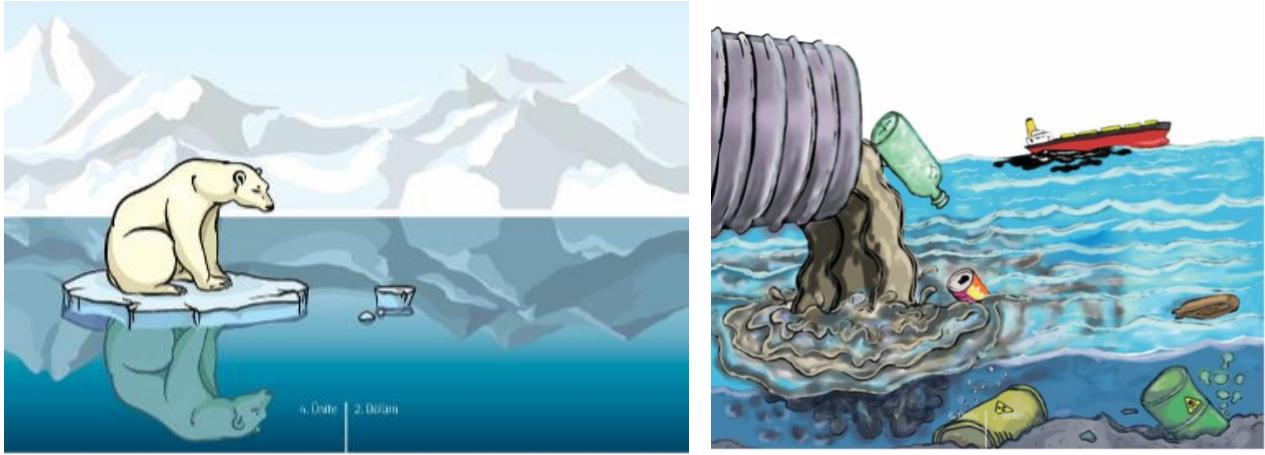
5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Kız ve Erke İsimleri ile Görsel Sayısı

	Kız ismi (Sayısı ve İsimleri)	Kız Görseli Sayısı	Erkek ismi (Sayısı ve İsimleri)	Erkek Görseli Sayısı
1.ünite	1 – Aynur	5 tane	3 – Mustafa, Ali, Murat	4 tane
2.ünite	2 – Selin, Merve	1 tane	4- Alp, Ali, Selim, Ali	1 tane
3.ünite	4- Öykü, Azra, Zeynep, Naz	3 tane	4- Onur, Ahmet, Ali, Onur	14 tane
4.ünite	4- Elif, Irmak, Ayşe, Ayçin	3 tane	6- Özkan, Ege, Tuna, Oğuz, Arif, Selim	5 tane
5.ünite	5- Zeynep, Ayşe, Ayşe, Pelin, Merve	5 tane	7- Osman, Fatih, Akif, Ali, Ahmet, Mehmet, Tolga	9 tane
6.ünite	1- Elif	4 tane	1-Samet	8 tane
7.ünite	2- Ayşegül, Zeynep	2 tane	5- Yılmaz, Emin, Emin, Mevlüt, Yılmaz	3 tane

Diğer SKA ile ilgili ders kitabında bulunan görsellerden bazıları aşağıda verilmiştir. Bu görseller farklı alt amaçlarla ilişkilendirilmiştir. Şekil 2’deki görselde yer alan kutup ayısının eriyen bir buz parçası üzerinde tasvir edilmesi SKA kapsamında değerlendirildiğinde önemli mesajlar içermektedir. Temiz Su ve Sanitasyon (6.6) hedefi, su ekosistemlerinin korunması ve düzeltilmesini vurgulamaktadır. Buzulların erimesi, tatlı su rezervlerinin azalması ve ekosistemdeki dengenin bozulması gibi ciddi sonuçlara yol açmaktadır. İklim Eylemi (13.3) hedefi ise, iklim değişikliğiyle mücadele için bilgi ve kapasitenin artırılmasını amaçlamaktadır; bu bağlamda görsel buzulların erimesine neden olan küresel ısınma konusunda farkındalık yaratmaktadır. Son olarak Sudaki Yaşam (14.2) hedefi, okyanus ve deniz ekosistemlerinin korunmasını içermekte olup, kutup bölgelerindeki yaşam alanlarının bozulmasının deniz ekosistemlerinde zincirleme etkiler yaratabileceğine dikkat çekmektedir. Görsel, bu hedeflerle uyumlu bir şekilde, iklim değişikliğinin etkilerini ve ekosistemlerin korunmasının önemini güçlü bir şekilde ifade etmektedir.

Şekil 2

5. Sınıf Ders Kitabındaki SKA ile İlişkili Örnek Görseller (s. 136 ve s.224)



İkinci görsel okyanusların ve tatlı su kaynaklarının kirliliğine dikkat çekerek birden fazla SKA ile ilişkilendirilmiştir. Açlığa Son (2.4) hedefi, sürdürülebilir tarım uygulamalarıyla doğal kaynakların korunmasını teşvik eder; ancak su ekosistemlerindeki kirlilik, sucul yaşamı ve tarımda kullanılabilecek temiz su kaynaklarını tehdit etmektedir. Temiz Su ve Sanitasyon (6.1, 6.3, 6.4, 6.6) hedefleri, tüm bireyler için temiz suya erişim sağlama, su kirliliğini azaltma ve su ekosistemlerini koruma çağrısında bulunmaktadır. Görseldeki kirlilik, bu hedeflere ulaşmada karşılaşılan zorluklara işaret etmektedir. İnsana Yakınsır İş ve Ekonomik Büyüme (8.4) hedefi, ekonomik faaliyetlerin çevresel etkilerinin azaltılmasını gerektirir; bu bağlamda sanayi ve taşımacılık kaynaklı kirlilik, görselde ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki dengenin bozulduğunu göstermektedir. Sorumlu Üretim ve Tüketim (12.2, 12.4) hedefleri, üretim ve tüketim süreçlerinde çevreye verilen zararın azaltılmasını savunurken, görsel, bu hedeflere uyumsuzluğu açıkça yansıtmaktadır. Son olarak, Sudaki Yaşam (14.1, 14.2, 14.3, 14.5) hedefleri, deniz ekosistemlerinin korunmasını ve kirliliğin önlenmesini amaçlar; görseldeki plastik ve kimyasal atıklar ise bu ekosistemler üzerindeki tehdidi net şekilde ortaya koymaktadır. Görsel, su kaynaklarının sürdürülebilirliği için harekete geçme gerekliliğini güçlü bir şekilde vurgulamaktadır.

6. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Bulgular

6. sınıf fen bilimleri ders kitabında öncelikle SKA ünite bazı olarak incelenmiş ve tablolastırılmıştır. Tablo 4 incelendiğinde SKA ile ünitelerde ilişkili bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Özellikle 4. ünite (Madde ve Isı) 15 kez ilişkilendirilen amaç ile en yüksek katkıyı sağlamaktadır. Buna karşılık, 2. ünite (Vücudumuzdaki Sistemler) ve 7. ünite (Elektriğin İletimi) üniteleri 6 ve 7 ilişkilendirme ile daha sınırlı bir katkı sunmaktadır. SKA'lar arasında “nitelikli eğitim” ve “insana yakınsır iş ve ekonomik büyüme” hedefleri yedi kez vurgulanarak öne çıkarken, “açlığa son”, “iklim eylemi”, “sudaki yaşam” ve “karasal yaşam” gibi hedeflerin oldukça az ele alındığı görülmektedir. Bu durum öğretim programının daha çok bilimsel altyapıya ve eğitim niteliğine odaklandığını, çevresel ve ekolojik hedeflerin ise sınırlı bir yer bulduğunu göstermektedir. Toplumsal cinsiyet eşitliği, temiz enerjiye erişim ve sürdürülebilir şehirler gibi hedefler, belirgin şekilde bazı ünitelerde işlenmiş olup diğer ünitelerde ele alınmamıştır. Örneğin, 4. ünite (Madde ve Isı) ve 6. ünite (Vücudumuzdaki Sistemler ve Sağlığı) toplumsal cinsiyet eşitliği ve sağlık gibi temaları kapsayarak dikkat çekerken, diğer bazı ünitelerde bu hedeflere daha az vurgu yapılmıştır. Genel olarak tablodan anlaşıldığı üzere SKA'ların ders kitabında yer aldığını ancak hedeflerin dengeli bir şekilde dağılmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum öğretim programında SKA'ların daha kapsayıcı bir şekilde entegre edilmesi gerektiğini işaret etmektedir.

Tablo 4**6. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabında Ünite Bazlı SKA İçeriği**

	1.Ünite: Güneş, Sistemler ve Tutulmalar	2.Ünite: Vücudumuzdaki Sistemler	3.Ünite: Kuvvet ve Hareket	4.Ünite: Madde ve Isı	5.Ünite: Ses ve Özellikleri	6.Ünite: Vücudumuzdaki Sistemler ve Sağlığı	7.Ünite: Elektriğin İletimi	Toplam
Yoksulluğa son	—	+	—	—	—	+	—	2
Açlığa son	—	—	—	+	—	—	—	1
Sağlıklı ve kaliteli yaşam	—	+	—	+	—	+	—	3
Nitelikli eğitim	+	+	+	+	+	+	+	7
Toplumsal cinsiyet eşitliği	+	—	+	+	+	—	+	5
Temiz su ve sanitasyon	—	—	—	—	—	—	—	0
Erişilebilir ve temiz enerji	—	—	—	+	—	—	+	2
İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme	+	+	+	+	+	+	+	7
Sanayi- yenilikçilik ve altyapı	+	+	+	+	+	+	+	7
Eşitsizliklerin azaltılması	—	—	—	+	+	—	—	2
Sürdürülebilir şehirlere ve topluluklar	+	—	—	+	+	+	—	4
Sorumlu üretim ve tüketim	—	—	—	+	—	—	+	2
İklim eylemi	—	—	—	+	—	—	—	1
Sudaki yaşam	—	—	—	+	+	—	—	2
Karasal yaşam	—	—	—	+	+	—	—	2
Barış, adalet ve güçlü kurumlar	+	+	+	+	+	+	+	7
Amaçlar için ortaklıklar	+	—	—	+	+	—	—	3
Toplam	7	6	5	15	10	7	7	

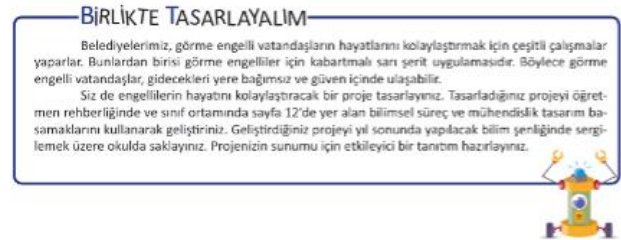
Barış, adalet ve güçlü kurumlar amacının alt hedeflerinde olan “bilgiye kamu erişiminin sağlanması ve temel özgürlüklerin korunması” hedefi tüm ünitelerde içeriyor olarak kabul edilmiştir. Kabul edilmesinin sebebi hedefin içeriğine bakıldığında fen bilimleri ders kitaplarının bilgiye kamu erişimi sağlaması hedefini yerine getirdiğinden dolayı bu ünite de barış, adalet ve güçlü kurumların bu hedefini içermektedir şeklinde kabul edilmiştir. Ünite bazında en az bulunan SKA ise temiz su ve sanitasyondur. Bu amaç hiçbir ünite de bulunamamıştır.

Tablo 5 incelendiğinde, 6. sınıf fen bilimleri ders kitabında toplumsal cinsiyet eşitliği bağlamında kız ve erkek isimleri ile görselleri arasında dengesizlik olduğu görülmektedir. Genel olarak erkek görsellerinin sayısı kız görsellerine kıyasla daha fazla yer almakta, örneğin 3. ünite’de erkek görselleri (15 tane), kız görsellerinden (7 tane) belirgin şekilde fazladır. Ayrıca, bazı ünitelerde yalnızca bir cinsiyetin görselleri bulunmaktadır; örneğin 1. ünite’de hem kız hem de erkek görselleri yer almamaktadır. İsimler açısından bakıldığında ise kız isimlerinin genelde daha fazla çeşitlilik gösterdiği ancak görsel temsilde bu çeşitliliğin yansıtılmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum toplumsal cinsiyet eşitliği perspektifinden ele alındığında, kadın ve erkeklerin ders kitaplarında dengeli bir şekilde temsil edilmediğini ve cinsiyet eşitliğinin görsel ve içerik düzeyinde daha güçlü bir şekilde yansıtılması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 5**6. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Kız ve Erken İsimleri ile Görsel Sayısı**

	Kız ismi (Sayısı ve İsimleri)	Kız Görseli Sayısı	Erkek ismi (Sayısı ve İsimleri)	Erkek Görseli Sayısı
1.ünite	4 – Ayşe, Serpil, Ayşe, Ceren	0	3- Arda, Çağlar, Barış	0
2.ünite	1 – Nisa	7 tane	2- Orçun, Sami	9 tane
3.ünite	5 – Zeynep, Betül, Ceylin, Nilüfer, Elif	7 tane	3 – Anıl, Onur, Efe	15 tane
4.ünite	1- Ayşe	0	1-Ahmet	0
5.ünite	5 - Damla, Beril, Ayşe, Aylin, Ayşe	2 tane	6 – İbrahim, Kerem, Gökay, Umut, Serhat, Ali	2 tane
6.ünite	4 – Nisa, Ayşe, Beril, Fatma	16 tane	0	16 tane
7.ünite	4 – Aylin, Esin, Şeyma, Ebru	1tane	4 – Mert, Mehmet, Muammer, Engin	2 tane

Ders kitabındaki görsellerden bazı örnekler şekil 3’de verilmiştir. Birinci görsel, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını vurgulayarak birçok SKA ile ilişkilendirilmiştir. Erişilebilir ve Temiz Enerji (7.2) hedefi, enerji üretiminde yenilenebilir kaynakların payını artırmayı amaçlar; görseldeki güneş panelleri ve rüzgar türbinleri, bu hedef doğrultusunda önemli teknolojileri temsil etmektedir. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme (8.4) hedefi ise ekonomik büyümenin çevresel etkilerini azaltmayı teşvik ederken, yenilenebilir enerji kullanımı ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı (9.4) hedefi kapsamında, karbon emisyonlarının azaltılmasını destekleyen çevre dostu teknolojiler ön plana çıkarılmaktadır; görseldeki sistemler, sanayi ve altyapının sürdürülebilir dönüşümüne işaret etmektedir. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar (11.6) hedefi, şehirlerdeki hava kalitesinin artırılmasını ve atık yönetiminin geliştirilmesini içerir; yenilenebilir enerji kullanımı, şehirlerin çevresel ayak izini azaltmada kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, Sorumlu Üretim ve Tüketim (12.2, 12.4, 12.c) hedefleri, doğal kaynakların verimli kullanımı ve fosil yakıtlara verilen sübvansiyonların azaltılması gibi konuları ele almaktadır. Görsel, yenilikçi enerji çözümleriyle çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılabilirliğine dair güçlü bir mesaj iletmektedir.

Şekil 3**6. Sınıf Ders Kitabındaki SKA ile İlişkili Örnek Görseller (s.138 ve s.192)**

Metin içeren ikinci görsel toplumsal faydayı artırmak ve engelli bireylerin yaşam kalitesini yükseltmek amacıyla tasarlanan projelerin önemini vurgulamakta ve farklı sayıda SKA ile ilişkilendirilmiştir. Yoksulluğa Son (1.3, 1.4) hedefleri, tüm bireylerin sosyal koruma sistemlerinden faydalanmasını ve temel hizmetlere erişiminin sağlanmasını amaçlar; görselde görme engelli bireylerin bağımsız bir şekilde hareket edebilmesi için yapılan çalışmalar, bu hedeflerin bir yansımasıdır. Nitelikli Eğitim (4.4) hedefi, bireylerin bilimsel ve teknik beceriler kazanmasını teşvik eder; projede öğrencilerin mühendislik ve tasarım becerileri geliştirilmektedir. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme (8.2, 8.3) hedefleri, yenilikçiliği ve küçük ölçekli girişimleri destekleyerek ekonomik büyümeyi teşvik eder; bu bağlamda öğrencilerin yaratıcı projeler üretmesi, ekonomik ve toplumsal kalkınmaya katkıda bulunabilir. Eşitsizliklerin Azaltılması (10.2) hedefi, engelli bireylerin sosyal, ekonomik ve siyasi katılımlarını artırmayı vurgular; görseldeki çalışmalar, bu hedefle uyumlu olarak, görme engelli bireylerin yaşamını kolaylaştırmaya yöneliktir. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar (11.2, 11.3, 11.7) hedefleri ise herkes için erişilebilir, güvenli ve sürdürülebilir şehirlerin

oluşturulmasını kapsar. Görseldeki proje fikri, şehir planlamasında kapsayıcı bir yaklaşımın önemini ve sürdürülebilir kalkınmanın toplumsal boyutunu gözler önüne sermektedir.

7. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Bulgular

7. sınıf fen bilimleri ders kitabında sürdürülebilir kalkınmanın amaçları ünite bazında incelenmiş ve bulgular tablo 6'da verilmiştir. Tablo incelendiğinde, 7. sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan ünitelerin SKA ile ilişkilendirilmesinde belirgin bir dağılım olduğu görülmektedir. Toplamda 17 SKA'nın yalnızca bir kısmına odaklanılmış olup, bazı amaçlar yoğun bir şekilde ele alınırken diğerleri sınırlı bir şekilde işlenmiştir. Özellikle 4. ünite (Saf Madde ve Karışımlar), 15 kez ilişkilendirme ile en yüksek katkıyı sağlayan ünite olarak öne çıkmaktadır. SKA'lar arasında "nitelikli eğitim" (7 ilişkilendirme) ve "sanayi-yenilikçilik ve altyapı" (7 ilişkilendirme) gibi hedefler ön planda yer alırken, "sudaki yaşam", "iklim eylemi" ve "açlığa son" gibi çevresel ve sosyal odaklı hedefler daha az yer bulmuştur. Bu dağılım, fen bilimleri ders kitabında SKA'lara katkısının daha çok bilimsel bilgi, eğitim ve yenilikçilik gibi alanlara yoğunlaştığını göstermektedir. Buna karşın, çevresel sürdürülebilirlik ve eşitlik odaklı hedeflerin yeterince ele alınmadığı dikkat çekmektedir. Çevresel odaklı hedeflerin (örneğin, "karasal yaşam" ve "iklim eylemi") daha fazla entegre edilmesi, kitabın sürdürülebilirlik anlayışını genişletmek için önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu durum SKA'lar ile ilgili dengeli bir eğitim materyali geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Tablo 6

7. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabında Ünite Bazlı SKA İçeriği

	1.Ünite: Güneş, Sistemi ve Ötesi	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	3.Ünite: Kuvvet ve Enerji	4.Ünite: Saf Madde ve Karışımlar	5.Ünite: Işığında Madde ile Etkileşimi	6.Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme Gelişme	7.Ünite: Elektrik Devreleri	Toplam
Yoksulluğa son	—	—	+	+	—	—	—	2
Açlığa son	—	+	—	—	—	+	—	2
Sağlıklı ve kaliteli yaşam	—	+	+	+	—	+	—	4
Nitelikli eğitim	+	+	+	+	+	+	+	7
Toplumsal cinsiyet eşitliği	+	+	—	+	—	+	—	4
Temiz su ve sanitasyon	—	—	—	+	—	—	—	1
Erişilebilir ve temiz enerji	—	—	+	+	+	—	—	3
İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme	+	+	+	+	+	—	+	6
Sanayi-yenilikçilik ve altyapı	+	+	+	+	+	+	+	7
Eşitsizliklerin azaltılması	+	—	—	+	—	—	—	2
Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar	—	—	+	+	+	—	—	3
Sorumlu üretim ve tüketim	+	—	+	+	+	—	—	4
İklim eylemi	—	—	—	—	—	—	—	0
Sudaki yaşam	—	—	—	+	—	—	—	1
Karasal yaşam	—	+	+	+	+	+	—	5
Barış, adalet ve güçlü kurumlar	+	+	+	+	+	+	+	7
Amaçlar için ortaklıklar	+	+	—	+	—	—	—	3
Toplam	8	9	10	15	8	7	4	

Tabloya göre, 7. sınıf fen bilimleri ders kitabında toplumsal cinsiyet eşitliği perspektifinden kız ve erkek isimleri ile görselleri arasında belirgin bir dengesizlik bulunmaktadır. Bazı ünitelerde yalnızca bir cinsiyetin temsil edildiği görülmektedir; örneğin, 1. ünite'de erkek görsellerine yer verilmişken, kız görselleri

bulunmamaktadır. Benzer şekilde 4. ünite’de yalnızca erkek isimleri (Engin, Eymen) yer almakta ancak kız isimlerine ve görsellerine yer verilmemiştir. Genel olarak, kız görselleri ve isimleri daha sınırlı sayıda yer alırken, erkek görselleri daha fazla temsil edilmiştir; örneğin, 3. ünite’de erkek görselleri (9 tane), kız görsellerinden (3 tane) belirgin şekilde fazladır. Bu durum, toplumsal cinsiyet eşitliği hedefi açısından önemli bir temsil eksikliğine işaret etmekte ve ders kitabı içeriklerinde daha dengeli bir cinsiyet temsiline ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Tablo 7

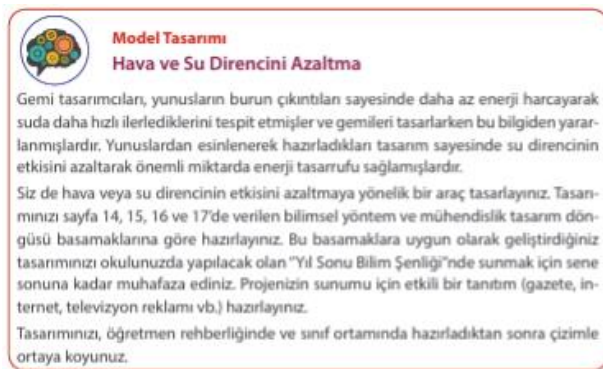
7. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Kız ve Erkek İsimleri ile Görsel Sayısı

	Kız ismi (Sayısı ve İsimleri)	Kız Görseli Sayısı	Erkek ismi (Sayısı ve İsimleri)	Erkek Görseli Sayısı
1.ünite	0	3 tane	0	3 tane
2.ünite	1- Özge	5 tane	1-Mehmet	6 tane
3.ünite	0	3 tane	0	9 tane
4.ünite	2- Merve, Elif	0	2- Engin, Eymen	0
5.ünite	2- Azra, Sıla	6 tane	1-Onur	2 tane
6.ünite	1- Ayşe	1 tane	0	1 tane
7.ünite	0	0	0	0

Ders kitabındaki görsellerden bazı örnekler şekil 4’de verilmiştir. Birinci metin içeren görselde yer alan model tasarımı etkinliği, öğrencilere mühendislik tasarım sürecini öğretirken aynı zamanda çeşitli SKA ile ilişkilendirilmiştir. Nitelikli Eğitim (4.4) hedefi, bireylerin teknik ve mesleki becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır; etkinlikte öğrenciler, mühendislik ve problem çözme becerilerini uygulamalı olarak geliştirme fırsatı bulmaktadır. Erişilebilir ve Temiz Enerji (7.3, 7.a) hedefleri, enerji verimliliğini artırmayı ve yenilikçi enerji çözümlerini teşvik etmeyi vurgular; bu tasarım, hava ve su direncini azaltarak enerji tüketimini en aza indirme üzerine odaklanmıştır. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme (8.2, 8.3) hedefleri ise yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi yoluyla ekonomik büyümeyi teşvik eder; etkinlik, öğrencilerin yenilikçi ve sürdürülebilir tasarımlar üretme kapasitesini artırmaktadır. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı (9.5) hedefi, bilimsel araştırmayı güçlendirmeyi ve teknolojik gelişimi teşvik etmeyi amaçlar; etkinlik, bu hedef doğrultusunda öğrencilere mühendislik temelli çözümler geliştirme fırsatı sunmaktadır. Son olarak, Karasal Yaşam (15.6) hedefi, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını destekler; enerji verimliliğini artırmaya yönelik bu tür tasarımlar, çevresel kaynakların korunmasına katkıda bulunabilir. Bu etkinlik, sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekleyen uygulamalı bir öğrenme deneyimi sağlamaktadır.

Şekil 4

7. Sınıf Ders Kitabındaki SKA ile İlişkili Örnek Görseller (s.100 ve s.135)



İkinci görsel dünya üzerindeki çevre kirliliğinin küresel boyutlarına dikkat çekerek, birçok SKA ile ilişkilendirilmiştir. Yoksulluğa Son (1.5) hedefi, doğal afetler ve çevresel krizler karşısında toplumların dayanıklılığını artırmayı amaçlar; görsel, çevre kirliliğinin yoksul toplumlar üzerindeki olumsuz etkilerini de yansıtmaktadır. Temiz Su ve Sanitasyon (6.1, 6.3, 6.4, 6.5) hedefleri, herkes için temiz suya erişim sağlamayı ve su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde yönetimini vurgular; okyanuslardaki plastik kirliliği, bu hedeflere ulaşılmasını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Erişilebilir ve Temiz Enerji (7.a, 7.b) hedefleri, yenilenebilir enerji çözümlerini ve çevre dostu enerji altyapılarını teşvik eder; çevre kirliliğinin enerji üretim süreçlerinde daha sürdürülebilir teknolojilere geçiş ihtiyacını gösterdiği açıktır. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme (8.4) ve

Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı (9.4, 9.5) hedefleri, ekonomik faaliyetlerin çevresel etkilerini en aza indirmeyi ve yenilikçi çözümlerle sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi içerir. Eşitsizliklerin Azaltılması (10.2) hedefi, çevresel kaynaklara erişimdeki eşitsizliklerin giderilmesine odaklanır. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar (11.3, 11.6) hedefleri, şehirlerin çevreye duyarlı bir şekilde yönetimini gerektirir; görsel, bu konuda küresel düzeyde yapılması gerekenleri ortaya koymaktadır. Sorumlu Üretim ve Tüketim (12.2, 12.4, 12.5, 12.6, 12.a) hedefleri, kaynakların daha verimli kullanımını, atıkların azaltılmasını ve çevre dostu üretim süreçlerini teşvik eder. Karasal Yaşam (15.a) hedefi, çevre koruma projelerine yönelik finansal desteklerin artırılmasını vurgular. Son olarak, Amaçlar İçin Ortaklıklar (17.6, 17.7) hedefleri, çevresel sorunların çözümü için uluslararası iş birliğinin gerekliliğini ön plana çıkarır. Görsel, çevre kirliliğiyle mücadelede küresel ölçekte acil bir dayanışma ve eylem gerekliliğini açıkça yansıtmaktadır.

8. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Bulgular

8.sınıf fen bilimleri ders kitabında SKA ünite bazında incelenmiş ve bulgular aşağıdaki tablo 8’de verilmiştir. Toplamda görüldüğü gibi 17 SKA’nın yalnızca bir kısmı belirgin şekilde kitapta vurgulanmıştır. Özellikle 6. ünite (Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi) 16 kez ilişkilendirme ile en yüksek katkıyı sağlayan ünite olarak öne çıkmaktadır. SKA’lar arasında “nitelikli eğitim” ve “toplumsal cinsiyet eşitliği” hedefleri (7 ilişkilendirme) ön plana çıkarken, “sudaki yaşam” ve “iklim eylemi” gibi çevresel odaklı hedeflerin sınırlı bir şekilde işlendiği dikkat çekmektedir. Bu durum ders kitabının ağırlıklı olarak eğitim, altyapı ve sosyal eşitlik gibi konulara odaklandığını göstermektedir. Ayrıca, bazı ünitelerin belirli SKA’lara yoğun şekilde entegre edildiği diğerlerinin ise bu amaçlarla daha az ilişkilendirildiği görülmektedir. Örneğin, 4. ünite (Madde ve Endüstri) ve 7. ünite (Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi), SKA’lara 15 ve 10 kez ilişkilendirilmiştir; buna karşın, 1. ünite (Mevsimler ve İklim) yalnızca 1 kez ilişkilendirme ile en düşük katkıyı sunmuştur. Genel olarak çevresel ve ekolojik sürdürülebilirlik hedeflerinin müfredatta daha fazla entegre edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu tablo SKA’lar ile dengeli bir ders kitabı hazırlanmasının önemine işaret etmektedir.

Tablo 8

8. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabında Ünite Bazlı SKA İçeriği

	1.Ünite: Mevsimler ve İklim	2.Ünite: DNA ve Genetik Kod	3.Ünite: Basınç	4.Ünite: Madde ve Endüstri	5.Ünite: Basit Makineler	6.Ünite: Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi	7.Ünite: Elektrik Yükleri Elektrik Enerjisi	Toplam
Yoksulluğa son	—	—	—	—	+	—	—	1
Açlığa son	+	+	—	+	+	+	—	5
Sağlıklı ve kaliteli yaşam	+	+	+	+	+	+	—	6
Nitelikli eğitim	+	+	+	+	+	+	+	7
Toplumsal cinsiyet eşitliği	+	+	+	+	+	+	—	6
Temiz su ve sanitasyon	+	—	—	+	—	+	+	4
Erişilebilir ve temiz enerji	+	—	—	+	—	+	+	4
İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme	+	+	+	+	+	+	+	7
Sanayi-yenilikçilik ve altyapı	+	+	+	+	+	+	+	7
Eşitsizliklerin azaltılması	—	—	—	+	+	+	+	4
Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar	+	+	+	+	+	+	+	7
Sorumlu üretim ve tüketim	+	—	+	+	—	+	+	5
İklim eylemi	+	—	—	—	—	+	—	2
Sudaki yaşam	+	—	—	+	—	+	—	3
Karasal yaşam	+	+	—	+	—	+	+	5

Bariş, adalet ve güçlü kurumlar	+	+	+	+	+	+	+	7
Amaçlar için ortaklıklar	+	—	—	+	—	+	—	3
Toplam	15	9	8	15	10	16	10	

Tablo 9 incelendiğinde 8. sınıf Fen Bilimleri ders kitabında toplumsal cinsiyet eşitliği bağlamında kız ve erkek isimleri ile görselleri arasında dengesizlik olduğu görülmektedir. Genel olarak erkek görselleri ve isimleri kızlara kıyasla daha fazla yer tutmaktadır. Örneğin, 2. ünite’de erkek görsellerinin sayısı (10 tane), kız görsellerine (12 tane) yakın olmakla birlikte diğer ünitelerde bu denge sağlanamamıştır. Bazı ünitelerde kız isimlerine ve görsellerine hiç yer verilmemiştir; örneğin, 1. ünite’de yalnızca erkek görselleri (2 tane) yer alırken kız isimleri bulunmamaktadır. 4. ünite’de ise yalnızca erkek isimleri (4 tane) ve az sayıda erkek görseli (2 tane) yer almıştır. Kızların temsilinin görece yüksek olduğu 7. ünite’de kız isimleri (3 tane) ve görselleri (2 tane) erkeklerle eşit bir düzeyde yer almıştır. Bu tablo toplumsal cinsiyet eşitliği hedefi açısından içeriklerde kadınların temsiline yönelik eksikliklerin bulunduğunu ve daha dengeli bir yaklaşım gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 9

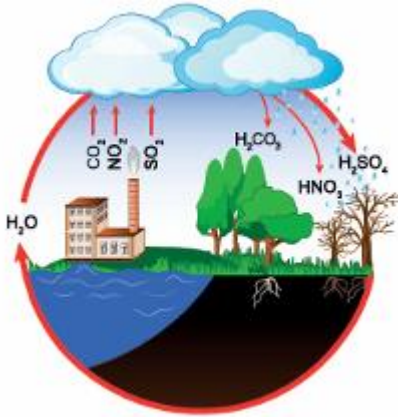
8. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Kız ve Erkek İsimleri ile Görsel Sayısı

Kız ismi (Sayısı ve İsimleri)		Kız Görseli Sayısı	Erkek ismi (Sayısı ve İsimleri)		Erkek Görseli Sayısı
1.ünite	0	1 tane	0		2 tane
2.ünite	2-Seher, İpek	12 tane	2-Ege, Ata		10 tane
3.ünite	1-Sema	3 tane	0		3 tane
4.ünite	0	3 tane	4- Erhan, Enes, İhsan, Ekin		2 tane
5.ünite	1-Hatice	1 tane	2-Ömer, Halis		8 tane
6.ünite	1-Canay	1 tane	0		5 tane
7.ünite	3- Defne, Emine, Zeynep	2 tane	2- Onur, Berat		1 tane

Ders kitabında yer alan şekil 5’deki görsel asit yağmurlarının oluşum sürecini göstererek insan faaliyetlerinin çevresel etkilerine dikkat çekmekte ve çeşitli Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile ilişkilendirilmektedir. Temiz Su ve Sanitasyon (6.3) hedefi, su kirliliğinin azaltılmasını ve atık yönetiminin iyileştirilmesini vurgular. Asit yağmurları, su kaynaklarını kirleterek bu hedefe ulaşılmasını zorlaştırmaktadır. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme (8.4) hedefi, ekonomik faaliyetlerin çevresel etkilerini azaltmayı amaçlar; görsel, çevreye zarar veren sanayi uygulamalarının çevresel maliyetlerini açıkça göstermektedir. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı (9.2, 9.4) hedefleri, sanayi faaliyetlerinin sürdürülebilir yöntemlerle gerçekleştirilmesini teşvik eder. Asit yağmurlarına neden olan emisyonların kontrol altına alınması, sürdürülebilir sanayi uygulamalarının geliştirilmesiyle mümkündür. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar (11.4, 11.6) hedefleri, şehirlerin çevresel etkilerini azaltmayı ve doğal varlıkları korumayı içermektedir. Asit yağmurları, ormanlar, tarım alanları ve su ekosistemleri üzerinde yıkıcı etkiler bırakarak bu hedeflere ulaşılmasını engelleyebilir. Sorumlu Üretim ve Tüketim (12.2, 12.4, 12.c) hedefleri ise kaynakların sürdürülebilir kullanımını ve çevreye zararlı kimyasalların emisyonlarının azaltılmasını teşvik eder. Görsel, üretim ve tüketim faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda görsel, çevre koruma ve sürdürülebilir kalkınma arasında güçlü bir bağ kurarak bu hedeflere ulaşma yolunda farkındalık yaratmaktadır.

Şekil 5

8. Sınıf Ders Kitabındaki SKA ile İlişkili Örnek Görseller (s.124)

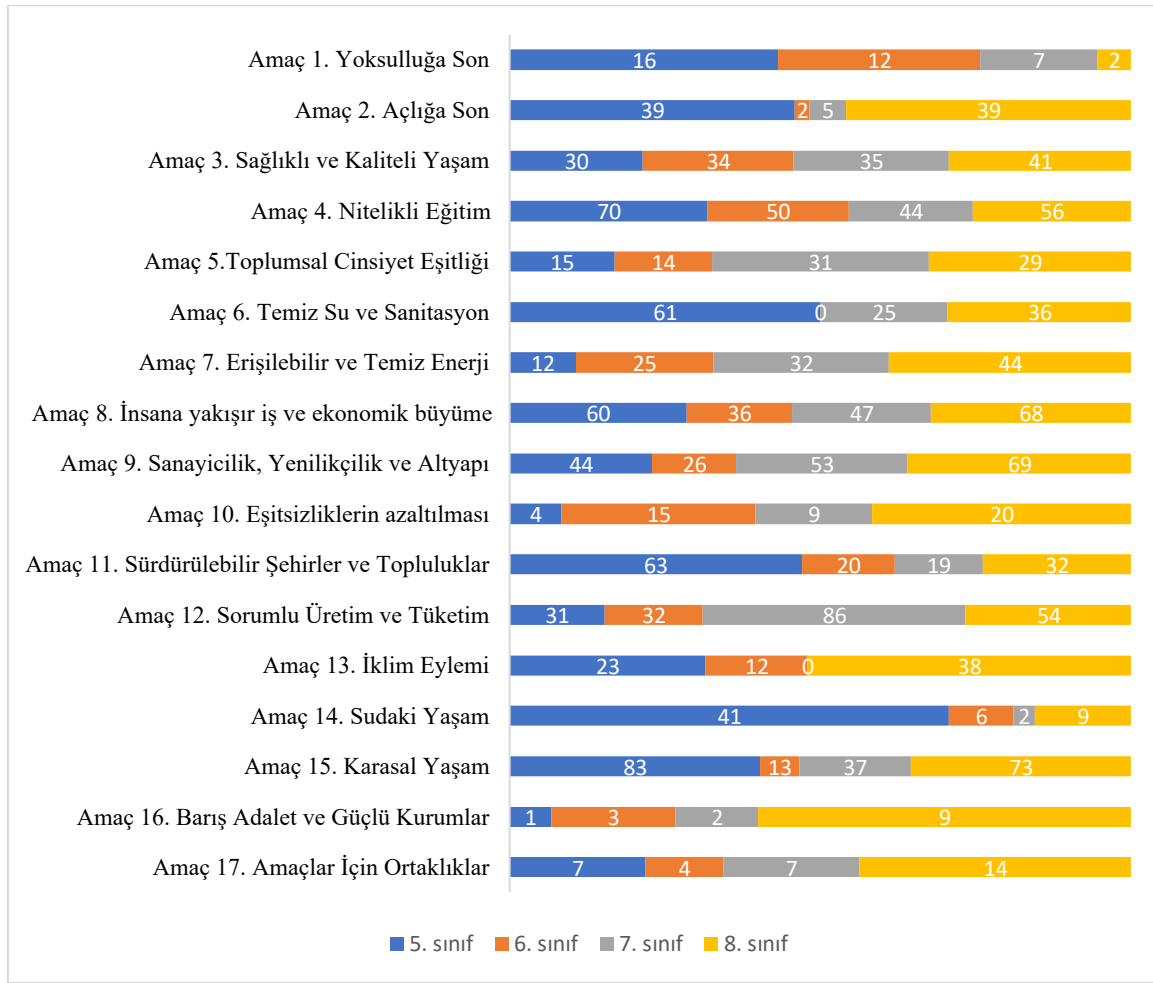


Görsel ormansızlaşmanın ve çevresel bozulmanın sonuçlarını çarpıcı bir şekilde yansıtarak, birçok Sürdürülebilir Kalkınma Amacı (SKA) ile ilişkilendirilmektedir. Temiz Su ve Sanitasyon (6.3) hedefi, su kaynaklarının korunmasını ve kirliliğin azaltılmasını amaçlarken, ormanların yok olması, su döngüsünü bozarak su kaynaklarının kirlenmesine ve azalmasına neden olmaktadır. İnsana Yakınsır İş ve Ekonomik Büyüme (8.4) hedefi, ekonomik büyümenin çevresel etkilerini azaltmayı vurgular; sürdürülebilir ormancılık uygulamaları, bu hedefe ulaşmada kritik öneme sahiptir. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı (9.2, 9.4) hedefleri, çevre dostu sanayi uygulamaları ve altyapı geliştirilmesini savunur; bu bağlamda ormanlık alanların korunması ve yenilikçi ormancılık teknolojilerinin kullanımı, çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar (11.4, 11.6) hedefleri, şehirlerin ve toplulukların çevre üzerindeki etkisini azaltmayı ve doğal alanları korumayı içerir. Orman kayıpları, bu hedeflere ulaşmayı zorlaştıran temel sorunlardan biridir. Sorumlu Üretim ve Tüketim (12.2, 12.4, 12.c) hedefleri, kaynakların sürdürülebilir kullanımını ve çevreye zararlı etkilerin azaltılmasını teşvik eder. Ormansızlaşmanın arkasında yatan sorumsuz üretim ve tüketim alışkanlıkları, bu hedeflerle doğrudan çelişmektedir. Karasal Yaşam (15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5) hedefleri ise karasal ekosistemlerin korunmasını, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesini ve ormansızlaşmanın önlenmesini içerir. Görsel, ekosistemlerin korunmasının aciliyetini ve sürdürülebilir kalkınmanın önemini güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır.

İncelenen Tüm Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Bulgular

Fen Bilimleri ders kitaplarında SKA'nın nasıl ele alındığını karşılaştırmalı olarak incelendiğinde her sınıf seviyesinin bazı amaçlara daha fazla odaklandığı, bazılarının ise sınırlı yer verdiği görülmektedir. "Nitelikli eğitim" (amaç 4), "toplumsal cinsiyet eşitliği" (amaç 5) ve "sanayi-yenilikçilik ve altyapı" (amaç 9) hedefleri, tüm sınıflarda en sık işlenen konular arasında yer almakta ve bu amaçlara yönelik içeriklerde güçlü bir vurgu yapılmaktadır. Bunun yanı sıra "sağlıklı ve kaliteli yaşam" (amaç 3) ve "insana yakınsır iş ve ekonomik büyüme" (amaç 8) de birçok sınıfta sıkça ele alınmıştır. Ancak "iklim eylemi" (amaç 13), "sudaki yaşam" (amaç 14) ve "karasal yaşam" (amaç 15) gibi çevresel hedeflerin, özellikle 5 ve 6. sınıf seviyelerinde daha az temsil edildiği görülmektedir.

Farklılıklar incelendiğinde 6. sınıfın SKA'larla en fazla ilişkilendirilmiş sınıf seviyesi olduğu dikkat çekmektedir; çevresel, sosyal ve ekonomik hedeflere dengeli bir şekilde yer verilmiştir. Buna karşılık, 5. sınıf müfredatında belirli hedeflerin (örneğin, "amaçlar için ortaklıklar" ve "eşitsizliklerin azaltılması") daha az vurgulandığı görülmektedir. 7 ve 8. sınıflarda ise çevresel temalara yönelik içeriklerde kısmi bir artış gözlenmekte, ancak bu artış tüm hedefler açısından dengeli bir dağılım sağlamamaktadır. Genel olarak, SKA'ların tüm sınıf seviyelerinde daha bütüncül ve dengeli bir şekilde ele alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Özellikle çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin daha güçlü şekilde ders kitaplarına entegre edilmesi, sürdürülebilirlik bilincinin öğrenciler arasında geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Şekil 6*Ders Kitaplarındaki SKA Sayıları*

Dört farklı sınıf seviyesinde (5, 6, 7 ve 8. sınıf) fen bilimleri ders kitapları incelendiğinde, toplumsal cinsiyet eşitliği bağlamında kız ve erkek isimleri ile görselleri arasında belirgin dengesizlikler olduğu görülmektedir. Genel olarak erkek isimleri ve görselleri kızlara kıyasla daha fazla temsil edilmiştir. Örneğin, 6. sınıfta erkek görselleri ve isimleri baskın bir şekilde yer alırken, 7. sınıfta kız görselleri ve isimleri belirli ünitelerde hiç yer almamaktadır. 8. sınıfta ise kız ve erkek görsellerinin dağılımı, ünite bazlı farklılık göstermekle birlikte erkek temsiliyeti daha yoğundur. Ortak noktalar arasında, kız isimlerinin genelde çeşitlilik göstermesi ancak görsel temsilde bu çeşitliliğin tam anlamıyla yansıtılmaması yer alırken, erkek isimleri ve görsellerinin daha fazla ön planda olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum toplumsal cinsiyet eşitliği hedefi açısından eksikliklere işaret etmekte ve ders kitabı içeriklerinde daha dengeli bir temsil ihtiyacını ortaya koymaktadır.

Tüm sınıf seviyelerindeki fen bilimleri ders kitaplarının SKA ile ilişkilendirilmesinde genel olarak “nitelikli eğitim”, “toplumsal cinsiyet eşitliği” ve “sanayi-yenilikçilik ve altyapı” hedeflerinin öne çıktığı görülmektedir. Bu hedefler her sınıf seviyesinde farklı ünitelerle ilişkilendirilmiş ve sıkça vurgulanmıştır. Özellikle 6. sınıf ders kitabında SKA’lara toplamda daha yoğun bir şekilde yer verilmiş, 4. ünite (Madde ve Isı) gibi bazı üniteler çok sayıda SKA ile ilişkilendirilmiştir. Buna karşın 5. ve 7. sınıf seviyelerinde bazı SKA’lara çok az yer verildiği ya da tamamen dışlandığı görülmektedir. “Sudaki yaşam”, “karasal yaşam” ve “iklim eylemi” gibi çevresel sürdürülebilirlik hedefleri genel olarak az temsil edilmiştir.

Farklılıklar incelendiğinde, her sınıf seviyesinin SKA’larla ilişkilendirilme yoğunluğunda farklılıklar olduğu dikkat çekmektedir. 5. ve 8. sınıf ders kitaplarında belirli üniteler yalnızca birkaç SKA ile ilişkilendirilirken, 6. sınıf üniteleri SKA’larla daha kapsamlı şekilde örtüşmektedir. Özellikle çevresel hedeflere (örneğin, “sudaki yaşam” ve “iklim eylemi”) üst sınıf seviyelerinde (7. ve 8. sınıf) daha fazla vurgu yapılması gerektiği görülmektedir. Genel olarak SKA’ların ders kitaplarına daha dengeli bir şekilde entegre

edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu durum sürdürülebilirlik temalarının daha geniş bir yelpazede ve farklı ünitelerde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Araştırma sonucu olarak her üniteye bir veya birden fazla çeşit sürdürülebilir kalkınma amacına rastlanılmıştır. Sınıf düzeyleri ve ünitelere göre bulunan SKA değişim göstermekle birlikte bazı ünitelerde ve sınıflarda az sayıda amaç bulunmuş, bazı ünitelerde ve sınıflarda ise daha fazla sayıda amaç bulunmuştur. Bazı SKA'nın alt hedefleri açık ve net bir şekilde öğrenciye sunulurken bazı amaçların alt hedefleri dolaylı yoldan ya da yüzeysel bir şekilde öğrenciye aktarılmıştır. Çoğunluk olarak incelenen ders kitaplarında SKA ve alt hedeflerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak tüm sınıf seviyelerindeki incelenen fen bilimleri ders kitapları SKA'ya uymaktadır. Fakat içerdiği hedeflere bakıldığında her hedef içeriği bulunamamış, bulunan hedeflerde her ünite ve sınıfta çoğunlukla benzerlik gösterip çeşitlik içermemiştir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı hakkında verilen bilgiler öğrencilerin yaş seviyelerine uygun bulunmakla birlikte daha çok bilgi ağırlıklı olduğu fark edilmiştir. Analiz sonucu bazı hedefler bu üniteye içeriyor olarak belirtmiş olursa da amacın hedeflerini direk olarak içermek yerine ders kitaplarının amacı bu hedefe uyduğundan dolayı içeriyor şeklinde kabul edilmiştir. Bunlardan biri olan barış, adalet ve güçlü kurumlar amacı çoğunlukla ders kitabının bir özelliğini içerdiğinden dolayı her sınıf ve üniteye bulunuyor olarak kabul edilmiştir. Kaya ve Tomal (2011) yaptıkları çalışmada sosyal bilgiler dersi öğretim programında da aynı kabullenmeden dolayı benzer sonuçları bulmuştur.

İncelenen ders kitaplarında en az bulunan amaç iklim eylemidir. Günümüzde iklim değişikliğinden kaynaklı olarak sıcaklık artışı, buzulların erimesi, fırtına, sel ve orman yangınları gibi doğal afetlerin artışı, kuraklık ve sel gibi iklim değişikliği sorunları giderek artmakta iken bu sorunları fark ettirmek, sebebini öğretmek ve engellemek açısından her konu ile bağdaştırılması gelecek nesillere öğretilmelidir. Bu sebeple fen bilimleri ders kitaplarında iklim eylemi amacı yetersiz bulunmakla birlikte sudaki yaşam ve karasal yaşam amaçlarına da eklemeler yapılması gerektiği düşünülmektedir. Alanyazındaki bazı araştırmalar fen bilimleri ders kitaplarındaki çevreye yönelik etkinliklerin disiplinler arası bir yaklaşıma uygun olmadığını ve çevresel kazanımların derslerde yeterince vurgulanmadığını ortaya koyarken (Güven & Hamalosmanoğlu, 2012) iklim değişikliği gibi küresel sorunların fen ve teknoloji ders kitaplarında ele alınışında kavramsal yetersizlikler ve örneklerin tutarsız olduğu ifade edilmiştir (Kırbaşlar vd., 2012). Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalar özellikle ilköğretim düzeyinde hala bu sorunların var olduğunu göstermektedir (Altun vd., 2024). Bu araştırma sonuçları alanyazındaki bulgulardan ilerleme kaydedildiğini ama henüz istenilen düzeyde olmadığını göstermektedir.

Toplumsal cinsiyet eşitliği kavramı çocukluk yaşlarında kazanılması gereken bir kavram olduğu düşünüldüğünde sürdürülebilir kalkınmanın toplumsal cinsiyet eşitliği amacını gerçekleştirmeye daha da yaklaşmak için ders kitaplarında bulunan kız-erkek isim ve görsellerin eşit dağılmasına daha özen gösterilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Birkaç görselde mesleklerin veya görev ve sorumlukların cinsiyete bağlı olmadan kullanıldığı bulunmuştur. Bu da toplumsal cinsiyet eşitliği amacının gerçekleşmesine katkı sağladığı düşünülmektedir. Toplumsal cinsiyet eşitliğinin ders kitaplarındaki yansımaları üzerine yapılan araştırmalar, bu materyallerde toplumsal cinsiyet rollerine dair kalıp yargıların sürdürüldüğünü ortaya koymaktadır. İlkokul Türkçe ders kitaplarında metin ve görsellerdeki karakterler üzerinden yapılan bir incelemede, toplumsal cinsiyet kalıp yargılarının yaygın olduğu ve bu durumun öğrencilerin cinsiyet rollerine dair algılarını şekillendirdiği tespit edilmiştir (Kasa & Şahan, 2016). Benzer şekilde, sosyal bilgiler ders kitaplarında kadın imgesinin tarihi süreçte farklı toplumsal rollerle çeşitlendiği, ancak bazı dönemlerde kadınların daha çok ev içi rollerle sınırlandığı görülmüştür (Çelik, 2016). Pamuk ve Muç (2021) yaptıkları çalışmada ders kitaplarının toplumsal cinsiyet eşitliği ilkeleri doğrultusunda düzenlenmesi gerektiği vurgulamıştır. Diğer taraftan ilköğretim ve ortaokul düzeyindeki 2018 yılı öğretim programlarındaki incelemeler belirli derslerde (fen bilimleri, matematik, müzik, hayat bilgisi, Türkçe, beden eğitimi) cinsiyet eşitsizliğinin azaldığını göstermektedir (Karakuş vd., 2018). Alanyazın incelendiğinde toplumsal cinsiyet eşitliği ve kadınların güçlendirilmesi konusundaki araştırmaların özellikle kadınların kurumsal yönetim kurullarındaki rolleri üzerine yoğunlaştığını ortaya koyarken bu alt hedefe ulaşmak için kadın temsiliyetinin artırılmasının ve bu temsiliyet sonuçlarının çok boyutlu bir şekilde araştırılmasının önemine dikkat çekilmektedir (Beloskar vd., 2024). Tüm bu bulgular ders kitaplarının toplumsal cinsiyet eşitliğini destekleyen içeriklere yönlendirilmesinin önemini vurgularken bu araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Özellikle sürdürülebilir kalkınmanın eğitim açısındaki nitelikli eğitim amacı incelenen ders kitaplarında sayısal olarak her sınıf seviyesi çok sayıda bulunmuştur. Gelecek neslin istediği meslek sahibi olması açısından ve sahip olacağı alanlarda ilerlemesini ve gelişmesini sağlayacak olan sürdürülebilir kalkınma amaçlarından insana yakışır iş ve ekonomik büyüme amacı ve sanayi, yenilikçilik ve altyapı amacı yine incelenen ders kitaplarında fazlaca bulunmuştur.

Doğal kaynakların giderek azalması, oluşan çevre kirliliği ve ham madde miktarı azalmasının yanında sorumsuz tüketim, çevre kirliliği duyarsızlığı ve bunların yanında oluşan insan sağlığı etkilerini azaltmak için gerekli olan sürdürülebilir kalkınma amaçları sorumlu üretim ve tüketim amacı ve sürdürülebilir şehirler ve altyapı amacı ders kitaplarında bulunmaktadır. Fakat hızla ilerleyen çevre sorunlarının önüne geçmek için bu gibi amaçları da göz önünde bulundurarak daha da bilinçlendirme amaçlı içeriğin artırılması gerektiği düşünülmektedir.

Yaklaşan kıtlık sonucu oluşacak olumsuzlukları engellemek için SKA'dan yoksulluğa son, açlığa son, sağlıklı ve kaliteli yaşam, temiz su ve sanitasyon ve erişilebilir ve temiz enerji amaçlarının içeriği daha da önemsenmesi gerekmektedir. Çünkü kıtlık, susuzluk, enerji kıtlığı ve bunların getirdiği diğer olumsuzlukları engellemeyi sağlayan etmenlerden birisi de eğitimidir. Bu yüzden bu maddelere daha da yoğunlaşılması elde edilen bulgular ışığında belirtilebilir. Aktaş vd (2020) ilköğretim düzeyindeki hayat bilgisi, fen bilimleri ve sosyal bilgiler derslerinin hedefleri ve kazanımlarında açlığa son, toplumsal cinsiyet eşitsizliği temiz su ve sanitasyonla ilgili benzer sonuçlara ulaşmıştır. Küreselleşen dünyaya ayak uydurarak yeni gelişmelere, teknolojilere ve insana faydalı olan bilgileri eşit düzeyde erişebilmek ve katkı sağlamak için yoksulluğa son, eşitsizliklerin azaltılması gibi amaçların önemi ders kitaplarında yer bulmalıdır. Diğer bir ifade ile tüm sınıf seviyelerinde fen bilimleri ders kitapları sürdürülebilir kalkınma amaçlarına uygun alt amaçlar içerirken içerik ve anlatım şekli olarak artırılması gerektiği de düşünülmektedir.

İncelenen ders kitapları genellikle SKA'yı içermekle birlikte özellikle bazı amaçların yeterince göz önünde bulundurulmadığı sonucuna varılmıştır. SKA ve alt amaçlarını daha ayrıntılı ve her amaçtan aynı veya eşit düzeyde, öğrencinin bilgi düzeyini daha da artıracak şekilde örnekler vererek sürdürülebilir kavramı amaç içeriği daha da artırılması gerektiği düşünülmektedir. Bu düşüncenin amacı SKA'ları daha doğru ve detaylı bir şekilde yeni nesle aktararak SKA'larına ilerleyerek daha hızlı bir şekilde gerçekleştirmektir. Bu sayede daha sürdürülebilir hayat yaşamaya hızlı adımlar atmış olunacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan gelecekte yaşanacak çevre sorunları gibi problemleri çözmek gelecek neslin elindedir. Buna göre gelecekteki öğretim programı ve ders kitabı revizyonlarında dikkate alınması gereken bir alan olarak değerlendirilebilir.

SKA'nın ders kitaplarına entegrasyonu konusunda başarılı ülke örnekleri incelendiğinde, özellikle Almanya'nın Baviera eyaleti dikkat çekmektedir. Barak ve Avcı'nın (2022) yaptığı karşılaştırmalı analizde, Baviera'da ortaöğretim müfredatının SK eğitimi açısından Türkiye ile kıyaslandığında daha kapsamlı olduğu ve SKA'ların eğitim programlarına etkin bir şekilde entegre edildiği belirtilmektedir. Bu entegrasyon, öğrencilerin sürdürülebilirlik konularında farkındalıklarını artırmakta ve onların çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarda bilinçli bireyler olarak yetişmelerine katkı sağlamaktadır.

Genel olarak SKA açısından incelendiğinde alanyazındaki sistematik (Yamaguchi vd, 2023; Yeh vd., 2022) ve bibliometrik (Jimenez-Prieto vd, 2021; Maryanti vd, 2022) analizler bu amaçların sadece fen bilimleri eğitim alanında değil disiplinlerarası çalışmalar içerdiği ve bu amaçların gerçekleştirilmesi için yapılan çalışmaların gün geçtikçe arttığını göstermektedir. Uluslararası çalışmaların sonuçları ulusal düzeyde SKA ile gerçekleştirilen çalışmaları onaylar sonuçlar göstermektedir (Dündar & Biçer, 2024). Ulusal alanyazındaki lisansüstü araştırmaların öğretmen eğitimi ve farkındalık çalışmalarıyla veri toplama araçları arasında paralellikler gözlenmektedir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar hem alanyazındaki SKA'nın ders kitaplarındaki kısmının eksikliğini gidermekte hem de konunun doğası olarak disiplinlerarası bakış açısı kazandırarak spesifik bir branşta katkı sağlamaktadır.

SKA ortaokul fen bilimleri ders kitabında inceleyen bu çalışmada çeşitli sınırlılıklar bulunmaktadır. Öncelikle öğretim programı ve ders kitaplarının belirli çerçeveler doğrultusunda hazırlandığı göz önüne alındığında, SKA'ların tüm boyutlarının kitapta yeterince temsil edilmemesi olasıdır. Ayrıca içerik analizi yöntemi kullanılsa bile değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi ve yorumlama sürecindeki sübjektiflik çalışmanın geçerliliğini etkileyebilmektedir. Ders kitaplarının belirli aralıklarla güncellenmesi nedeniyle analiz edilen kitapların güncellik sorunu yaşaması mümkündür. Bunun yanı sıra ülkelerin eğitim politikaları

ve yayınevlerinin standartları, SKA'ların ders kitaplarına entegrasyonunu etkileyebilir ve farklı ülkelerle karşılaştırma yapmayı zorlaştırabilir. Son olarak çalışmanın yalnızca kitap içeriğine odaklanması, öğrenciler ve öğretmenlerin bu içerikleri nasıl algıladığı ve kullandığına dair veri sağlamadığı için eksik bir analiz ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Araştırmanın bulgularından elde edilen sonuçlar ışığında öğretmenlere, politik karar vericilere, ders kitabı yazarlarına ve araştırmacılara şu önerilerde bulunulabilir.

Politik karar vericilere yönelik; fen bilimleri öğretim programındaki iklim eylemi, sorumlu üretim ve tüketim, yoksulluğa son ve eşitsizliklerin azaltılması gibi sürdürülebilir kalkınma amaçlarına daha fazla yer verilebilir. Özellikle iklim değişikliği gibi güncel ve kritik konuların tüm sınıf seviyelerinde daha detaylı ve uygulamalı içeriklerle işlenmesi sağlanabilir.

Fen bilimleri öğretmenlerine yönelik; SKA'nı yalnızca bilgi temelli değil aynı zamanda uygulama ve proje odaklı etkinliklerle destekleyebilir. Özellikle iklim değişikliği, temiz su ve sanitasyon veya sorumlu üretim ve tüketim konularını disiplinler arası projelerle somutlaştırabilirler.

Ders kitabı yazarlarına yönelik; kitaplarda kullanılan görsellerde kız ve erkek çocukların dengeli bir şekilde temsil edilmesine özen gösterilmeli; meslek ve görev tanımlarında cinsiyet ayrımından kaçınılabilir.

Araştırmacılara yönelik; fen bilimleri ders kitaplarının diğer disiplinlerle (örneğin sosyal bilgiler, hayat bilgisi) ilişkili bir şekilde incelenmesi gerçekleştirilebilir. Farklı ülkelerde kullanılan ders kitaplarının içerik, kapsam ve anlatım biçimlerini karşılaştırarak daha geniş bir perspektif incelenebilir. SKA'nın öğrenciler üzerindeki etkisini ölçmek için uzun vadeli çalışmalar yapılabilir. İlkokul, ortaokul ve lise düzeylerindeki fen bilimleri ders kitaplarının SKA açısından ayrı ayrı incelenmesi her eğitim seviyesine uygun içerik geliştirilmesine yönelik daha ayrıntılı bilgiler sunabilir. Ders kitaplarını kullanan öğrenci ve öğretmenlerin görüşlerinin de dahil edildiği araştırmalar gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Akdemir, E. & Çetin Atasoy, D. (2021). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 7. Sınıf Ders Kitabı*, MEB Yayınları. Ankara
- Aktaş, F., Dinçol Özgür, S., & Yılmaz, A. (2020). İlköğretim programlarının BM 2030 sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından incelenmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(1), 61-70. <https://doi.org/10.7212/zkufbd.v10i1.1525>
- Akter, S., Arslan, H.B. & Şimşek M. (2019). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 5. Sınıf Ders Kitabı*, MEB Yayınları. Ankara
- Altun, A., Kurt, N., Altun, Ş. & Kurt, F. (2024). Ortaokul Türkçe ders kitaplarının çevre eğitimi açısından incelenmesi. *Socrates Journal of Interdisciplinary Social Researches*, 10(48), 89–109. <https://doi.org/10.5281/Zenodo.14544263>
- Ateş, H. (2019). Fen bilimleri dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından analizi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 101-127. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2019.120>
- Ayaydın, Y., Usta Gezer, S., & Acar Sesen, B. (2023). A study on sustainable living awareness of gifted secondary school students. *Research on Education and Psychology*, 7(Special Issue 2), 602-624. <https://doi.org/10.54535/rep.1363669>.
- Barak, B. & Avcı, G. (2022). Comparative analysis of Turkey and Germany (Bavaria) secondary education curricula in terms of education for sustainable development. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 13(2), 108-132. <https://doi.org/10.2478/dcse-2022-0022>
- Baysal, Z. N., Cebeci, G., Yıldız-Kaya, S., & Ozan, C. (2022). Examining the third grade life studies book in light of the 2030 sustainable development goals. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 99.
- Beckerman, W. (2015). *A poverty of reason: Sustainable development and economic growth*. Independent Institute.
- Beckerman, W. (2017). Sustainable development: is it a useful concept?. In *The Economics of Sustainability* (pp. 161-179). Routledge.
- Bekiroğlu, D., & Güllühan, N. Ü. (2023). Investigation of life studies and social studies curriculum in the context of sustainable development goals. *Osmangazi Journal of Educational Research*, 10(1), 27-46. <https://doi.org/10.59409/ojer.1240497>
- Bell, D. V. (2016). Twenty first century education: transformative education for sustainability and responsible citizenship. *Journal of Teacher Education For Sustainability*, 18(1), 48-56. <https://doi.org/10.1515/jtes-2016-0004>
- Beloskar, V. D., Haldar, A., & Gupta, A. (2024). Gender equality and women's empowerment: A bibliometric review of the literature on SDG 5 through the management lens. *Journal of Business Research*, 172, 114442. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114442>
- Bulut, B., & Çakmak, Z. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi ve Öğretim Programlarına Yansımaları. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 7(4), 2680-2697.
- Çelik, H. (2016). Tarihî süreçte türk kadını imgesinin sosyal bilgiler güncel ders kitaplarına yansımaları. *Turkish History Education Journal*, 5(1), 263-279.

- Çobanoğlu, E. O. & Türer, B. (2015). Fen bilgisi ve Sosyal Bilgiler öğretmenlerinin sürdürülebilir kalkınma farkındalıklarının belirlenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 235-247.
- Demirçalı, S. & Alkan, B. (2022). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 6. Sınıf Ders Kitabı*, MEB Yayınları. Ankara
- Dere, İ., & Çinikaya, C. (2023). Tiflis bildirgesi ve BM 2030 sürdürülebilir kalkınma amaçlarının çevre eğitimi ve iklim değişikliği dersi öğretim programına yansımaları. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 1343-1366. <https://doi.org/10.48146/odusobiad.1218188>
- Doğan, M., & Karagölge, Z. (2024). Kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 17-40.
- Dündar, R., & Biçer, R. (2024). Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma ile ilgili eğitim öğretim alanında yapılan lisansüstü çalışmaların incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(4), 1917-1940. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2024.-1415088>
- Gümüş, H. E., & Akhan, N. E. (2024). Sosyal bilgiler ve fen bilgisi öğretmen adaylarının sürdürülebilirlik, kalkınma ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarına yönelik metaforik algılarının karşılaştırılması. *International Primary Education Research Journal*, 8(3), 359-373. <https://doi.org/10.38089/iperj.2024.190>
- Güven, E., & Hamalosmanoğlu, M. (2012). İlköğretim 7. sınıf çevre eğitiminin disiplinler arası yaklaşım açısından incelenmesi. *Journal of European Education*, 2(2), 24-30.
- Hoepfl, M. C. (1997). Choosing qualitative research: A primer for technology education researchers. *Journal of Technology Education*, 9(1), 47-63.
- Karakuş, E., Mutlu, E., & Coşkun, Y. D. (2018). Toplumsal cinsiyet eşitliği açısından öğretim programlarının incelenmesi. *Kadın Araştırmaları Dergisi*, (17), 31-54.
- Kasa, B., & Şahan, B. (2016). İlkokul Türkçe ders kitaplarında toplumsal cinsiyet kalıp yargıları. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 4152-4167. <http://dx.doi.org/10.14687/jhs.v13i3.3968>
- Kaya, M. F., & Tomal, N. (2011). Sosyal bilgiler dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından incelenmesi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 49-65.
- Kırbaşlar, F., Özsoy-Güneş, Z., Avcı, F., & Atalar, A. (2012). Fen ve teknoloji ders kitaplarında “madde ve değişim” öğrenme alanındaki bazı kavramların ve örneklendirmelerin incelenmesi. *HAYEF Journal of Education*, 9(2), 61-83.
- Kızılcık, H. Ş., Aygün, M., Şahin, E., Türk, O., Çelikkanlı, N. Ö., & Damlı, V. (2024). Türkiye’de 2018 fizik dersi öğretim programı’nda sürdürülebilir kalkınma: 9. ve 10. sınıflar. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22(2), 944-970. <https://doi.org/10.37217/tebd.1413230>
- Krippendorff, K. (2018). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology* (4th ed.). Sage Publications.
- Maryanti, R. I. N. A., Rahayu, N. I., Muktiarni, M., Al Husaeni, D. F., Hufad, A., Sunardi, S., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). Sustainable development goals (SDGs) in science education: Definition, literature review, and bibliometric analysis. *Journal of Engineering Science and Technology*, 17, 161-181.
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent social sciences*, 5(1), 1653531. <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.

- Ölçer, S., & Öztürk, M. K. (2025). İlkokul 4. sınıf Türkçe dersi 2019-2024 öğretim programlarının ve ders kitaplarının sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından incelenmesi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 13(1), 216-234. <https://doi.org/10.16916/aded.1571859>
- Özer, M., & Kurt Gökçeli, F. (2024). 2030 Sürdürülebilir kalkınma hedefleri bağlamında 2013 okul öncesi eğitim programının incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(2), 896-913. <https://doi.org/10.24315/tred.1400377>
- Pamuk, A., & Muç, K. (2021). Women's gender roles in history textbooks in Turkey. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 8(2), 133-147. <https://doi.org/10.52380/ijpes.2021.8.2.391>
- Prieto-Jiménez, E., López-Catalán, L., López-Catalán, B., & Domínguez-Fernández, G. (2021). Sustainable development goals and education: A bibliometric mapping analysis. *Sustainability*, 13(4), 2126. <https://doi.org/10.3390/su13042126>
- Şaşmaz, A. (2024). Awareness of sustainable development goals among prospective educators. *Uluslararası Sosyal Bilimler Eğitimi Dergisi*, 6(1), 45-67.
- Torun, K. T. (2024). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınma farkındalıklarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Tosun, A., & Gökçe, N. (2023). Bilsem Coğrafya Dersi Öğretim Programının Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Açısından Değerlendirilmesi. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, 6(5), 1240-1253. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10446247>
- Travers, M. (2001). *Qualitative research through case studies*. SAGE Publications.
- UNESCO (2015). Education 2030. Incheon Declaration and Framework for Action. Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all. Paris, UNESCO. Available online: <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/incheon-framework-for-action-en.pdf>
- Wibowo, Y. G., & Sadikin, A. (2019). Biology in the 21st-Century: Transformation in biology science and education in supporting the sustainable development goals. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 5(2), 285-296. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i2.7956>
- Yalçın, A. (2022). 21. Yüzyılda sürdürülebilir kalkınma hedefleri: Türkiye’de sosyal bilgiler dersi öğretim programının yapısal olarak incelenmesi. *Harran Maarif Dergisi*, 7(1), 117-149.
- Yalçın, C. (2019). *Sürdürülebilir kalkınma bağlamında Türkiye’de çevre politikaları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Yamaguchi, N. U., Bernardino, E. G., Ferreira, M. E. C., de Lima, B. P., Pascotini, M. R., & Yamaguchi, M. U. (2023). Sustainable development goals: a bibliometric analysis of literature reviews. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5502-5515. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24379-6>
- Yancı, (2019). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 8. Sınıf Ders Kitabı*, SRD Yayınları. Ankara
- Yeh, S. C., Hsieh, Y. L., Yu, H. C., & Tseng, Y. H. (2022). The trends and content of research related to the Sustainable Development Goals: a systemic review. *Applied Sciences*, 12(13), 6820. <https://doi.org/10.3390/app12136820>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Analysis of Science Textbooks in Terms of Sustainable Development Goals*

Yağmur Yazı¹ 
Mustafa Ergun^{2*} 

¹Ondokuz Mayıs University, Department of Science Education, Samsun, Türkiye
yagmuryazi2655@gmail.com

² Ondokuz Mayıs University, Department of Science Education, Samsun, Türkiye
mergun@omu.edu.tr

*Corresponding Author
This research was supported by TÜBİTAK-BİDEB under the 2209A program with project number 1919B012220960 and was presented as an oral paper at the 16th National Science and Mathematics Education Congress.

Received:27.01.2025
Accepted:05.03.2025
Available Online: 30.05.2025

Abstract: This study aims to examine the relationship between middle school science textbooks and the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) established by the United Nations (UN). The research employs document analysis, a qualitative research method. Middle school science textbooks of four different grade levels were analyzed within the scope of the SDGs and their respective indicators. The findings indicate that while all textbooks generally align with the SDGs, certain goals are not sufficiently emphasized. Specifically, environmental goals such as climate action, life below water, and life on land are underrepresented, whereas objectives like quality education and industry, innovation, and infrastructure are more frequently addressed. Furthermore, gender equality issues reveal imbalances in visual and name representations, with a higher prevalence of male representation. The study concludes that the SDGs should be addressed in a more detailed and balanced manner in textbooks, with greater emphasis on environmental goals. Additionally, it is recommended to enhance the diversity of visuals, activities, and texts to foster awareness of sustainable development. The study provides recommendations for policymakers, textbook authors, science educators, and researchers to improve SDG awareness in education.

Keywords: Sustainable Development, Textbook, Science Education

INTRODUCTION

Various environmental, social, and economic issues have begun to emerge with the rapid increase in the global population and the excessive surpassing of acceptable levels of unconscious consumption habits. In response to these global challenges, international platforms have started organizing various meetings aimed at finding solutions. These meetings, which were first held in 1972 to address environmental problems, have gradually expanded to include social and economic dimensions. To secure the common future of humanity and contribute to the resolution of these issues, the United Nations (UN) established the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and their 169 associated targets in 2015. These goals were adopted by universal consensus among 193 countries and serve as a global roadmap for addressing environmental, social, and economic problems. In this context, the SDGs presented in Figure 1 reflect the multidimensional structure of sustainable development by integrating social equality, environmental protection, and economic prosperity into a unified framework. The goals outlined in Figure 1 aim to address three critical issues: ending extreme poverty, combating inequality and injustice, and tackling climate change.

Sustainable development is an approach that guides and shapes the development process by balancing environmental, economic, and social dimensions to meet the needs of present and future generations (Yalçın, 2019). It encompasses efforts to improve people's living standards while protecting the environment and considering the needs of future generations (Mensah, 2019). As illustrated in Figure 1, the SDGs established by the United Nations consist of 17 key objectives: no poverty, zero hunger, good health and well-being, quality education, gender equality, clean water and sanitation, affordable and clean energy, decent work and economic growth, industry, innovation, and infrastructure, reduced inequalities, sustainable cities and communities, responsible consumption and production, climate action, life below water, life on land, peace, justice, and strong institutions, and partnerships for the goals.

Figure 1*UN 2030 Sustainable Development Goals (United Nations, 2015)*

Sustainable development, which has been the subject of extensive debate in recent years, highlights the relationship between the concepts of the environment and development (Beckerman, 2015). Emerging on the global agenda in the late 20th century and implemented worldwide through international agreements signed in the 1990s, sustainable development is defined as a model that meets present needs without compromising the resources of future generations. This approach not only recognizes the responsibility of protecting the future but also encompasses regulations aimed at meeting fundamental needs and ensuring a better quality of life for all. At the same time, sustainable development integrates economic growth and prosperity with the principles of environmental protection and the improvement of living standards worldwide (Beckerman, 2017).

Achieving the SDGs is a global responsibility. While the definition, scope, objectives, and indicators of sustainable development are widely discussed, it is generally accepted that education plays a pivotal role in reaching these goals (UNESCO, 2015). Ensuring universal, uninterrupted access to educational opportunities is of great importance in achieving the designated objectives. In this context, sustainable development education programs should incorporate strategies and methods that focus on cultivating conscious, responsible, and well-prepared individuals who can address challenges related to environmental protection and quality of life. These objectives should be considered fundamental components of education and training.

Education plays a vital role in achieving sustainable development objectives (Bell, 2016). Textbooks serve as essential educational materials, reflecting the characteristics of their respective periods and shaping individuals' learning experiences. Although modern technologies have introduced new tools into the educational field, potentially reducing the perceived importance of textbooks, they remain a cornerstone of education. As a crucial element in the learning process, textbooks continue to be key resources for achieving the SDGs (Ölçer & Öztürk, 2025).

When examining studies related to the goals and objectives of Sustainable Development (SD), research has primarily focused on middle school science (Ateş, 2019), elementary school science (Aktaş et al., 2020), physics (Kızılcık et al., 2024), chemistry (Doğan & Karagölge, 2024), biology (Wibowo & Sadikin, 2019), environmental education (Aktaş et al., 2020), climate change courses (Dere & Çinikaya, 2023), geography and social studies (Yalçın, 2022; Aktaş et al., 2020; Kaya & Tomal, 2011), life sciences (Baysal et al., 2022; Bekiroğlu & Güllühan, 2023; Aktaş et al., 2020), and preschool education curricula (Özer & Kurt Gökçeli, 2024), as well as the textbooks used in these courses (Ateş, 2019; Yalçın, 2022; İşler, 2023). Additionally, research has been conducted on the knowledge and attitudes of prospective teachers (Torun, 2024; Gümüş & Akhan, 2024; Şaşmaz, 2024), teachers (Bulut & Çakmak, 2018; Çobanoğlu & Türer, 2015), and gifted students (Ayaydın et al., 2023; Tosun & Gökçe, 2023) in relation to the goals and objectives of sustainable development.

As a result, the existing literature indicates a lack of in-depth and systematically classified research on the integration of the SDGs into science textbooks. The present study aims to reveal which SDG-related objectives are incorporated into textbooks while addressing this gap in the literature. Furthermore, it is expected to serve as a guide for future researchers interested in exploring the alignment of textbooks with sustainable development goals.

In addition to serving as a resource for students, textbooks act as a valuable guide for teachers, making the inclusion of SD topics and concepts in textbooks crucial for achieving these goals. From the science education perspective, the SDGs play a crucial role in raising awareness among individuals about environmental, social, and economic sustainability, forming the foundation of sustainable development. Middle school science textbooks contain activities, visuals, and texts aligned with the fundamental principles and objectives of sustainable development. Therefore, this study is significant in assessing the extent to which sustainable development goals are reflected in science textbooks.

This study aims to analyze middle school science textbooks in terms of the SDGs. In this context, science textbooks used in grades 5 to 8, published by the Ministry of National Education, were examined through visuals and texts in relation to the 17 SDGs.

METHOD

Research Design

This study is based on document analysis, a qualitative research method, which is a systematic approach to examining written documents and is commonly used for analyzing structured educational materials (Yıldırım & Şimşek, 2018). The literature emphasizes that document analysis should be conducted systematically, involving several stages: accessing the documents, verifying their authenticity, obtaining permission for their use, comprehending and analyzing their content, and ultimately utilizing the data obtained (Yıldırım & Şimşek, 2018). Document analysis is one of the most preferred sources of information among researchers (Hoepfl, 1997) because it allows for an in-depth understanding of the subject under investigation (Travers, 2001). According to Merriam (2009), documents can be classified differently depending on the researcher. Primary documents refer to publicly accessible official documents, whereas secondary documents are typically classified as personal records. In this study, middle school science textbooks were evaluated as primary sources in relation to their alignment with the SDGs.

Data Collection Tools

This study used middle school science textbooks approved and published by the Ministry of National Education's Board of Education and Discipline (TTKB) as the primary data source for the 2023-2024 academic year. These textbooks, prepared by both public and private publishers within the framework of the learning objectives accepted by the TTKB in 2018, are used nationwide in Türkiye. All content within the selected textbooks was examined in alignment with the SDGs. Accordingly, the study analyzed various elements, including texts, visuals, tables, graphs, activities, and assessment components. Table 1 provides an overview of the textbooks analyzed in this research.

Table 1

Data Collection Tools

Book Code	Book Title	Publisher Type	Author Information
FBDK5	Middle School and Imam Hatip Middle School Science 5th Grade Textbook	State	Akter, S., Arslan, H.B. & Şimşek M. (2019)
FBDK6	Middle School and Imam Hatip Middle School Science 6th Grade Textbook	State	Demirçalı, S. & Alkan, B. (2022)
FBDK7	Middle School and Imam Hatip Middle School Science 7th Grade Textbook	State	Akdemir, E. & Çetin Atasoy, D. (2021)
FBDK8	Middle School and Imam Hatip Middle School Science 8th Grade Textbook	Private	Yancı (2019)

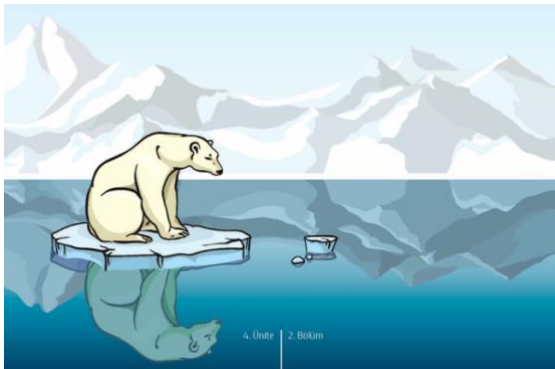
Data Analysis

The research design aims to analyze and interpret qualitative data by examining existing textbooks to understand the presence and prevalence of specific phenomena. This study analyzed science textbooks using content and descriptive analyses to assess their alignment with the SDGs based on predetermined criteria. Content analysis is a research technique that systematically examines written, oral, or visual communication materials to identify specific themes, patterns, and meanings through both qualitative and quantitative methods (Krippendorff, 2018). In descriptive analysis, on the other hand, the researcher provides a detailed description of a specific phenomenon, situation, or dataset and organizes the findings within predetermined themes (Yıldırım & Şimşek, 2018). The data analysis was conducted independently by two researchers. Inter-rater reliability was calculated by dividing the number of matching codes by the total number of codes and multiplying by 100, resulting in an agreement rate of 90%. The 17 main SDGs and their sub-targets are provided in the appendix. The following example illustrates how an image is linked to the SDGs to describe the analysis process.



The visual on page 95 of FBDK5 has been analyzed using the image to address the part of Goal 1, “No poverty” in Target 1.4, which ensures that people in vulnerable situations have equal access to basic services.

As illustrated in the example, the visual in the textbook was first assessed to determine whether it falls within the scope of the SDGs. Subsequently, it was analyzed to identify its direct associations with specific sub-goals. In many cases, a single visual or element was linked to multiple SDGs and sub-goals. For instance, an image of a polar bear stranded on ice in the FBDK5 science textbook was associated with three different sub-goals, demonstrating how sustainability concepts are interwoven across various topics.



Analyzing the visual on page 136 of FBDK5 in relation to the SDGs suggests its association with the following goals:

Clean Water and Sanitation Goal 6.6: Protection and restoration of water ecosystems

Climate Action Goal 13.3: Enhancement of education and capacity on climate change mitigation

Life Below Water Goal 14.2: Protection and restoration of marine ecosystems

Following this step, each element related to the SDGs was quantified in frequency. The total counts were then presented in tabular form in the findings section.



The visual of the Göktürk-1 satellite on page 21 of FBDK6 is related to Goal 9, Industry, Innovation, and Infrastructure, specifically Target 9.5, which involves the development of scientific research and the expansion of technological capabilities in industrial sectors by significantly increasing the number of people working in research and development, public research, private research, and government expenditures.

RESULTS

Since middle school science education is structured across four different grade levels, the study's findings were analyzed in relation to both grade level and the 17 SDGs. The presence of each SDG was examined at both the grade and course unit levels to determine how it was represented. For each identified SDG, the specific elements through which it was incorporated were documented and presented using tables and examples. Additionally, sample visuals from the textbooks linked to relevant SDGs were provided to illustrate their integration. Finally, the findings from all analyzed science textbooks were compared within the framework of the SDGs.

Findings in the 5th Grade Science Textbook

The SDGs in the 5th-grade science textbook were analyzed on a unit basis. Table 2 presents the results of this analysis. In the table, the **+** sign indicates that the corresponding SDG is included in the unit, whereas the **—** sign indicates that the SDG and its sub-goals are not addressed in any part of the unit.

According to the findings, the seven units in the 5th-grade science textbook contribute to different dimensions of the SDGs. Among these, Unit 6 (Human and the Environment) stands out as the most significant, being associated with 16 different SDG targets. Additionally, Unit 2 (The World of Living Things) and Unit 3 (Measurement of Force and Friction) include many SDG-related content. Overall, goals such as “quality education,” “gender equality,” “decent work and economic growth,” “industry, innovation, and infrastructure,” and “peace, justice, and strong institutions” are highlighted in all units, each appearing seven times, emphasizing their importance. In contrast, goals like “reducing inequalities” and “no poverty” receive comparatively less attention. The table indicates that while the units are designed to integrate the SDGs, some goals—such as “climate action,” “life on land,” and “life below water”—are addressed to a limited extent. This distribution reflects the emphasis placed on environmental, energy, and social responsibility topics within the curriculum.

Table 2
Unit-based SDG Content in the 5th Grade Science Textbook

	1st Unit: The Sun, Earth, and Moon	2nd Unit: The World of Living Things	3rd Unit: Measurement of Force and Friction	4th Unit: Matter and Change	5th Unit: Propagation of Light	6th Unit: Humans and the Environment	7th Unit: Electrical Circuit Components	Total
No Poverty	—	—	+	—	—	+	—	2
Zero Hunger	—	+	—	+	—	+	—	3
Good Health and Well-being	—	+	—	+	+	+	—	4
Quality Education	+	+	+	+	+	+	+	7
Gender Equality	+	+	+	+	+	+	+	7
Clean Water and Sanitation	—	+	—	+	—	+	—	3

Affordable and Clean Energy	+	—	—	+	—	+	+	4
Decent Work and Economic Growth	+	+	+	+	+	+	+	7
Industry, Innovation and Infrastructure	+	+	+	+	+	+	+	7
Reduced Inequalities	—	—	+	—	—	—	—	1
Sustainable Cities and Communities	—	—	+	+	—	+	+	4
Responsible Consumption and Production	+	+	—	—	—	+	+	4
Climate Action	—	—	—	+	—	—	—	1
Life Below Water	—	—	+	+	—	+	—	3
Life on Land	—	+	+	—	—	+	—	3
Peace, Justice and Strong Institutions	+	+	+	+	+	+	+	7
Partnerships for the Goals	+	+	—	—	—	+	+	4
Total	8	11	10	12	6	16	9	

As part of the gender equality goal, the distribution of male and female names and visuals in the units was analyzed, and the findings are presented in Table 3. The analysis of Table 3 reveals a noticeable imbalance between the representation of male and female names and visuals in the 5th-grade Science textbook. Male names and visuals appear more frequently than female names and visuals across the units. In particular, Unit 3 shows a significant disparity, with 14 male visuals compared to only three female visuals. Similarly, in Unit 5, male names (7) outnumber female names (5). However, in some units, the distribution of male and female visuals is more balanced (e.g., Unit 1). From a gender equality perspective, these findings indicate the need for increased representation of females in the textbook to ensure a more equitable portrayal of both genders.

Table 3

The Number of Images with Female and Male Names in the 5th Grade Science Textbook

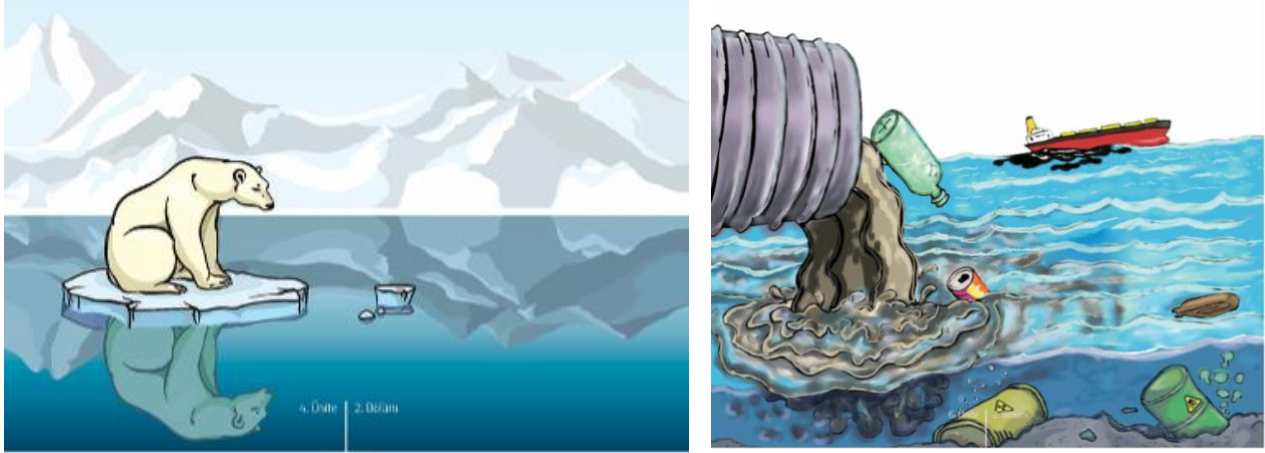
	Number of Female Names (Names)	Number of Female Visuals	Number of Male Names (Names)	Number of Male Visuals
Unit 1	1 – Aynur	5	3 – Mustafa, Ali, Murat	4
Unit 2	2 – Selin, Merve	1	4- Alp, Ali, Selim, Ali	1
Unit 3	4- Öykü, Azra, Zeynep, Naz	3	4- Onur, Ahmet, Ali, Onur	14
Unit 4	4- Elif, Irmak, Ayşe, Ayçin	3	6- Özkan, Ege, Tuna, Oğuz, Arif, Selim	5
Unit 5	5- Zeynep, Ayşe, Ayşe, Pelin, Merve	5	7- Osman, Fatih, Akif, Ali, Ahmet, Mehmet, Tolga	9
Unit 6	1- Elif	4	1-Samet	8
Unit 7	2- Ayşegül, Zeynep	2	5- Yılmaz, Emin, Emin, Mevlüt, Yılmaz	3

Several visuals related to different SDGs from the science textbook are presented below. These visuals have been linked to various sub-goals. For instance, Figure 2 depicts a polar bear stranded on a melting ice floe, conveying significant messages within the framework of the SDGs. Clean Water and Sanitation (Goal 6.6) emphasizes the protection and restoration of water ecosystems. The melting of glaciers leads to a reduction in freshwater reserves and disrupts ecological balance, highlighting a critical environmental issue. Climate Action (Goal 13.3) focuses on increasing awareness and capacity to combat climate change. In this context, the visual raises awareness about global warming as a key factor in glacial melting. Life Below Water (Goal 14.2) aims to protect ocean and marine ecosystems. The degradation of polar habitats can trigger cascading effects on marine ecosystems, emphasizing the urgency of conservation efforts. The visual effectively aligns

with these SDGs, strongly illustrating the impacts of climate change and the importance of ecosystem preservation.

Figure 2

Sample Visuals Related to the SDGs in the 5th Grade Textbook (p. 136 & p. 224)



The second visual highlights the pollution of oceans and freshwater sources, linking it to multiple SDGs: Zero Hunger (Goal 2.4): Promotes sustainable agricultural practices to protect natural resources. However, pollution in aquatic ecosystems threatens marine life and the availability of clean water for agriculture. Clean Water and Sanitation (Goals 6.1, 6.3, 6.4, 6.6): Calls for universal access to clean water, reduction of water pollution, and protection of water ecosystems. The pollution depicted in the visual underscores the challenges in achieving these goals. Decent Work and Economic Growth (Goal 8.4): Emphasizes minimizing the environmental impact of economic activities. Industrial and transportation-related pollution, as shown in the visual, illustrates the imbalance between economic growth and environmental sustainability. Responsible Consumption and Production (Goals 12.2, 12.4): Advocates for reducing environmental harm in production and consumption processes. The visual clearly reflects non-compliance with these targets. Life Below Water (Goals 14.1, 14.2, 14.3, 14.5): Aims to protect marine ecosystems and prevent pollution. The presence of plastic and chemical waste in the visual highlights the severe threat posed to aquatic environments. Overall, the visual strongly underscores the urgent need for action to ensure the sustainability of water resources.

Findings in the 6th Grade Science Textbook

The 6th-grade science textbook was first analyzed on a unit basis in relation to the SDGs, and the findings were presented in Table 4. The table reveals that the integration of the SDGs varies across units. Unit 4 (Matter and Heat) contributes the most, being associated with 15 different SDG targets. In contrast, Unit 2 (Body Systems) and Unit 7 (Electricity Transmission) are linked to only 6 and 7 SDG targets, respectively, indicating a more limited contribution. Among the SDGs, “quality education” and “decent work and economic growth” stand out, each being emphasized seven times. However, goals such as “zero hunger,” “climate action,” “life below water,” and “life on land” are addressed far less frequently. This suggests that the curriculum primarily focuses on scientific infrastructure and educational quality, while environmental and ecological goals receive limited attention. Certain SDGs, including gender equality, access to clean energy, and sustainable cities, are prominently featured in specific units but are absent in others. For example, Unit 4 (Matter and Heat) and Unit 6 (Body Systems and Health) notably incorporate gender equality and health-related themes. However, these themes receive less emphasis in other units. Overall, the table demonstrates that while the SDGs are integrated into the textbook, their distribution is uneven. This finding highlights the need for a more comprehensive and balanced incorporation of the SDGs into the curriculum.

Table 4
Unit-based SDG Content in the 6th Grade Science Textbook-

	1st Unit: Sun, Systems, and Eclipses	2nd Unit: Body Systems	3rd Unit: Force and Motion	4th Unit: Matter and Heat	5th Unit: Sound and Its Properties	6th Unit: Body Systems and Health	7th Unit: Electricity Transmission	Total
No Poverty	—	+	—	—	—	+	—	2
Zero Hunger	—	—	—	+	—	—	—	1
Good Health and Well-being	—	+	—	+	—	+	—	3
Quality Education	+	+	+	+	+	+	+	7
Gender Equality	+	—	+	+	+	—	+	5
Clean Water and Sanitation	—	—	—	—	—	—	—	0
Affordable and Clean Energy	—	—	—	+	—	—	+	2
Decent Work and Economic Growth	+	+	+	+	+	+	+	7
Industry, Innovation and Infrastructure	+	+	+	+	+	+	+	7
Reduced Inequalities	—	—	—	+	+	—	—	2
Sustainable Cities and Communities	+	—	—	+	+	+	—	4
Responsible Consumption and Production	—	—	—	+	—	—	+	2
Climate Action	—	—	—	+	—	—	—	1
Life Below Water	—	—	—	+	+	—	—	2
Life on Land	—	—	—	+	+	—	—	2
Peace, Justice and Strong Institutions	+	+	+	+	+	+	+	7
Partnerships for the Goals	+	—	—	+	+	—	—	3
Total	7	6	5	15	10	7	7	

The sub-goal of “ensuring public access to information and protecting fundamental freedoms”, under the Peace, Justice, and Strong Institutions (SDG 16) goal has been considered present in all units. This is because, by definition, science textbooks contribute to public access to knowledge, fulfilling this SDG’s objective. On the other hand, the least represented SDG in the unit-based analysis is Clean Water and Sanitation (SDG 6), as this goal was not addressed in any unit.

An analysis of Table 5 reveals an imbalance in gender representation in terms of both names and visuals in the 6th-grade science textbook. Male visuals appear more frequently than female visuals. For instance, Unit 3 includes 15 male visuals compared to only seven female visuals, indicating a significant disparity. Some units include visuals of only one gender. Furthermore, Unit 1 does not contain any visuals of either gender. In terms of names, female names show greater diversity, but this diversity is not reflected in the visuals. From a gender equality perspective, these findings suggest that men and women are not equally represented in the textbook. To better reflect gender equality, visual and content-based representation should be more balanced in educational materials.

Table 5*The Number of Images with Female and Male Names in the 6th Grade Science Textbook*

	Number of Female Names (Names)	Number of Female Visuals	Number of Male Names (Names)	Number of Male Visuals
Unit 1	4 – Ayşe, Serpil, Ayşe, Ceren	0	3- Arda, Çağlar, Barış	0
Unit 2	1 – Nisa	7	2- Orçun, Sami	9
Unit 3	5 – Zeynep, Betül, Ceylin, Nilüfer, Elif	7	3 – Anıl, Onur, Efe	15
Unit 4	1- Ayşe	0	1-Ahmet	0
Unit 5	5 - Damla, Beril, Ayşe, Aylin, Ayşe	2	6 – İbrahim, Kerem, Gökay, Umut, Serhat, Ali	2
Unit 6	4 – Nisa, Ayşe, Beril, Fatma	16	0	16
Unit 7	4 – Aylin, Esin, Şeyma, Ebru	1	4 – Mert, Mehmet, Muammer, Engin	2

Figure 3 presents several example visuals from the textbook; one emphasizes the use of renewable energy sources, linking it to multiple SDGs: Affordable and Clean Energy (Goal 7.2) aims to increase the share of renewable energy in global energy production. The solar panels and wind turbines depicted in the visual represent key technologies aligned with this goal. Decent Work and Economic Growth (Goal 8.4) encourages economic growth while reducing environmental impacts. The adoption of renewable energy contributes to sustainable economic activities. Industry, Innovation, and Infrastructure (Goal 9.4) supports environmentally friendly technologies that help reduce carbon emissions. The systems shown in the visual highlight the sustainable transformation of industries and infrastructure. Sustainable Cities and Communities (Goal 11.6) focuses on improving urban air quality and waste management. The use of renewable energy plays a crucial role in reducing the environmental footprint of cities. Responsible Consumption and Production (Goals 12.2, 12.4, 12.c) advocates for the efficient use of natural resources and the reduction of fossil fuel subsidies, promoting a transition to sustainable energy alternatives. This visual effectively delivers a strong message on environmental sustainability, demonstrating how innovative energy solutions can contribute to achieving the SDGs.

Figure 3*Sample Visuals Related to the SDGs in the 6th Grade Textbook (p. 138 & p. 192)*

The second visual, which contains text, emphasizes the importance of projects designed to enhance social well-being and improve the quality of life for individuals with disabilities. This visual is linked to multiple SDGs: No Poverty (Goals 1.3, 1.4) aims to ensure that all individuals benefit from social protection systems and have access to essential services. The image illustrates efforts to help visually impaired individuals move independently, reflecting these objectives. Quality Education (Goal 4.4) encourages individuals to acquire scientific and technical skills. The project fosters students' engineering and design abilities, aligning with this goal. Decent Work and Economic Growth (Goals 8.2, 8.3) supports innovation and small-scale enterprises to stimulate economic growth. The creative projects developed by students can contribute to both economic and social development. Reduced Inequalities (Goal 10.2) focuses on increasing the social, economic, and political participation of individuals with disabilities. The initiatives shown in the visual are aligned with this goal by facilitating the lives of visually impaired individuals. Sustainable Cities and Communities (Goals 11.2, 11.3, 11.7) advocates for accessible, safe, and inclusive cities for all. The project

idea depicted in the visual underscores the importance of an inclusive approach in urban planning, highlighting the social dimension of sustainable development. This visual effectively illustrates how technological innovation and inclusive design contribute to social equity and sustainable urban development.

Findings in the 7th Grade Science Textbook

The 7th-grade science textbook was analyzed on a unit basis in relation to the SDGs, and the findings are presented in Table 6. The table shows that the integration of the SDGs varies significantly across units. Unit 4 (Pure Substances and Mixtures) stands out as the most strongly linked unit, with 15 associations with different SDG targets. Among the SDGs, “quality education” and “industry, innovation, and infrastructure” are the most frequently addressed, each being linked 7 times. However, environmental and social SDGs, such as “life below water,” “climate action,” and “zero hunger,” receive limited attention. This distribution suggests that the textbook’s contributions to the SDGs primarily focus on scientific knowledge, education, and innovation. In contrast, goals related to environmental sustainability and social equality are insufficiently addressed. The underrepresentation of environmental SDGs (e.g., “life on land” and “climate action”) highlights an opportunity to broaden the textbook’s approach to sustainability. Enhancing the integration of these goals would contribute to a more balanced and comprehensive educational material aligned with the principles of sustainable development.

Table 6

Unit-based SDG Content in the 7th Grade Science Textbook

	1st Unit: The Sun, Solar System, and Beyond	2nd Unit: Cells and Division	3rd Unit: Force and Energy	4th Unit: Pure Substances and Mixtures	5th Unit: Interaction of Light with Matter	6th Unit: Reproduction, Growth, and Development in Living Things	7th Unit: Electrical Circuits	Total
No Poverty	—	—	+	+	—	—	—	2
Zero Hunger	—	+	—	—	—	+	—	2
Good Health and Well- being	—	+	+	+	—	+	—	4
Quality Education	+	+	+	+	+	+	+	7
Gender Equality	+	+	—	+	—	+	—	4
Clean Water and Sanitation	—	—	—	+	—	—	—	1
Affordable and Clean Energy	—	—	+	+	+	—	—	3
Decent Work and Economic Growth	+	+	+	+	+	—	+	6
Industry, Innovation and Infrastructure	+	+	+	+	+	+	+	7
Reduced Inequalities	+	—	—	+	—	—	—	2
Sustainable Cities and Communities	—	—	+	+	+	—	—	3
Responsible Consumption and Production	+	—	+	+	+	—	—	4
Climate Action	—	—	—	—	—	—	—	0
Life Below Water	—	—	—	+	—	—	—	1
Life on Land	—	+	+	+	+	+	—	5
Peace, Justice and Strong Institutions	+	+	+	+	+	+	+	7

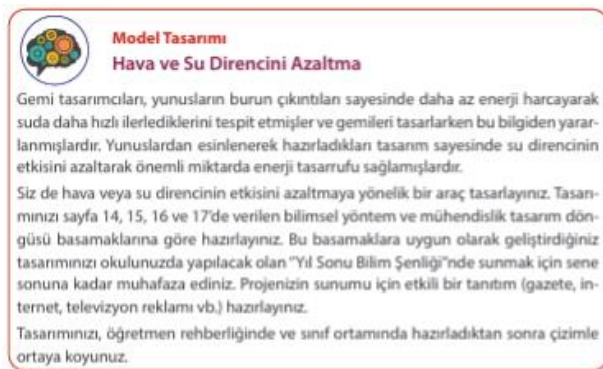
Partnerships for the Goals	+	+	—	+	—	—	—	3
Total	8	9	10	15	8	7	4	

An analysis of the 7th-grade science textbook from a gender equality perspective reveals a noticeable imbalance in the distribution of male and female names and visuals. Some units feature only one gender, excluding the other. For instance, Unit 1 contains male visuals but no female visuals. Unit 4 includes only male names (e.g., Engin, Eymen), while female names and visuals are absent. In general, male visuals are more frequent than female visuals. For example, Unit 3 has nine male visuals compared to only three female visuals. This underrepresentation of females in both names and visuals highlights a significant lack of gender balance, which contradicts the gender equality goal (SDG 5). These findings emphasize the need for a more balanced gender representation in educational materials to ensure an equitable portrayal of both genders.

Table 7*The Number of Images with Female and Male Names in the 7th Grade Science Textbook*

	Number of Female Names (Names)	Number of Female Visuals	Number of Male Names (Names)	Number of Male Visuals
Unit 1	0	3	0	3
Unit 2	1- Özge	5	1-Mehmet	6
Unit 3	0	3	0	9
Unit 4	2- Merve, Elif	0	2- Engin, Eymen	0
Unit 5	2- Azra, Sıla	6	1-Onur	2
Unit 6	1- Ayşe	1	0	1
Unit 7	0	0	0	0

Figure 4 presents selected visuals from the textbook linked to the SDGs. The first visual, including a model design activity, teaches students about the engineering design process while aligning with multiple SDGs: Quality Education (Goal 4.4) aims to develop individuals' technical and vocational skills. In this activity, students enhance their engineering and problem-solving abilities through hands-on learning. Affordable and Clean Energy (Goals 7.3, 7.a) focuses on improving energy efficiency and promoting innovative energy solutions. The design in the visual aims to minimize energy consumption by reducing air and water resistance. Decent Work and Economic Growth (Goals 8.2, 8.3) supports economic growth through technological innovation. This activity encourages students to develop innovative and sustainable designs, fostering their potential contributions to future industries. Industry, Innovation, and Infrastructure (Goal 9.5) seeks to strengthen scientific research and technological advancements. The activity allows students to create engineering-based solutions, aligning with this objective. Life on Land (Goal 15.6) promotes the sustainable use of natural resources. The focus on energy-efficient designs in this activity contributes to environmental conservation. This hands-on activity provides an interactive learning experience that supports sustainable development goals, reinforcing the importance of engineering, innovation, and environmental responsibility.

Figure 4*Sample Visuals Related to the SDGs in the 7th Grade Textbook (p. 100 & p. 135)*

The second visual highlights the global scale of environmental pollution, linking it to multiple SDGs. No Poverty (Goal 1.5) aims to enhance community resilience against natural disasters and environmental

crises. The visual reflects the negative impact of pollution on impoverished communities. Clean Water and Sanitation (Goals 6.1, 6.3, 6.4, 6.5) emphasizes universal access to clean water and sustainable water management. Plastic pollution in oceans poses a significant threat to achieving these targets. Affordable and Clean Energy (Goals 7.a, 7.b) supports renewable energy solutions and eco-friendly infrastructure. The pollution shown in the image highlights the urgent need for sustainable energy transitions. Decent Work and Economic Growth (Goal 8.4) and Industry, Innovation, and Infrastructure (Goals 9.4, 9.5) focus on minimizing the environmental impact of economic activities and promoting innovative sustainable development solutions. Reduced Inequalities (Goal 10.2) addresses inequalities in access to environmental resources, stressing the need for fair distribution and protection of natural assets. Sustainable Cities and Communities (Goals 11.3, 11.6) calls for environmentally responsible urban management. The visual emphasizes the urgent need for global action in this area. Responsible Consumption and Production (Goals 12.2, 12.4, 12.5, 12.6, 12.a) promotes efficient resource use, waste reduction, and environmentally friendly production processes. Life on Land (Goal 15.a) stresses the need for increased financial support for environmental conservation projects. Partnerships for the Goals (Goals 17.6, 17.7) highlights the necessity of international cooperation to combat environmental challenges effectively. This visual strongly conveys the urgency of global solidarity and immediate action in addressing environmental pollution and sustainability issues.

Findings in the 8th Grade Science Textbook

The 8th-grade science textbook was analyzed on a unit basis concerning the SDGs, and the findings are presented in Table 8. The 6th unit (Energy Transformations and Environmental Science) stands out as the most strongly linked unit, with 16 associations with different SDG targets. Among the SDGs, “quality education” and “gender equality” are the most frequently emphasized, each linked 7 times. However, environmental-focused SDGs, such as “life below water” and “climate action”, are only minimally addressed. This distribution indicates that the textbook primarily focuses on education, infrastructure, and social equality, while environmental and ecological sustainability goals receive less attention. Additionally, certain units are highly integrated with the SDGs, while others show limited connections: Unit 4 (Matter and Industry) and Unit 7 (Electric Charges and Electrical Energy) have 15 and 10 SDG associations, respectively. In contrast, Unit 1 (Seasons and Climate) is linked to only one SDG, making it the least related unit. The findings suggest that environmental and ecological sustainability goals should be more effectively integrated into the curriculum. This highlights the importance of developing a more balanced textbook that equally represents all aspects of sustainable development.

Table 8

Unit-based SDG Content in the 8th Grade Science Textbook

	1st Unit: Seasons and Climate	2nd Unit: DNA and Genetic Code	3rd Unit: Pressure	4th Unit: Matter and Industry	5th Unit: Simple Machines	6th Unit: Energy Transformations and Environmental Science	7th Unit: Electric Charges and Electrical Energy	Total
No Poverty	—	—	—	—	+	—	—	1
Zero Hunger	+	+	—	+	+	+	—	5
Good Health and Well- being	+	+	+	+	+	+	—	6
Quality Education	+	+	+	+	+	+	+	7
Gender Equality	+	+	+	+	+	+	—	6
Clean Water and Sanitation	+	—	—	+	—	+	+	4
Affordable and Clean Energy	+	—	—	+	—	+	+	4
Decent Work and Economic Growth	+	+	+	+	+	+	+	7
Industry, Innovation and Infrastructure	+	+	+	+	+	+	+	7

Reduced Inequalities	—	—	—	+	+	+	+	4
Sustainable Cities and Communities	+	+	+	+	+	+	+	7
Responsible Consumption and Production	+	—	+	+	—	+	+	5
Climate Action	+	—	—	—	—	+	—	2
Life Below Water	+	—	—	+	—	+	—	3
Life on Land	+	+	—	+	—	+	+	5
Peace, Justice and Strong Institutions	+	+	+	+	+	+	+	7
Partnerships for the Goals	+	—	—	+	—	+	—	3
Total	15	9	8	15	10	16	10	

An analysis of Table 9 reveals a gender imbalance in the representation of male and female names and visuals in the 8th-grade science textbook. Male visuals and names appear more frequently than female ones. In Unit 2, the number of male visuals (10) is close to that of female visuals (12), indicating a relatively balanced representation. However, this balance is not maintained across other units: Unit 1 has only male visuals (2) and no female names. Unit 4 includes only male names (4) and a small number of male visuals (2), while female representation is entirely absent. Unit 7 shows a more balanced distribution, with three female names and two female visuals, equal to their male counterparts. From a gender equality perspective, these findings highlight a lack of female representation in educational content. To ensure a more equitable and inclusive approach, gender balance should be improved in both the textual and visual content of science textbooks.

Table 9

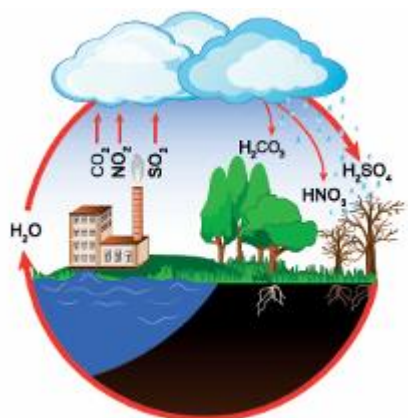
The Number of Images with Female and Male Names in the 8th Grade Science Textbook

	Number of Female Names (Names)	Number of Female Visuals	Number of Male Names (Names)	Number of Male Visuals
Unit 1	0	1	0	2
Unit 2	2-Seher, İpek	12	2-Ege, Ata	10
Unit 3	1-Sema	3	0	3
Unit 4	0	3	4- Erhan, Enes, İhsan, Ekin	2
Unit 5	1-Hatice	1	2-Ömer, Halis	8
Unit 6	1-Canay	1	0	5
Unit 7	3- Defne, Emine, Zeynep	2	2- Onur, Berat	1

The visual in Figure 5 illustrates the formation process of acid rain, emphasizing the environmental impacts of human activities and linking to multiple SDGs: Clean Water and Sanitation (Goal 6.3) focuses on reducing water pollution and improving waste management. Acid rain contaminates water sources, making it harder to achieve this target. Decent Work and Economic Growth (Goal 8.4) encourages reducing the environmental impact of economic activities. The visual highlights the environmental costs of industrial pollution, underscoring the need for sustainable industrial practices. Industry, Innovation, and Infrastructure (Goals 9.2, 9.4) advocates for sustainable industrialization. Controlling emissions that cause acid rain is crucial for developing environmentally responsible industrial technologies. Sustainable Cities and Communities (Goals 11.4, 11.6) aims to minimize urban environmental impacts and protect natural resources. Acid rain damages forests, agricultural lands, and aquatic ecosystems, hindering progress toward these goals. Responsible Consumption and Production (Goals 12.2, 12.4, 12.c) promotes the sustainable use of resources and the reduction of harmful chemical emissions. The visual underscores the importance of minimizing the negative environmental impact of industrial and consumer activities. The visual establishes a strong connection between environmental protection and sustainable development, effectively raising awareness of the need to reduce pollution from industrial and consumption activities.

Figure 5

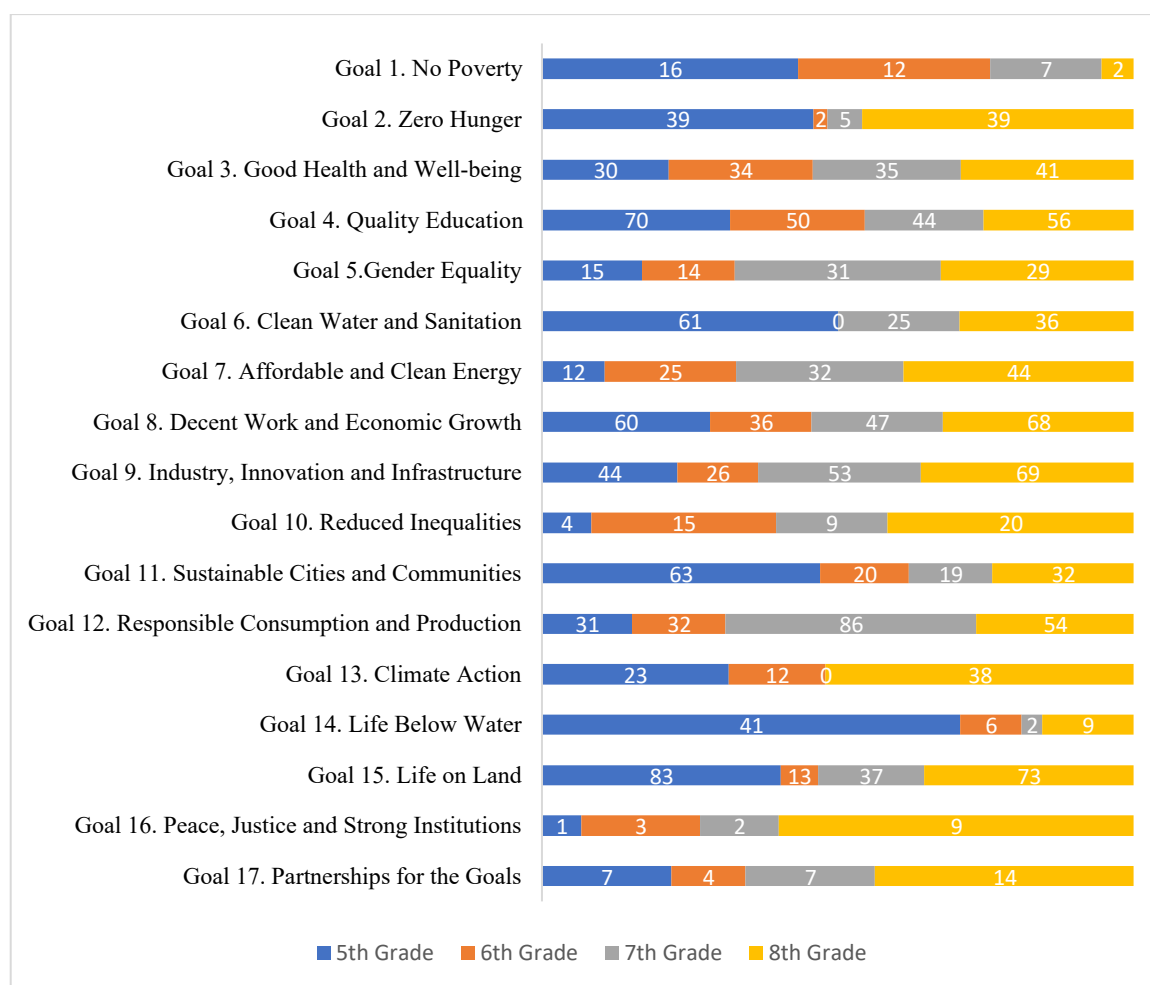
Sample Visuals Related to the SDGs in the 8th Grade Textbook (p. 124)



The visual illustrating deforestation and environmental degradation strikingly conveys the consequences of these issues and is linked to multiple SDGs: Clean Water and Sanitation (Goal 6.3) focuses on protecting water sources and reducing pollution. Deforestation disrupts the water cycle, leading to water contamination and depletion. Decent Work and Economic Growth (Goal 8.4) promotes reducing the environmental impact of economic activities. Sustainable forestry practices are essential for achieving this target. Industry, Innovation, and Infrastructure (Goals 9.2, 9.4) encourages environmentally friendly industrial practices and infrastructure development. Protecting forested areas and utilizing innovative forestry technologies support environmental sustainability. Sustainable Cities and Communities (Goals 11.4, 11.6) aims to minimize urban environmental impacts and protect natural landscapes. Forest loss is a major challenge in reaching these objectives. Responsible Consumption and Production (Goals 12.2, 12.4, 12.c) advocates for sustainable resource use and reducing environmental damage. Unsustainable production and consumption patterns are directly linked to deforestation and conflict with the SDGs. Life on Land (Goals 15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5) focuses on protecting terrestrial ecosystems, preserving biodiversity, and preventing deforestation. The visual highlights the urgent need for ecosystem conservation. This visual strongly emphasizes the importance of preserving ecosystems and the urgency of sustainable development, demonstrating the critical impact of deforestation on biodiversity, water resources, and environmental stability.

Findings in All the Examined Science Textbooks

A comparative analysis of how the SDGs were incorporated into science textbooks at different grade levels revealed that each grade level emphasizes certain SDGs while giving limited attention to others. The most frequently emphasized SDGs across all grade levels are quality Education (Goal 4), Gender Equality (Goal 5), and Industry, Innovation and Infrastructure (Goal 9). These goals receive strong emphasis in textbook content at every grade level. Good Health and Well-being (Goal 3) and Decent Work and Economic Growth (Goal 8) are also frequently addressed in multiple grades. Underrepresented SDGs, especially in 5th and 6th grades, are Climate Action (Goal 13), Life Below Water (Goal 14), and Life on Land (Goal 15). Environmental sustainability goals are less represented, particularly in the 5th and 6th grade textbooks. Grade-level differences in SDG integration were observed as follows: The 6th grade appears to be the most strongly linked to the SDGs, providing a balanced approach to environmental, social, and economic goals. The 5th grade gives less emphasis to certain targets, such as “Partnerships for the Goals” (Goal 17) and “Reduced Inequalities” (Goal 10). The 7th and 8th grades show a partial increase in environmental themes, but this increase does not result in a balanced distribution across all SDGs. Overall, the findings highlight the need for a more holistic and balanced integration of the SDGs across all grade levels. Stronger incorporation of environmental sustainability goals into textbooks is crucial for fostering greater awareness of sustainability issues among students.

Figure 7*Number of the SDGs in Science Textbooks*

An analysis of the science textbooks across four grade levels (5th, 6th, 7th, and 8th grades) revealed significant gender imbalances in the representation of male and female names and visuals. Overall, male names and visuals appear more frequently than female ones. In the 6th grade, male visuals and names are dominantly represented. In the 7th grade, certain units contain no female names or visuals at all. In the 8th grade, while the distribution of male and female visuals varies by unit, male representation remains more prevalent overall. Female names tend to show greater variety, but this diversity is not fully reflected in visuals. Male names and visuals are more frequently emphasized, creating a noticeable gender imbalance. From a gender equality (SDG 5) perspective, these findings highlight the need for more balanced representation in science textbooks. Ensuring equal visibility of both genders in names, visuals, and content is essential for fostering an inclusive and equitable learning environment.

An analysis of the science textbooks across all grade levels indicates that the most frequently emphasized SDGs are Quality Education (Goal 4), Gender Equality (Goal 5), Industry, Innovation, and Infrastructure (Goal 9). These goals are consistently referenced across different grades, often linked to various units, and frequently emphasized. 6th-grade science textbooks include the highest number of SDG references, with Unit 4 (Matter and Heat) being linked to multiple goals. The 5th and 7th grades, however, provide minimal or no coverage of certain SDGs. Environmental sustainability goals—such as Life Below Water (Goal 14), Life on Land (Goal 15), and Climate Action (Goal 13)—are generally underrepresented across all grade levels.

An analysis of SDG integration across different grade levels revealed variations in the extent to which SDGs are incorporated into science textbooks. The 5th and 8th-grade textbooks contain units linked to only a few SDGs, indicating limited integration. The 6th-grade textbooks show the most comprehensive alignment with the SDGs, covering a broader range of sustainability themes. Environmental goals such as Life Below Water (Goal 14) and Climate Action (Goal 13) should be given greater emphasis in higher-grade levels (7th

and 8th grades). These findings suggest that the SDGs should be more evenly distributed across different grade levels and textbook units. Expanding sustainability themes across various topics would ensure a more holistic approach to sustainability education.

DISCUSSION AND CONCLUSION

The study found that each unit in the analyzed science textbooks included one or more SDGs. However, the presence and distribution of SDGs varied across grade levels and units. Some units and grade levels contained fewer SDGs, while others were more strongly aligned with multiple goals. Certain SDG sub-targets were explicitly and clearly presented to students, whereas others were only indirectly or superficially mentioned. Overall, the science textbooks generally align with the SDGs and their sub-targets, but not all SDGs were equally represented. The same SDGs repeatedly appeared across different units and grade levels, leading to a lack of diversity in SDG coverage. Information about SD was found to be age-appropriate for students but was more focused on knowledge-based content rather than practical application. Some SDGs were marked as “included” in the textbooks, not because their sub-targets were directly covered but because the general textbook objectives aligned with the SDG’s broader theme. For example, Peace, Justice, and Strong Institutions (Goal 16) was considered present in all grades and units because textbooks inherently promote public access to knowledge. A similar pattern was observed in social studies curricula, as indicated by Kaya & Tomal (2011), who reached comparable conclusions in their research.

The least represented goal in the textbooks analyzed is climate action. Today, as climate change leads to rising temperatures, melting glaciers, increasing natural disasters such as storms, floods, and wildfires, as well as growing issues like drought and flooding, it is essential to integrate these topics into every subject to raise awareness, educate about the causes, and prevent further consequences for future generations. Therefore, while climate action remains insufficiently covered in science textbooks, additional emphasis should also be placed on Life Below Water and Life on Land. Some studies indicate that environmental activities in science textbooks lack an interdisciplinary approach and that environmental learning outcomes are not sufficiently emphasized in lessons (Güven & Hamalosmanoğlu, 2012). Other research highlights conceptual gaps and inconsistencies in how global issues like climate change are presented in science and technology textbooks (Kırbaşlar et al., 2012). Additionally, recent studies showed that these issues persist, particularly at the elementary school level (Altun et al., 2024). These research findings suggest that, while some progress has been made compared to previous studies in the literature, the desired level has yet to be reached.

Considering that the concept of gender equality should be instilled in childhood, greater attention should be paid to ensuring an equal distribution of male and female names and visuals in textbooks to advance the SDG of gender equality. A few visuals were found to depict professions, roles, and responsibilities without gender bias, which contributes positively to achieving gender equality. Research on the representation of gender equality in textbooks revealed that gender stereotypes continue to be reinforced in these educational materials. An analysis of characters in texts and visuals in elementary school Turkish language textbooks found that gender stereotypes were prevalent and shaped students’ perceptions of gender roles (Kasa & Şahan, 2016). Similarly, studies on social studies textbooks indicate that while the image of women has evolved through different historical periods, there have been times when women were primarily confined to domestic roles (Çelik, 2016). Pamuk and Muç (2021) emphasized the need for textbooks to be structured in accordance with gender equality principles. On the other hand, examinations of elementary and middle school curricula from 2018 suggest that gender inequality has decreased in certain subjects, including science, mathematics, music, life sciences, Turkish, and physical education (Karakuş et al., 2018). A review of the literature shows that research on gender equality and women’s empowerment has primarily focused on the role of women in corporate governance boards, highlighting the importance of increasing female representation and conducting multidimensional studies on the outcomes of such representation (Beloskar et al., 2024). All these findings underscore the significance of directing textbook content toward supporting gender equality, aligning with the results of this study.

The goal of Quality Education, which is a key aspect of SD, was found frequently across all grade levels in the analyzed textbooks. Additionally, the goal of Decent Work and Economic Growth, which ensures that future generations can pursue their desired careers and advance in their respective fields, and the goal of Industry, Innovation, and Infrastructure were also extensively represented in the textbooks.

The SDGs related to Responsible Consumption and Production and Sustainable Cities and Infrastructure are included in science textbooks to address issues such as the depletion of natural resources, environmental pollution, decreasing raw material availability, irresponsible consumption, lack of environmental awareness, and negative impacts on human health. However, given the rapidly escalating environmental challenges, these goals should be further emphasized, and educational content should be expanded to raise greater awareness.

To prevent the negative consequences of impending scarcity, greater emphasis should be placed on the SDGs related to No Poverty, Zero Hunger, Good Health and Well-being, Clean Water and Sanitation, and Affordable and Clean Energy. The scarcity of resources, water shortages, energy crises, and their associated challenges can be mitigated through education, making it essential to further prioritize these goals based on the study's findings. Aktaş et al. (2020) found similar results in their analysis of the objectives and learning outcomes of life sciences, science, and social studies at the primary education level, particularly regarding zero hunger, gender inequality, and clean water and sanitation. In an increasingly globalized world, ensuring equal access to new developments, technologies, and beneficial knowledge while contributing to progress requires that goals such as ending poverty and reducing inequalities be adequately represented in textbooks. In other words, while science textbooks across all grade levels incorporate sub-goals aligned with sustainable development, expanding and enhancing the content and presentation style is necessary for a more effective educational approach.

The textbooks analyzed include the SDGs in general. However, certain goals have not been given sufficient emphasis. The SDGs and their sub-goals should be presented in more detail, with equal representation of each goal, and supported by examples that enhance students' knowledge levels to strengthen the concept of sustainability further. The purpose of this approach is to convey the SDGs more accurately and comprehensively to the new generation, facilitating faster progress toward achieving these goals. This, in turn, is expected to lead to quicker steps toward a more sustainable way of life. On the other hand, solving future environmental challenges depends on future generations, making it essential to consider the integration of sustainability into education. Therefore, future curriculum and textbook revisions should prioritize SDG inclusion as a critical area of focus.

When examining successful country examples of SDG integration into textbooks, Germany's Bavaria region stands out. A comparative analysis conducted by Barak and Avcı (2022) found that Bavaria's secondary education curriculum is more comprehensive in terms of sustainability education compared to Türkiye and that SDGs are effectively integrated into educational programs. This integration enhances students' awareness of sustainability issues and helps them develop as conscious individuals in environmental, economic, and social dimensions.

From a general perspective on the SDGs, systematic analyses (Yamaguchi et al., 2023; Yeh et al., 2022) and bibliometric studies (Jimenez-Prieto et al., 2021; Maryanti et al., 2022) indicate that the SDGs are not only addressed in science education but also integrated into interdisciplinary research, with studies on their implementation increasing over time. Findings from international research align with national studies on SDG-related initiatives (Dündar & Biçer, 2024). Additionally, a parallel trend is observed between national graduate-level studies and SDG-focused research, particularly in areas such as teacher education and awareness studies. The findings of this study contribute to filling the gap in SDG representation in textbooks while also promoting an interdisciplinary perspective, ultimately enhancing sustainability education within specific subject areas.

This study, which examines the integration of the SDGs in middle school science textbooks, has several limitations. First, considering that curricula and textbooks are developed within specific frameworks, it is possible that not all aspects of the SDGs are adequately represented in the textbooks. Additionally, although content analysis was used, the subjectivity involved in setting evaluation criteria and interpreting findings may affect the study's validity. Since textbooks are periodically updated, there is also a risk that the analyzed materials may become outdated. Furthermore, educational policies and publishing standards vary across countries, which can influence the integration of the SDGs into textbooks and make cross-national comparisons more challenging. Lastly, as the study focuses solely on textbook content, it does not provide data on how students and teachers perceive or utilize this content, leading to a potentially incomplete analysis.

Based on the findings of this study, the following recommendations can be made for science teachers, policymakers, textbook authors, and researchers.

For policymakers: Greater emphasis should be placed on climate action, responsible consumption and production, poverty reduction, and reducing inequalities in the science curriculum. Particularly, climate change and other pressing global issues should be covered in more detailed and hands-on content across all grade levels.

For science teachers: The SDGs should not only be taught as theoretical knowledge but also be supported with practical, project-based activities. Teachers can integrate interdisciplinary projects related to climate change, clean water and sanitation, and responsible consumption and production to make these topics more tangible for students.

For textbook authors: Visual representations in textbooks should ensure a balanced portrayal of males and females, and gender biases should be avoided in career and role descriptions.

For researchers: Future studies could examine science textbooks in relation to other disciplines (e.g., social studies and life sciences) to explore interdisciplinary connections. Comparative analyses of textbooks from different countries could provide broader insights into content, scope, and presentation styles. Long-term studies could be conducted to measure the impact of the SDGs on students' knowledge and attitudes. Additionally, separate analyses of elementary, middle, and high school science textbooks would offer detailed insights for developing SDG-aligned content at different educational levels. Lastly, research involving students' and teachers' perspectives on the textbooks would contribute to a more comprehensive understanding of their effectiveness.

REFERENCES

- Akdemir, E. & Çetin Atasoy, D. (2021). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 7. Sınıf Ders Kitabı*, MEB Yayınları. Ankara
- Aktaş, F., Dinçol Özgür, S., & Yılmaz, A. (2020). İlköğretim programlarının BM 2030 sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından incelenmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(1), 61-70. <https://doi.org/10.7212/zkufbd.v10i1.1525>
- Akter, S., Arslan, H.B. & Şimşek M. (2019). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 5. Sınıf Ders Kitabı*, MEB Yayınları. Ankara
- Altun, A., Kurt, N., Altun, Ş. & Kurt, F. (2024). Ortaokul Türkçe ders kitaplarının çevre eğitimi açısından incelenmesi. *Socrates Journal of Interdisciplinary Social Researches*, 10(48), 89–109. <https://doi.org/10.5281/Zenodo.14544263>
- Ateş, H. (2019). Fen bilimleri dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından analizi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 101-127. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2019.120>
- Ayaydın, Y., Usta Gezer, S., & Acar Sesen, B. (2023). A study on sustainable living awareness of gifted secondary school students. *Research on Education and Psychology*, 7(Special Issue 2), 602-624. <https://doi.org/10.54535/rep.1363669>.
- Barak, B. & Avcı, G. (2022). Comparative analysis of Turkey and Germany (Bavaria) secondary education curricula in terms of education for sustainable development. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 13(2), 108-132. <https://doi.org/10.2478/dcse-2022-0022>
- Baysal, Z. N., Cebeci, G., Yıldız-Kaya, S., & Ozan, C. (2022). Examining the third grade life studies book in light of the 2030 sustainable development goals. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 99.
- Beckerman, W. (2015). *A poverty of reason: Sustainable development and economic growth*. Independent Institute.
- Beckerman, W. (2017). Sustainable development: is it a useful concept?. In *The Economics of Sustainability* (pp. 161-179). Routledge.
- Bekiroğlu, D., & Güllühan, N. Ü. (2023). Investigation of life studies and social studies curriculum in the context of sustainable development goals. *Osmangazi Journal of Educational Research*, 10(1), 27-46. <https://doi.org/10.59409/ojer.1240497>
- Bell, D. V. (2016). Twenty first century education: transformative education for sustainability and responsible citizenship. *Journal of Teacher Education For Sustainability*, 18(1), 48-56. <https://doi.org/10.1515/jtes-2016-0004>
- Beloskar, V. D., Haldar, A., & Gupta, A. (2024). Gender equality and women's empowerment: A bibliometric review of the literature on SDG 5 through the management lens. *Journal of Business Research*, 172, 114442. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114442>
- Bulut, B., & Çakmak, Z. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi ve Öğretim Programlarına Yansımaları. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 7(4), 2680-2697.
- Çelik, H. (2016). Tarihi süreçte türk kadını imgesinin sosyal bilgiler güncel ders kitaplarına yansımaları. *Turkish History Education Journal*, 5(1), 263-279.

- Çobanoğlu, E. O. & Türer, B. (2015). Fen bilgisi ve Sosyal Bilgiler öğretmenlerinin sürdürülebilir kalkınma farkındalıklarının belirlenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 235-247.
- Demirçalı, S. & Alkan, B. (2022). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 6. Sınıf Ders Kitabı*, MEB Yayınları. Ankara
- Dere, İ., & Çinikaya, C. (2023). Tiflis bildirgesi ve BM 2030 sürdürülebilir kalkınma amaçlarının çevre eğitimi ve iklim değişikliği dersi öğretim programına yansımaları. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 1343-1366. <https://doi.org/10.48146/odusobiad.1218188>
- Doğan, M., & Karagölge, Z. (2024). Kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 17-40.
- Dündar, R., & Biçer, R. (2024). Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma ile ilgili eğitim öğretim alanında yapılan lisansüstü çalışmaların incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(4), 1917-1940. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2024.-1415088>
- Gümüş, H. E., & Akhan, N. E. (2024). Sosyal bilgiler ve fen bilgisi öğretmen adaylarının sürdürülebilirlik, kalkınma ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarına yönelik metaforik algılarının karşılaştırılması. *International Primary Education Research Journal*, 8(3), 359-373. <https://doi.org/10.38089/iperj.2024.190>
- Güven, E., & Hamalosmanoğlu, M. (2012). İlköğretim 7. sınıf çevre eğitiminin disiplinler arası yaklaşım açısından incelenmesi. *Journal of European Education*, 2(2), 24-30.
- Hoepfl, M. C. (1997). Choosing qualitative research: A primer for technology education researchers. *Journal of Technology Education*, 9(1), 47-63.
- Karakuş, E., Mutlu, E., & Coşkun, Y. D. (2018). Toplumsal cinsiyet eşitliği açısından öğretim programlarının incelenmesi. *Kadın Araştırmaları Dergisi*, (17), 31-54.
- Kasa, B., & Şahan, B. (2016). İlkokul Türkçe ders kitaplarında toplumsal cinsiyet kalıp yargıları. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 4152-4167. <http://dx.doi.org/10.14687/jhs.v13i3.3968>
- Kaya, M. F., & Tomal, N. (2011). Sosyal bilgiler dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından incelenmesi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 49-65.
- Kırbaşlar, F., Özsoy-Güneş, Z., Avcı, F., & Atalar, A. (2012). Fen ve teknoloji ders kitaplarında “madde ve değişim” öğrenme alanındaki bazı kavramların ve örneklendirmelerin incelenmesi. *HAYEF Journal of Education*, 9(2), 61-83.
- Kızılcık, H. Ş., Aygün, M., Şahin, E., Türk, O., Çelikkanlı, N. Ö., & Damlı, V. (2024). Türkiye’de 2018 fizik dersi öğretim programı’nda sürdürülebilir kalkınma: 9. ve 10. sınıflar. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22(2), 944-970. <https://doi.org/10.37217/tebd.1413230>
- Krippendorff, K. (2018). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology* (4th ed.). Sage Publications.
- Maryanti, R. I. N. A., Rahayu, N. I., Muktiarni, M., Al Huseini, D. F., Hufad, A., Sunardi, S., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). Sustainable development goals (SDGs) in science education: Definition, literature review, and bibliometric analysis. *Journal of Engineering Science and Technology*, 17, 161-181.
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent social sciences*, 5(1), 1653531. <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.

- Ölçer, S., & Öztürk, M. K. (2025). İlkokul 4. sınıf Türkçe dersi 2019-2024 öğretim programlarının ve ders kitaplarının sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından incelenmesi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 13(1), 216-234. <https://doi.org/10.16916/aded.1571859>
- Özer, M., & Kurt Gökçeli, F. (2024). 2030 Sürdürülebilir kalkınma hedefleri bağlamında 2013 okul öncesi eğitim programının incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(2), 896-913. <https://doi.org/10.24315/tred.1400377>
- Pamuk, A., & Muç, K. (2021). Women's gender roles in history textbooks in Turkey. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 8(2), 133-147. <https://doi.org/10.52380/ijpes.2021.8.2.391>
- Prieto-Jiménez, E., López-Catalán, L., López-Catalán, B., & Domínguez-Fernández, G. (2021). Sustainable development goals and education: A bibliometric mapping analysis. *Sustainability*, 13(4), 2126. <https://doi.org/10.3390/su13042126>
- Şaşmaz, A. (2024). Awareness of sustainable development goals among prospective educators. *Uluslararası Sosyal Bilgiler Eğitimi Dergisi*, 6(1), 45-67.
- Torun, K. T. (2024). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınma farkındalıklarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Tosun, A., & Gökçe, N. (2023). Bilsem Coğrafya Dersi Öğretim Programının Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Açısından Değerlendirilmesi. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, 6(5), 1240-1253. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10446247>
- Travers, M. (2001). *Qualitative research through case studies*. SAGE Publications.
- UNESCO (2015). Education 2030. Incheon Declaration and Framework for Action. Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all. Paris, UNESCO. Available online: <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/incheon-framework-for-action-en.pdf>
- Wibowo, Y. G., & Sadikin, A. (2019). Biology in the 21st-Century: Transformation in biology science and education in supporting the sustainable development goals. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 5(2), 285-296. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i2.7956>
- Yalçın, A. (2022). 21. Yüzyılda sürdürülebilir kalkınma hedefleri: Türkiye'de sosyal bilgiler dersi öğretim programının yapısal olarak incelenmesi. *Harran Maarif Dergisi*, 7(1), 117-149.
- Yalçın, C. (2019). *Sürdürülebilir kalkınma bağlamında Türkiye'de çevre politikaları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Yamaguchi, N. U., Bernardino, E. G., Ferreira, M. E. C., de Lima, B. P., Pascotini, M. R., & Yamaguchi, M. U. (2023). Sustainable development goals: a bibliometric analysis of literature reviews. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5502-5515. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24379-6>
- Yancı, (2019). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokul Fen Bilimleri 8. Sınıf Ders Kitabı*, SRD Yayınları. Ankara
- Yeh, S. C., Hsieh, Y. L., Yu, H. C., & Tseng, Y. H. (2022). The trends and content of research related to the Sustainable Development Goals: a systemic review. *Applied Sciences*, 12(13), 6820. <https://doi.org/10.3390/app12136820>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Somut Manipülatiflerle Zenginleştirilmiş Matematik Öğretimi Ortamında Matematik Öğretmeni Adaylarından Yansımalar

Gülçin Oflaz¹ 
Duygu Altaylı Özgül^{2*} 
Kübra Polat³ 

*Sorumlu Yazar

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,
Matematik ve Fen Bilimleri
Eğitimi Bölümü, Sivas, Türkiye
erengulcin3@hotmail.com

² Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,
Matematik ve Fen Bilimleri
Eğitimi Bölümü, Sivas, Türkiye
altayliduygu@gmail.com

³ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,
Matematik ve Fen Bilimleri
Eğitimi Bölümü, Sivas, Türkiye
kubrapolat@hotmail.com

Geliş tarihi: 27.01.2025
Kabul tarihi: 20.02.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Bu çalışma, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının somut manipülatiflere ilişkin bilgi düzeylerini belirlemeyi ve somut manipülatiflerle desteklenmiş bir öğretim ortamından elde edilen bulguları analiz etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, öğretmen adaylarının somut manipülatiflerle zenginleştirilmiş etkinlikler (SMZE) hazırlamalarına yönelik yapılan müdahalelerin, geliştirdikleri etkinlikler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada, tasarım araştırması modelinden yararlanılmıştır. Çalışma, 15 haftalık bir etkinlik tasarlama, oluşturma ve iyileştirme döngüsü kapsamında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, İç Anadolu Bölgesi'nde bir üniversitenin eğitim fakültesinde ilköğretim matematik öğretmenliği programında 3. sınıfa devam eden 54 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri; somut manipülatif bilgi formu, etkinlik değerlendirme rubriği ve süreç değerlendirme formu ile toplanmıştır. Araştırmanın sonucunda; öğretmen adaylarının somut manipülatiflere ilişkin bilgi ve becerilerinin başlangıçta yetersiz olduğu, ancak bu eksikliklerin SMZE odaklı bir eğitimle giderilebileceği görülmüştür. Bu eğitim, öğretmen adaylarının somut manipülatifleri kullanarak etkinlik tasarlama becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmuş ve özellikle cebir ile geometri öğrenme alanlarında oluşturdıkları etkinliklerin niteliğini artırmıştır. Matematik öğretiminde manipülatiflerin kullanımını yaygınlaştırmak ve öğretmen adaylarının kavramsal bilgi düzeyleri ile öğretim becerilerini güçlendirmek için lisans eğitiminde manipülatiflerin etkili kullanımına yönelik programlar geliştirilmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelime: Somut Manipülatif, Öğretmen Adayı, Tasarım Araştırması, Matematik Eğitimi

GİRİŞ

Matematik eğitiminin amaçlarından biri, öğrencilerin matematik kavramlarını gerçek ve somut deneyimlerle oluşturmalarıdır. Bu bağlamda, matematik öğretiminde geleneksel yaklaşımlardan ziyade, öğrenci odaklı yöntemler, teknikler ve stratejilerin ön planda tutulması hedeflenmektedir. Matematik öğretim programı, öğrencilerin bilgiyi keşfetmelerini ve anlamlandırmalarını teşvik eden, soyut kavramları somut modellerle destekleyen öğrenme ortamlarının geliştirilmesini önermektedir. Nitekim Maarif Modeli'nde matematik eğitimi, matematiksel muhakeme, matematiksel problem çözme, matematiksel temsil, veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme ile matematiksel araç ve teknoloji kullanım becerisi olmak üzere beş temel alan becerisi etrafında yapılandırılmıştır. Bu alan becerileri, kavramsal beceriler üzerine inşa edilerek daha geniş bir bütünleşik beceri seti oluşturacak şekilde geliştirilmiştir. Matematiğe özgü bütünleşik beceriler, yalnızca genel becerilerle karşılanamayan süreçler ve durumlar için tanımlanmış olup kavramsal beceriler ile matematik alan becerileri arasında güçlü bir etkileşim olduğu öngörülmektedir. Bu iki beceri grubu, birbirini karşılıklı olarak besleyerek öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin derinleşmesine katkı sağlamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024). Bu becerilerin kazandırılması sürecinde, matematik kavramlarının soyut doğası, öğrencilerin bu kavramları anlamlandırmalarında zorlanmalarına neden olmaktadır. Bu nedenle bu kavramların öğretiminin de somut manipülatiflerle desteklenmesi gerekmektedir. Bu süreçte öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılmaları, bu manipülatiflerle etkileşime girmeleri ve akranlarıyla fikir alışverişinde bulunarak kendi bilgilerini oluşturmaları beklenmektedir.

Somut manipülatifler, soyut matematik kavramlarını somutlaştırmak amacıyla tasarlanmış matematik araç-gereçleri ve günlük yaşamda karşılaşılan nesneler ya da resimlerdir (Van de Walle, 2010). Bu araçlar, görsel, dokunsal ve genel olarak duysal olarak matematik öğrenmeyi destekler ve öğrencilere soyut matematiksel kavramları daha somut bir şekilde keşfetme fırsatı sunar (Bartolini & Martignone, 2020). Matematiksel kavramların veya süreçlerin öğrenilmesinde kullanılan manipülatifler, sadece eğitimde kullanılan özel materyallerle (örneğin, simetri öğretiminde simetri aynası ya da hacim öğretiminde birim küpler gibi) sınırlı olmayıp, aynı zamanda günlük yaşamda kolayca bulunabilen fasulye ve çubuk gibi

nesnelerle de gerçekleştirilebilir (Golafshani, 2013; Hiebert & Carpenter, 1992; Moyer, 2001). Özellikle ilkokul yıllarında, öğrencilerin ilk matematiksel kavramlarını geliştirdikleri dönemde somut manipülatiflerin kullanılması, akıl yürütme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağlar (Kelly, 2006). Öğrenciler, manipülatifler üzerinde düşünerek matematiksel kavramları gerçek yaşam bilgileri ile ilişkilendirme imkânı bulur, bu da kavramsal öğrenmeyi destekler ve öğrenilen bilgilerin daha uzun süre bellekte kalmasını sağlar (Brecht, 2000; Domino, 2010). Ayrıca kavramlar hakkında derin bir anlayış geliştiren öğrencilerin zihninde daha az çelişki oluşur ve bu anlayış ezberlenmesi gereken kuralların en aza indirilmesine yardımcı olur (Shaw, 2002). Sonuç olarak, somut manipülatifler, matematiksel kavramların somutlaştırılmasını kolaylaştırarak öğrencilerin bu kavramları derinlemesine anlamalarına ve bilgilerini pekiştirerek ilerleyen matematik öğrenmelerine sağlam bir temel oluşturur.

Somut manipülatiflerin kullanımı, öğrencilerin elleriyle kavrayıp manipüle edebilecekleri nesnelerle gerçekleştirildiği için, öğrenme ortamına aktif katılımı sağlar (Gürbüz, 2007; Larbi & Mavis, 2016). Öğrencilerin matematiksel kavramları somut deneyimlerle pekiştirmeleri, soyut düşünme becerilerini geliştirir ve öğrenmenin kalıcılığını artırır. Bu bağlamda, matematik eğitiminin temel ilkelerini ortaya koyan kuramcılar, soyut matematiksel kavramların öğrenilmesinde önce somut nesnelerle başlanması gerektiği, ardından çeşitli zihinsel eylemlerle bu bilgilerin soyut hale dönüştürülmesi gerektiği konusunda hemfikirler (Bruner, 1966; Dienes, 1971; Piaget, 1964). Somut nesneler, öğrencilerin gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olur ve bu etkileşim, soyutlamanın ilk aşamasını oluşturur (Dienes, 1971). Piaget (1964) ise bireylerin öğrenme sürecinde aktif olmaları gerektiğini ve bilgiyi somut deneyimlerden soyutlayarak edindiklerini belirtmiştir. Böylece, somut manipülatifler hakkında edinilen zihinsel ve fiziksel eylemler, matematiksel ilişkiler ve bilgilerin yansıtıcı soyutlanmasını sağlayarak öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlar (Kwon & Capraro, 2018; Sriraman & English, 2005).

Somut manipülatiflerin öğretim ortamında kullanılmasının öğrencinin matematik başarısını artırdığı ve derse karşı olumlu tutum geliştirmesini sağladığı yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Boggan, Harper & Whitmire, 2010; Clements, 1999; Cope, 2015; Erdem & Öztürk, 2023; Golafshani, 2013; Gürbüz, 2006; Koparan & Özbey, 2018; Kwon & Capraro, 2018; Moyer-Packenham vd., 2012; Larbi & Mavis, 2016; Laski vd., 2015). Derslerde somut manipülatif kullanımının etkili bir şekilde gerçekleşmesi büyük ölçüde matematik öğretmenlerinin bu konudaki bilgi, beceri ve deneyimlerine bağlıdır (Brecht, 2000; Maboya, 2014; Moyer, 2001). Manipülatiflerin matematik öğretimi kolaylaştıracağı ve artıracığı yönündeki genel kanıyla birlikte bu malzemelerin sihirli olmadığı da kabul edilmelidir. Zira somut manipülatifler kendi başlarına bir anlam ifade etmezler (Ball, 1992). Manipülatiflerin matematiksel kavramlarla ilişkilendirilmesi ve öğrenciler için anlamlı hale gelmesi, öğretmenin somut manipülatiflerin kullanımı konusundaki deneyimine ve bu manipülatiflerin uygun zamanda kullanılmasına bağlıdır (Ahmad, 2024). Matematik öğretiminde somut manipülatiflerin etkili olabilmesi için öğretmenlerin, uygun manipülatifleri seçme ve bunları etkin bir şekilde kullanabilme bilgi ve becerisine sahip olmaları gerekmektedir (Pişintunç, Durmuş & Akkaya, 2012; Puchner vd., 2008). Öğretmen adaylarının matematik ve matematik öğretimi ile ilgili geçmiş deneyimleri ve tutumları, mesleğe başladıklarında yapacağı öğretimi etkilemektedir. Üniversite eğitimi sırasında öğrencilerin alacakları derslerin kalitesi ve içeriği, öğretmenin nitelikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olacaktır (Büyükgöze Kavas & Bugay, 2009). Bu bağlamda, derslerin içeriği sadece öğrencinin bilgi seviyesini artırmakla kalmaz, aynı zamanda öğretmenin öğretim yeterliliklerini geliştirme açısından da fırsatlar sunar. Böylece öğretmen adayları derinlemesine bilgi edinmenin yanı sıra çeşitli öğretim stratejileri ve yöntemleri öğrenerek kendi öğretim becerilerini de şekillendirirler. Dolayısıyla geleneksel yolla eğitim almış öğretmen adaylarının mesleğe başladıklarında farklı öğretim teknikleri kullanmaları beklenemez. O halde mesleğe başladıklarında yapacakları öğretimin kalitesinin, lisans yıllarında aldıkları eğitimle doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir. Eğitim hayatları boyunca öğretmen adaylarının büyük bir kısmı, somut manipülatiflerle çalışma deneyimi edinmemektedir. Bu adayların, öğretmenlik yaşamlarında somut manipülatifleri etkili bir şekilde kullanabilmeleri, lisans eğitimlerinde bu araçlara yönelik bilgi ve becerilerinin geliştirilmesine bağlıdır. Dolayısıyla, öğretmen yetiştiricilerinin derslerinde somut manipülatif kullanımına yer vermeleri büyük önem taşımaktadır (Çakıroğlu & Yıldız, 2007). Bu konuda yapılmış çalışmalar öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğretmen yetiştiricilerinin özellikle de yeni geliştirilen somut manipülatiflerin kullanımı konusunda eğitim almaları gerektiği, öğretmen adaylarının matematik öğretimi derslerinde somut manipülatif kullanarak etkinlikler tasarlama ile pratik yapmaları önerilmektedir (Akkan & Çakır, 2012; Çetin vd., 2019; Gökmen, Budak & Ertekin, 2016; Pişintunç vd., 2012). Nitekim öğretmenlerin sınıflarında kendi öğrencilik dönemlerinde kullandıkları ya da kendilerine tanıdık gelen somut manipülatifleri kullanma eğiliminde oldukları, hiç somut manipülatif kullanmamış öğretmenlerin ise derslerinde manipülatif kullanmama eğiliminde oldukları belirtilmektedir (Çakıroğlu & Yıldız, 2007; Gökmen vd., 2016).

Öğrencilerin matematik kavramlarını gerçek ve somut tecrübelerle anlamlandırdıklarında daha etkili öğrenme gerçekleştiği düşünüldüğünde, özellikle ilkököl ve ortaoköl seviyesinde derslerde somut manipölatif kullanımı teşvik edilmektedir. Ancak uygun somut manipölatifleri seçme ve matematiksel kavramla ilişkilendirme konusunda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sınırlı tecrübesi olduğu da bilinmektedir. Öğretmenler ve öğretmen adayları somut manipölatif kullanımının amacını anlamadıklarında veya matematiksel kavramları bu araçlarla somutlaştırmada zorluk yaşadıklarında, kısacası somut manipölatif kullanımına yönelik yeterli deneyime sahip olmadıklarında, bu araçların ders ortamında kullanımı, matematik öğretim programlarının hedeflediğı düzeyde gerçekleşmeyecektir. Bu nedenle de öğretmen adaylarının matematik öğretimi derslerinde somut manipölatiflerle zenginleştirilmiş dersler almaları, somut manipölatiflerin kullanımına yönelik öğrenme ortamının tasarlanması ve bu öğrenme ortamının öğretmen adaylarının somut manipölatif kullanımına ilişkin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesinin alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada matematik öğretmen adaylarının somut manipölatifler hakkında bilgi düzeyi belirlenmiş, somut manipölatiflerle zenginleştirilmiş bir öğretim ortamı tasarlanarak bu ders ortamından yansımalar ortaya konmuştur.

Araştırmanın Problemi ve Alt Problemleri

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının somut manipölatiflerle zenginleştirilmiş öğrenme ortamı tasarlama becerileri nasıl geliştirilebilir?

1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının sayılar ve işlemler, cebir, geometri ve ölçme öğrenme alanlarında hazırlamış oldukları etkinliklerden aldıkları puanlar ne düzeydedir?
- 1.1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının sayılar ve işlemler, cebir ile geometri ve ölçme öğrenme alanlarında hazırlamış oldukları etkinliklerden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının etkinlik değerlendirme rubriğinden aldıkları puanların öğrenme alanlarına göre dağılımı nasıldır?
3. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının somut manipölatif kullanımını desteklemek amacıyla hazırlanan öğretim tasarımına yönelik görüşleri nelerdir?

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

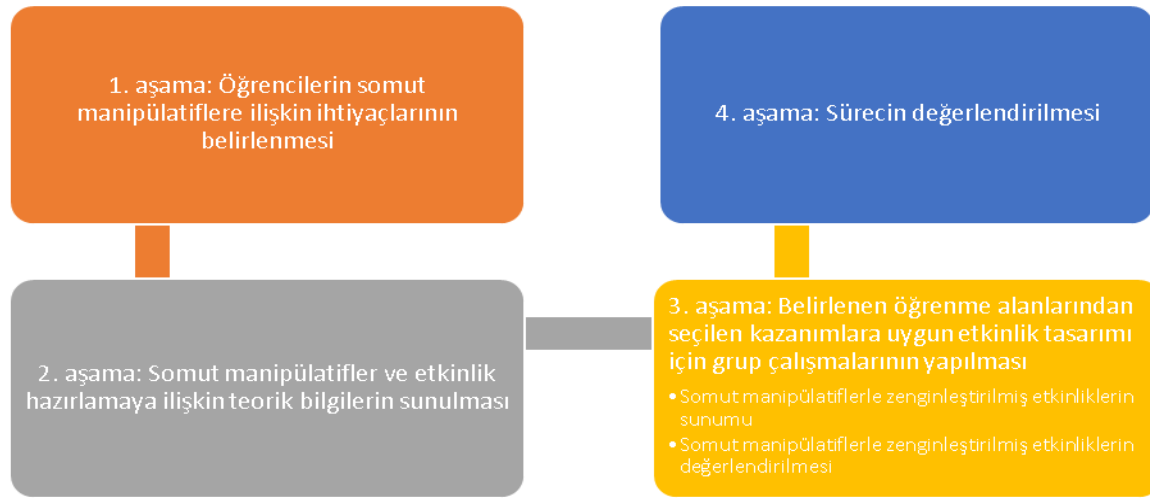
Bu araştırmanın modeli tasarım araştırmasıdır. Amacı etkili öğrenme müdahalesinin tasarımı ve pratik sorunlara çözüm bulma olarak belirtilen tasarım tabanlı araştırmalarda, gerçek bağlamda eğitim ortamlarında uygulanan ve test edilen müdahaleler söz konusudur (Demo vd., 2021). Bu araştırmada öğretmen adaylarının somut manipölatiflerle zenginleştirilmiş etkinlik [SMZE] hazırlamalarına yönelik uygulanan müdahaleler ve bu müdahalelerin öğretmen adaylarının geliştirmiş oldukları etkinliklere yansımaları incelenmiştir. Tasarım tabanlı araştırmalarda çözülmek istenen problemle bağlantılı kişiler iş birliği yaparak problemi çözmeye çalışmaktadır (Wang & Hannafin, 2005). Bu araştırmada öğretmen adayları ve araştırmacılar SMZE'lerin hazırlanmasında iş birliği içinde çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının süreç içinde hazırladıkları etkinliklere araştırmacılar ve diğer öğretmen adayları dönüt vererek etkinlik geliştirme süreci iyileştirilmeye çalışılmıştır. Tasarım araştırmalarında yinelemeli bir süreç söz konusudur (Demo vd., 2021). Bu çalışmada 15 haftalık etkinlik tasarlama, etkinliği oluşturma ve etkinliği iyileştirme döngüsü gerçekleştirilmiştir. Tasarım araştırmalarında tek bir olguyu anlamak için farklı metodolojileri birleştirerek birden fazla veri toplama işlemi gerçekleştirilir (Wang & Hannafin, 2005). Bu araştırmada da öğretmen adaylarının SMZE hazırlamalarına yönelik uygulanan müdahaleler ve bu müdahalenin öğretmen adaylarının geliştirmiş oldukları etkinliklere yansımalarının anlaşılması için nitel ve nicel veriler toplanmıştır. Nitel veriler öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler neticesinde, nicel veriler ise öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları etkinliklerin etkinlik değerlendirme rubriği ile değerlendirilmesi neticesinde elde edilmiştir. Yapılan bu tasarım araştırmasındaki aşamalar Şekil 1'de verilmiştir.

Araştırmanın birinci aşaması SMZE hazırlamanın ihtiyaç analizi niteliğindedir. Bu aşamada, öğretmen adaylarının somut manipölatiflere ilişkin bilgileri ve bu doğrultuda ihtiyaçları belirlenmeye çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının ihtiyaçlarının belirlenmesi amacıyla somut manipölatiflerin isimleri ve kullanıldığı öğrenme alanlarına ilişkin soruların yer aldığı görüşme formu kullanılmıştır. Görüşmeye katılan 43 öğretmen

adayının forma verdikleri yanıtlar incelendiğinde (Tablo 1); sayılar ve işlemler öğrenme alanında 36 öğretmen adayının 0-5 puan, 7 öğretmen adayının 6-10 puan aldığı; cebir öğrenme alanında ise 41 öğretmen adayının 0-5 puan, 2 öğretmen adayının 6-10 puan aldığı görülmektedir. Bu durumda öğretmen adaylarının bu öğrenme alanlarındaki manipülatiflere yönelik bilgilerinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın geometri ve ölçme öğrenme alanında bir öğretmen adayı 0-5 puan, 36 öğretmen adayı 6-10 puan, 6 öğretmen adayı ise 11-15 puan almıştır. Bu durumda öğretmen adaylarının geometri ve ölçme öğrenme alanındaki manipülatiflere ilişkin bilgilerinin diğer alanlardaki manipülatiflere ilişkin bilgilerinden daha fazla olduğu söylenebilir. Ancak bu alandaki puanın da yeterli olmadığı dolayısıyla her üç öğrenme alanında manipülatiflerle zenginleştirilmiş öğretim tasarımına ihtiyaç olduğu görülmüştür.

Şekil 1

Tasarım Araştırması Aşamaları



Tablo 1

Öğretmen Adaylarının Manipülatif Bilgi Formuna Yönelik Yanıtları

Puan	Sayılar ve İşlemler Öğrenme Alanı (f)	Cebir Öğrenme Alanı (f)	Geometri ve Ölçme Öğrenme Alanı (f)
0-5	36	41	1
6-10	7	2	36
11-15	-	-	6
16-20	-	-	-
Toplam	43	43	43

İkinci aşama beş hafta boyunca öğretmen adaylarına somut manipülatiflere ve etkinlik hazırlamaya ilişkin teorik bilgiler sunulduğu süreci kapsamaktadır. Bu aşamada öğretmen adaylarına verilen teorik bilgilerin içeriği Tablo 2’de verilmiştir.

Üçüncü aşamada ise 10 hafta boyunca oluşturulan gruplar öğrenme alanlarında seçilen kazanımlara uygun etkinlik tasarımı yapmışlardır. Bu aşamada öncelikle öğretmen adaylarına her iki haftada bir etkinliğin hazırlanacağı öğrenme alanı verilmiştir. Bu öğrenme alanından öğretmen adayları kendi seçtikleri sınıf düzeyinden bir kazanım belirlemişlerdir. Seçmiş oldukları kazanıma göre etkinlik hazırlama sürecini planlamışlardır ve grup olarak etkinliklerini hazırlayarak sunmuşlardır. Sunulan etkinlik tüm sınıfça incelenerek tartışılmış ve etkinliğe ilişkin fikirler sunulmuştur. SMZE döngüsü sırasıyla sayılar ve işlemler, cebir, geometri ve ölçme öğrenme alanlarının her biri için işlemiştir. Öğretmen adaylarına öğrenme alanı verildikten sonra öğretmen adayları bir hafta boyunca istedikleri vakitte somut manipülatiflerin olduğu sınıfta çalışma yapabilmişlerdir. Grupların SMZE hazırlama [SMZEH] süreci Şekil 2’de şematize edilmiştir.

Son olarak dördüncü aşamada sürecin değerlendirilmesine ilişkin süreç değerlendirme formu ile

öğretmen adaylarından görüş alınmıştır.

Tablo 2

Öğretmen Adaylarına Verilen Teorik Bilgilerin İçeriği

Hafta	Teorik içerik	Süreç
1	Etkinlik kavramının teorik temelleri	Etkinlik kavramının teorik temelleri verilmiştir
2	Etkinliğin tarihsel gelişimi	Matematik etkinliklerinin tarihsel gelişimi incelenmiştir
3	Etkinlik tasarlama ilkeleri	Etkinlik tasarlama ilkeleri örneklerle gösterilmiştir
4	Matematik eğitiminde disiplinlerarası etkinlikler	Matematik eğitiminde STEM etkinlik örnekleri verilmiştir
		Ortaokul matematik öğretim programındaki kazanımlar sınıflara ve öğrenme alanlarına göre incelenmiştir
		Manipülatifler hakkında genel bilgi verilmiştir
5	Manipülatifler ve ortaokul matematik öğretim programının tanıtılması	Somut manipülatiflerle ilgili örnekler gösterilmiş, örnek etkinlik sunulmuştur
		Verilen somut manipülatiflerin sayılar ve işlemler öğrenme alanındaki kazanımlara uygulanabilirliği hakkında grup tartışmaları yapılmıştır

Şekil 2

SMZE Hazırlama Süreci



Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu İç Anadolu Bölgesi'nde bir üniversitenin eğitim fakültesinde ilköğretim matematik öğretmenliği programında 3. sınıfa devam eden 54 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde ölçüt örnekleme tekniği kullanılmıştır. Bu çalışmada belirlenen ölçüt, öğretmen adaylarının matematik öğretimi ve öğrenme yaklaşımları derslerinin bir kısmını almış olmaları, matematik öğrenme alanlarının öğretimi ile ilgili dersleri ise almaya devam ediyor olmalarıdır. Böylece somut manipülatiflerle zenginleştirilmiş etkinlik hazırlamaya ilişkin edindikleri bilgi ve deneyimleri, diğer matematik öğretimi dersleri ile ilişkilendirmeleri beklenmektedir. Öğretmen adayları, uygulamanın başında kendi tercihlerine göre 10 gruba ayrılmıştır. Uygulama süresince bu gruplarda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

Araştırmacının Rolü

Bu araştırmada yer alan araştırmacılardan biri öğretmen adaylarının ihtiyaçlarının belirlenmesi aşaması (1. aşama), somut manipülatifler ve etkinlik hazırlamaya ilişkin teorik bilgilerin sunulması aşaması (2. aşama) ve belirlenen öğrenme alanlarından seçilen kazanımlara uygun etkinlik tasarımı için grup çalışmalarının yapılması aşamasında (3. aşama) görev almıştır. Diğer araştırmacılar ise öğretmen adaylarının somut manipülatiflere ilişkin hazırlamış oldukları etkinliklerin ve sürecin değerlendirilmesi aşamasında (4. aşama) öğretmen adaylarından görüş alma sürecinin değerlendirilmesinde görev almıştır. Araştırmacıların tamamı raporlaştırma ve veri analizinde görev almışlardır.

Veri Toplama Araçları ve Verilerin Analizi

Bu araştırmada öncelikle öğretmen adaylarının ihtiyaçlarını belirlemeye yönelik araştırmacılar tarafından geliştirilen “Somut Manipülatif Bilgi Formu” kullanılmıştır. Bu formda matematik eğitiminde farklı öğrenme alanlarında kullanılabilen manipülatiflerin görselleri bulunmaktadır. Öğretmen adaylarına bu manipülatiflerin isimleri sorulmuştur (EK-1). Bu forma verilen cevaplar neticesinde öğretmen adaylarının manipülatiflere ilişkin ihtiyaçları belirlenmiş ve bu ihtiyaçlar doğrultusunda manipülatifler ve etkinlik hazırlamaya ilişkin teorik bilgilerin sunulması gerçekleşmiştir.

Bu araştırmanın verilerini toplamak için kullanılan diğer veri toplama aracı; Yeşildere İmre (2020, s.176) tarafından özetlenen etkinlik tasarım ilkeleri esas alınarak araştırmacılar tarafından oluşturulan etkinlik değerlendirme rubriğidir (Tablo 3). Toplamda 10 grup olmak üzere 5-6 kişilik gruplar şeklinde çalışan öğretmen adayları sayılar ve işlemler, cebir, geometri ve ölçme öğrenme alanlarının her birine ait bir etkinlik hazırlamışlardır. Bu durumda üç öğrenme alanına ait toplam 30 etkinlik araştırmalar tarafından değerlendirilmiştir. Öncelikle 10 grup olarak çalışan öğretmen adaylarının geliştirmiş oldukları etkinlikler araştırmacılar tarafından değerlendirme rubriği ile puanlanmıştır. Değerlendirme rubriğinde etkinliğin hedeflediği kazanımın analizi, etkinliğin tasarlanma amacı, öğrenci bilgisinin değerlendirilmesi, etkinlikte incelenecek örneklerin seçimi ve yönergelerin yazımı, değerlendirme ve etkinlik uygulama sürecinin tasarımı olmak üzere altı kriter bulunmaktadır. Bu kriterlere ait alt kriterler de mevcuttur. Etkinlikler, bu kriterlere göre 0, 1 ve 2 puan aralığında değerlendirilmiş olup, etkinliklerden alınabilecek maksimum puan 20'dir. Grupların her bir öğrenme alanından hazırlamış oldukları etkinliklerden alınan puanlara ilişkin betimsel bilgiler bulgular kısmında sunulmuştur. Ayrıca her bir grubun üç öğrenme alanına yönelik hazırlamış olduğu etkinlik puanları arasında anlamlı farkın olup olmadığının belirlenmesi için öncelikle puanların normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Puanlar normal dağılım sergilemediği için Wilcoxon İşaretli Sıralar nonparametrik testi yapılmıştır.

Tablo 3

Etkinlik Değerlendirme Rubriği

Tasarım ilkeleri	Kriterler	Puan		
		Boş-uygun olmayan (0 puan)	Kısmen (1 puan)	Tam (2 puan)
1. Etkinliğin hedeflediği kazanımın analizi	1.1. Etkinlik ile kazanım ilişkisi			
	1.2. Kazanımda yer alan uyarıları dikkate alma			
2. Etkinliğin tasarlanma amacı	2.1. Kazanım ve etkinliğin amacının birbiriyle uyumu			
	2.2. Kazanıma uygun somut manipülatif kullanımı			
3. Öğrenci bilgisinin değerlendirilmesi	3.1. Olası öğrenci güçlüklerine engel olacak şekilde etkinliğin tasarlanması			

3.2. Etkinlikte öğrencilerin ön bilgilerini dikkate alma

Tablo 3 (Devam)

Tasarım İlkeleri	Kriterler	Puan		
		Boş-uygun olmayan (0 puan)	Kısmen (1 puan)	Tam (2 puan)
4. Etkinlikte incelenecek örneklerin seçimi ve yönergelerinin yazımı	4.1. Etkinlikteki soruların öğrencilerin keşfetmesi beklenen ilişkiye yönelik hazırlanması			
	4.2. Etkinlikteki yönergelerin yeterli ve anlaşılır olması			
5. Değerlendirme	Etkinlikte öğrencileri başarılı kabul eden değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi			
6. Etkinlik uygulama sürecinin tasarımı	Sınıf, öğrenci, öğretmen ve etkinlik bağlamlarını dikkate alan etkinlik tasarımı			

Uygulama sonrası sürecin değerlendirilmesi amacıyla öğretmen adaylarının görüşleri, süreç değerlendirme formu kullanılarak yazılı olarak toplanmıştır. Formda, öğretmen adaylarına "SMZE öğretim tasarımına yönelik görüşleriniz nelerdir?" sorusu yöneltilmiş ve elde edilen veriler içerik analiziyle incelenmiştir.

Geçerlik-Güvenirlilik

Nitel araştırmalarda inanırlığı (dış güvenirliliği) sağlamak için en etkili yöntem, araştırmacının önyargılarını kontrol etmesi ve çalışma yapılan grubu tanıma açısından uzun süreli etkileşimde bulunmaktır (Başkale, 2016). Bu araştırmada araştırmacılar çalışma yapılan grubu uzun süredir tanımaktadır. Bu açıdan gerek araştırmacıların önyargılarını kontrol ettiği gerekse öğrencilerin kendilerini rahat ifade edebildikleri söylenebilir. Araştırmanın verilerini görüşmeler ve öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinliklerin oluşturması, araştırmanın inandırıcılığına katkı sağlamıştır. Ayrıca veri toplama araçlarının geliştirilmesinde ve verilerin yorumlanmasında matematik eğitimi alanında çalışan akademisyenlerden dönütler alınmıştır. İç güvenirliliği (tutarlılık) artırmak amacıyla; verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması üç araştırmacı tarafından birlikte yapılmıştır. Sonuçların aktarılabilirliği (dış geçerliği) açısından çalışma grubunun dahil edilme kriterleri ve belirlenen ölçütler çalışma grubunda ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Ayrıca araştırma yöntemleri, uygulama süreci ve analiz etme süreci de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Verilerin doğruluğu hakkında yeterli düzeyde deliller sunulması dış güvenirliliği (teyit edilebilirlik) artıracaktır.

Etik Kurul İzni

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulunda 30.09.2022 tarihli E-60263016-050.06.04-213749 sayılı numaralı kararda etik kurul izni alınmıştır.

BULGULAR

Öğretmen adaylarının sayılar ve işlemler, cebir, geometri ve ölçme öğrenme alanlarında hazırlamış oldukları etkinliklerden almış oldukları puanlar Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3'e göre, öğretmen adaylarının en düşük puanları sayılar ve işlemler, en yüksek puanları ise geometri ve ölçme öğrenme alanlarındaki etkinliklerden aldıkları görülmektedir. Sayılar ve işlemler alanında hiçbir grup tam puan alamazken, geometri ve ölçme alanında tüm gruplar tam puan veya tam puana yakın puanlar almıştır. Ayrıca, 3. grup dışındaki tüm grupların etkinlik puanlarında artış olduğu gözlemlenmektedir. Bu bulguyu desteklemek amacıyla yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar testinin betimsel istatistik sonucuna göre;

cebir - sayılar ve işlemler ($z = -4,620$; $p < ,001$), geometri ve ölçme – sayılar ve işlemler ($z = -6,045$; $p < ,001$), geometri ve ölçme – cebir ($z = -5,808$; $p < ,001$) öğrenme alanlarındaki etkinlik puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Bu anlamlı farklılığın hangi ölçüm lehine olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan Sıralar Tablosuna Tablo 4’te yer verilmiştir.

Tablo 4’te cebir - sayılar ve işlemler fark puanları için hesaplanan Sıra Ortalaması değerleri karşılaştırıldığında Negatif Sıralar için hesaplanan değerin Pozitif Sıralar değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna göre öğretmen adaylarının cebir öğrenme alanında geliştirmiş oldukları etkinliklerden sayılar ve işlemler öğrenme alanında geliştirmiş oldukları etkinliklere göre daha yüksek puan aldıkları söylenebilir. Benzer şekilde grupların geometri ve ölçme öğrenme alanındaki puanlarının sayılar ve işlemler ile cebir öğrenme alanındaki puanlarından fazla olduğu da görülmektedir.

Çalışmanın ikinci alt problemi kapsamında elde edilen verilere dayanarak, öğretmen adaylarının etkinlik geliştirme kriterlerinden aldıkları puanların öğrenme alanlarına göre dağılımı Şekil 4’te sunulmuştur.

Şekil 3

Grupların öğrenme Alanlarına Göre Geliştirdikleri Etkinliklerden Elde Ettikleri Puanlar



Tablo 4

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi

		N	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı
Cebir-Sayılar ve İşlemler	Negatif Sıralar	5	39,00	195,00
	Pozitif Sıralar	48	25,75	1236,00
	Eşit	0		
	Toplam	53		
Geometri ve Ölçme – Sayılar ve İşlemler	Negatif Sıralar	0	,00	,00
	Pozitif Sıralar	48	24,50	1176,00
	Eşit	5		
	Toplam	53		
Geometri ve Ölçme - Cebir	Negatif Sıralar	5		
	Pozitif Sıralar	48	13,50	67,50
	Eşit	0	28,41	1363,50
	Toplam	53		

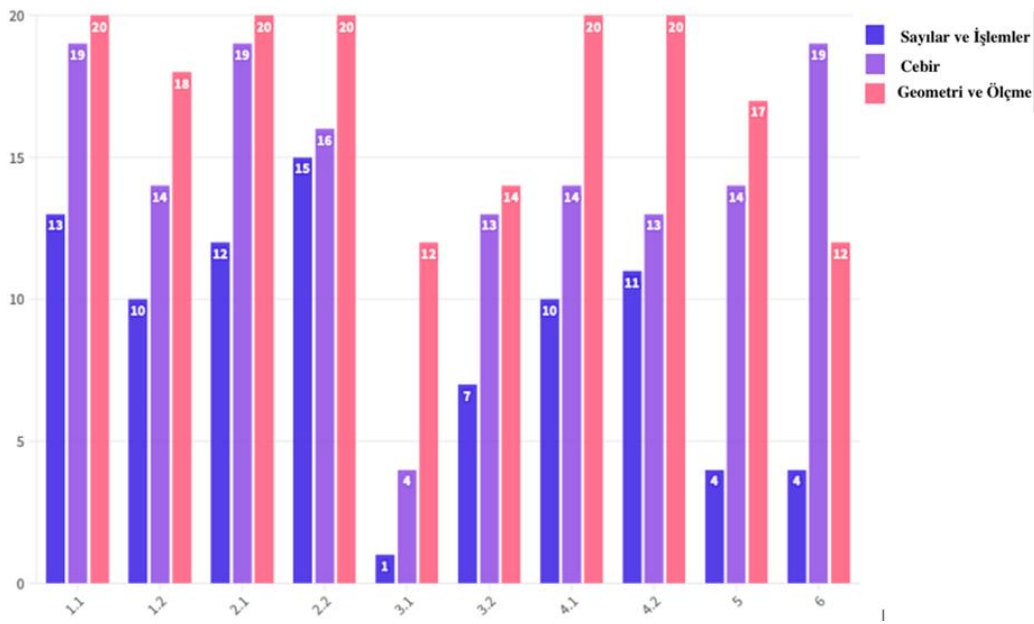
Şekil 4 incelendiğinde öğretmen adaylarının her üç öğrenme alanında olası öğrenme güçlüklerine engel olacak şekilde etkinliğin tasarlanması (3.1), etkinlikte öğrencileri başarılı kabul eden değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi (5) ve sınıf, öğrenci, öğretmen ve etkinlik bağlamlarını dikkate alan etkinlik tasarımı

(6) kriterlerinden düşük puan aldıkları görülmüştür. Ayrıca 5. ve 6. kriterlerden alınan puanlarda artış gözlemlenirken, 3.1 kriterinden alınan puanlardaki artış diğer kriterlere kıyasla daha sınırlı kalmıştır.

Yine üç öğrenme alanından aldıkları puanlara göre tüm kriterlerde genellikle en düşük puanların sayılar ve işlemler, en yüksek puanların geometri ve ölçme öğrenme alanlarında olduğu görülmüştür. Sadece 6. kriterde en yüksek puanın cebir öğrenme alanında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca geometri ve ölçme öğrenme alanında gruplar; etkinlik kazanım ilişkisi kurma (1.1), kazanım ve etkinliğin amacının birbiriyle uyumlu olması (2.1), kazanıma uygun somut manipülatif kullanımı (2.2), etkinlikteki soruların öğrencilerin keşfetmesi beklenen ilişkiye yönelik hazırlanması (4.1) ve etkinlikteki yönergelerin yeterli ve anlaşılır olması (4.2) kriterlerinde tam puan almışlardır. Bunun yanı sıra öğretmen adayları 1.1 ve 2.2 kriterlerinde her üç öğrenme alanında da yüksek puan almışlardır. Özetle kriter bazında öğretmen adaylarının geliştirmiş oldukları etkinliklerin niteliğinde zamanla olumlu yönde bir gelişme olduğu söylenebilir.

Şekil 4

Öğretmen Adaylarının Kriterlerden Aldıkları Puanların Öğrenme Alanlarına Göre Dağılımı



Üçüncü alt probleme ilişkin olarak, öğretmen adaylarının somut manipülatif kullanımını desteklemek amacıyla verilen SMZE öğretim tasarımına yönelik görüşleri Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5

Öğretmen adaylarının SMZE öğretim tasarımına yönelik görüşleri

Kategori	Kod	f	Öğretmen adayı ifadesi
Olumlu	Aktif kılma	18	Dönem boyunca etkinlik geliştirmenin her aşamasında aktiflik.
	İlgi çekici	25	Ders kapsamında birçok daha önce bilmediğimiz manipülatifler gördük. Çok ilgi çekiciydi, hoşumuza gitti.
	Grup çalışmasını destekleme	32	Etkinlik hazırlarken grup çalışması yapmak daha iyi oldu.
	Olumlu tutum geliştirme	22	Birbirimizin eksiklerini tamamladık. Daha güzel şeyler ortaya çıktı.
	Somitlaştırma	29	Etkinlik geliştirmek çok zor gelirken bu ders kapsamında etkinlik geliştirebildiğimizi fark ettik.
Olumsuz	Kriterlere uygun etkinlik hazırlayamama	10	Daha önceden aldığımız teorik bilgileri bu ders kapsamında uyguladığımız uygulamalar ve dönütler neticesinde kullanma imkanı bulduk. Bir nevi bilgilerimizi somutlaştırmış olduk.
	Uzun hazırlama süresi	38	Bazı kriterleri etkinliklere entegre etmekte zorluk yaşadık.

Somut materyali tanımama	30	<i>Bazı manipülatifleri daha önce hiç görmemiştik. Onlarla nasıl etkinlik hazırlayacağımıza ilişkin daha fazla araştırma yapmamız gerekti.</i>

Tablo 5'teki görüşler incelendiğinde Olumlu kategorisi içerisinde “aktif kılma, ilgi çekici, grup çalışmasını destekleme, olumlu tutum geliştirme, somutlaştırma” kodları bulunurken, olumsuz kategorisi içerisinde ise “kriterlere uygun etkinlik hazırlayamama, uzun hazırlama süresi, somut materyalleri tanımama” kodları yer almaktadır. Özellikle SMZE tasarımı öğretmen adaylarının grup çalışmasını destekleme ve teorik bilgilerini uygulamaya dönüştürme açısından olumlu görüldüğü söylenebilir. Ancak öğretmen adayları kriterlere uygun etkinlik hazırlamada ve somut materyali tanımada sıkıntı yaşadıklarını, etkinlik hazırlamanın uzun zamanlarını aldıklarını belirtmişlerdir.

TARTIŞMA SONUÇ ve ÖNERİLER

Zorlayıcı ve soyut matematiksel kavramların öğretiminde somut manipülatiflerin kullanımı, öğrencilerin bu kavramları daha derinlemesine anlamalarına ve kavramsal bağlantılar kurmalarına olanak tanımaktadır (Hiebert & Carpenter, 1992). Zira en değerli öğrenme deneyimleri, öğrencilerin matematiksel kavramları aktif bir şekilde anlamlandırarak kendi anlayışlarını inşa ettikleri süreçlerde gerçekleşmektedir. Manipülatifler, soyut matematiksel fikirlerin somut bir bağlama oturtulmasını sağlayarak öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştirmekte ve öğrenme sürecini daha etkileşimli hale getirmektedir (Boggan vd., 2010). Dolayısıyla somut materyallerin öğrenme sürecine dahil edilmesi, öğrenci merkezli öğrenme ortamları oluşturarak anlamayı kalıcı hale getirme potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının manipülatifleri öğrenme ortamına dahil edebilmeleri iyi bir matematik öğretimi için önemlidir.

Bu çalışmada matematik öğretmen adaylarının somut manipülatifler hakkında bilgi düzeylerinin belirlenmesi ve somut manipülatiflerle zenginleştirilmiş bir öğretim ortamı tasarlayabilmeleri amaçlanmıştır. Yapılan ihtiyaç analizinde öğretmen adaylarının somut manipülatifler ile ilgili bilgilerinin ve deneyimlerinin yeterli olmadığı görülmüştür. Alanyazında eğitimcilerin manipülatif kullanımına ilişkin olumlu görüşe sahip oldukları ancak manipülatifleri nasıl kullanacaklarına ilişkin bilgilerinin yeterli olmadığı (Burns & Hamm, 2011; Hidayah, Dwijanto & Istiandaru, 2018; Puchner, Taylor, O'Donnell & Fick, 2008), manipülatiflerin kullanıldığı etkili dersler tasarlama konusunda zorlandıkları, matematiksel gerçekleri ve ilkeleri içeren manipülatifler tasarlayamadıkları (Ummah, 2017) belirtilmektedir.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen görüşmelerde, öğretmen adaylarının manipülatiflere dair yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve bunları kullanarak etkinlik hazırlama sürecinde zorluk yaşadıkları ifade edilmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının lisansta aldıkları derslerde manipülatiflerin tanıtımına ve bu materyallerin etkili bir şekilde kullanımını içeren uygulamalara daha fazla yer verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Zira öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun eğitim hayatları boyunca somut manipülatiflerle çalışma deneyimine sahip olmadığı bilinmektedir. Derslerinde somut manipülatiflerin etkili bir şekilde kullanılabilmesinin, adayların lisans eğitimlerinde bu materyallere yönelik bilgi ve becerilerinin geliştirilmesine bağlı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, öğretmen eğitimcilerinin derslerinde somut manipülatiflerin kullanımına daha fazla yer vermeleri gerektiği açıkça görülmektedir. Bu alanda yapılmış çalışmalar, öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğretmen yetiştiricilerinin, özellikle yeni geliştirilen somut manipülatiflerin etkili kullanımı konusunda eğitim almalarının önemine vurgu yapmaktadır (Akkan & Çakır, 2012; Çetin vd., 2019; Gökmen vd., 2016; Pişkıntunç vd., 2012). Ayrıca, öğretmen adaylarının matematik öğretimi derslerinde somut manipülatifler kullanarak etkinlik tasarımları ve bu süreçte pratik yapmaları, öğretmenlik becerilerini artırmada önemlidir. Bu durum, öğretmen adaylarının teorik bilgiyle pratik beceriyi birleştirerek öğrenme-öğretme süreçlerinde daha etkili araçlar kullanabilmelerini destekleyecektir. Nitekim Simon (2022) manipülatiflerin öğrenmeyi ve bilgiyi aktarmayı kolaylaştıracak en uygun yöntemlerle kullanılması gerektiğini vurgulamıştır.

Öğretmen adayları tarafından hazırlanan etkinliklerin incelenmesi sonucunda, adayların en yüksek puanları geometri ve ölçme öğrenme alanlarındaki etkinliklerden aldıkları tespit edilmiştir. Bu durumun iki sebebi olabilir. Birinci sebep, geometri öğrenme alanının sayılar ve işlemler ile cebir öğrenme alanlarına kıyasla, günlük hayatla ilişkilendirilmesi kolay daha somut kavramlar içermesi ve bu alanda kullanılan manipülatiflerin kullanımına daha aşina olunmasıyla açıklanabilir. Nitekim Gökmen vd. 'nin (2016) çalışmasında, sınıf ve matematik öğretmenleri matematik derslerinde en çok geometrik cisimleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin ifadelerinden, bu öğrenme nesnelerinin daha sık tercih edilmesinin, materyallerin kolay erişilebilirliği ve öğretmenlerin bu materyallere olan aşinalıklarıyla ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Benzer şekilde, öğretmen adaylarının geometri öğrenme alanında geliştirdikleri etkinliklerden yüksek puan almalarının, kendi eğitim süreçlerinde geometri manipülatiflerine daha sık maruz

kalmaları ve bu materyalleri kullanmada daha fazla deneyim kazanmalarıyla açıklanabilir. Bu düşüncüyü destekler nitelikte Ünlü'nün (2017) çalışmasında da öğretmen adaylarının en çok geometri manipülatifi kullanmayı düşündüklerini ifade etmişlerdir. İkinci sebep ise verilen eğitimin öğretmen adayları üzerinde olumlu etkisinin olması olarak gösterilebilir. Eğitimin olumlu etkisine ilişkin olarak alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde öğretmen adaylarının manipülatiflerin kullanımına yönelik verilen eğitim sonrasında gelişme gözlemlenebileceği (Ndlovu & Chiromo, 2019) ve öğretmen adaylarının mesleki bilgileri ve öğretim becerilerinin eğitim sürecinde geliştirilebileceği (Şandır, 2016) belirtilmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının manipülatif bilgi formundaki yanıtlarında, cebir öğrenme alanındaki manipülatiflere ilişkin daha az bilgiye sahip olduklarını ifade etmelerine rağmen, bu alanla ilgili hazırladıkları etkinliklerden, sayılar ve işlemler alanına kıyasla daha yüksek puan aldığını ortaya koymaktadır. Nitekim Simon (2022) araştırmacının manipülatif ve matematiksel kavram arasındaki ilişkiyi net biçimde görebilirken öğrencinin bu ilişkiyi göremeyebileceğinden bahsetmektedir. Dolayısıyla öğretmen adayları da sayılar ve işlemler ile ilgili manipülatiflerde bu ilişkiyi görmekte zorlanmış ve etkili etkinlikler tasarlayamamış olabilirler. Ayrıca verilen eğitimin öğretmen adaylarının manipülatif kullanımına yönelik bilgi ve becerilerini geliştirmesi, cebir öğrenme alanında daha başarılı etkinlikler tasarlamalarına katkı sağlamış olabilir. Öğretmen adaylarının manipülatifleri kullanma becerilerindeki bu gelişme, Ndlovu ve Chiromo'nun (2019) çalışmasıyla da uyumlu olup, araştırmacılar manipülatiflerin kullanımının, özellikle tam sayılar ve tamsayılarda işlemler konusunda kademeli bir gelişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Larbi ve Mavis (2016), cebir öğretiminde manipülatiflerin kullanılmasının öğrencilerin derse aktif katılımını artırdığını, matematik öğrenimine olan ilgilerini yükselttiğini ve matematiksel kavramları daha iyi anlamalarını sağladığını belirtmektedir. Araştırmada, özellikle cebir karolarının etkili bir şekilde kullanılmasının, öğrencilerin cebirsel kavramları daha kolay kavramsallaştırmalarına olanak tanıdığı ve matematiğe yönelik olumlu bir tutum geliştirmelerine katkıda bulunduğu vurgulanmıştır. Bu sonuçlar, matematiğin öğrenme alanları fark etmeksizin, manipülatiflerin etkili kullanımının kavramsal anlayışı geliştirmek ve öğrenmeyi derinleştirmek adına önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının tasarladığı etkinlikler, belirlenen kriterlere göre incelendiğinde, SMZE öğretim tasarımının etkinliklerin niteliğinde iyileştirme sağladığı gözlemlenmiştir. Kriterlere dayalı olarak yapılan değerlendirmelerde, en düşük puanların sayılar ve işlemler öğrenme alanında, en yüksek puanların ise geometri ve ölçme öğrenme alanında olduğu belirlenmiştir. Özellikle etkinlik-kazanım ilişkisi ve kazanım-somut manipülatif ilişkisi kriterlerinde, her üç öğrenme alanında da öğretmen adaylarının yüksek puan aldığı tespit edilmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının kazanımların gerektirdiği bilişsel seviyeyi dikkate alarak matematiksel içerikleri doğru bir şekilde analiz edebildiklerini, bu doğrultuda uygun manipülatifleri seçerek etkinlik tasarlayabildiklerini göstermektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının önceki dönemlerde almış oldukları etkinlik geliştirme ve materyal geliştirme derslerinin, bu becerilerinin gelişimine katkı sağladığı ifade edilebilir.

Öğretmen adaylarının sayılar ve işlemler öğrenme alanında; olası öğrenme güçlüklerine engel olacak şekilde etkinliğin tasarlanması, etkinlikte öğrencileri başarılı kabul eden değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve sınıf, öğrenci, öğretmen ve etkinlik bağlamlarını dikkate alan etkinlik tasarımı kriterlerinden düşük puan aldıkları görülmüştür. Verilen SMZE öğretim tasarımı, öğretmen adaylarının bir etkinlikte değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve etkinliğin bulunduğu bağlama uygun şekilde tasarlanması konusundaki eksikliklerini gidermelerine katkı sağlamıştır. Ancak, etkinliklerin olası öğrenme güçlüklerini engelleyecek şekilde tasarlanması kriterinde istenilen düzeyde bir iyileşme sağlanamamıştır. Bu durum, öğretmen ve öğretmen adaylarının öğrenme güçlükleri konusundaki farkındalıklarının az olmasıyla ilişkilendirilebilir (Sawhney & Bansal, 2014; Shukla & Agrawal, 2015). Ayrıca, öğretmen adaylarının eğitim süreçleri boyunca öğrenme güçlükleri konusunun yeterince ele alınmamış olması ve sunulan SMZE öğretim tasarımı süresinin yetersiz kalması da bu duruma neden olmuş olabilir.

Öğretmen adaylarıyla uygulama sonrasında yapılan görüşmeler, SMZE öğretim tasarımının grup çalışmasını destekleme ve teorik bilgilerin pratik uygulamalara aktarılması konusunda olumlu bir katkı sunduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, öğretmen adayları, belirlenen kriterlere uygun etkinlik hazırlama ve somut materyalleri tanıma konusunda zorluklar yaşadıklarını, ayrıca etkinlik hazırlamanın önemli ölçüde zaman aldığını ifade etmişlerdir. Bu durum, öğretmenlerin materyal kullanımından kaçınmalarında zaman yetersizliğini önemli bir etken olarak gördüklerini ortaya koyan çalışmalarla da (Gökmen vd., 2016; Koparan & Özbey, 2018; Ünlü, 2017) paralellik göstermektedir.

Matematik öğretiminde manipülatiflerin etkili kullanımı öğrencilerin soyut kavramları daha iyi anlamalarına ve daha derin kavramsal bağlantılar kurmalarına yardımcı olur. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının manipülatiflerle ilgili bilgi ve becerilerden yoksun oldukları ancak bu eksiklikler uygun eğitimle giderilebileceği gözlemlenmiştir. Adayların, özellikle geometri öğrenme alanında daha yüksek başarı

göstermeleri, bu alanın somut kavramlarla ilişkilendirilmesi ve manipülatiflere daha fazla maruz kalmalarıyla açıklanabilir. Öte yandan öğretmen adaylarının cebir ve sayılar konusunda daha fazla desteğe ihtiyaç duydukları ve bu alanlarda manipülatiflerin etkili kullanımını öğrenmeyi amaçlayan uygulamalara daha fazla vurgu yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının lisans eğitimlerinde, manipülatiflerin kullanımıyla ilgili bilgi ve becerilerini artıracak programların geliştirilmesi önerilmektedir. Eğitim fakültelerindeki öğretim üyeleri, manipülatifleri derslerinde tanıtabilir ve bu materyallerin kullanımıyla ilgili pratik uygulamalar için daha fazla fırsat sağlayabilir. Matematik öğretiminde geometri, cebir, sayılar ve işlemler gibi tüm öğrenme alanlarında manipülatiflerin etkili kullanımı kavramsal anlayışı güçlendirecek ve öğrenci katılımını artıracak, matematiği daha erişilebilir hale getirecektir. İleride yapılacak çalışmalarda, öğretmen adaylarının etkinlikleri geliştirirken olası öğrenme güçlüklerini önlemeye yönelik tedbirler almalarını ve sınıf bağlamını dikkate almalarını sağlamak amacıyla özel olarak tasarlanmış bir eğitim programı uygulanabilir. Ayrıca SMZE benzeri bir öğretim tasarımının matematik öğretmenleri ile gerçekleştirilmesi ve bu eğitimin etkinliğinin değerlendirilmesi de önerilmektedir. Bu öneriler doğrultusunda, matematik eğitiminde manipülatiflerin yaygın kullanımı daha etkili ve kalıcı öğrenme ortamları yaratma yolunda önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

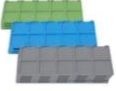
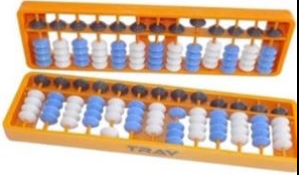
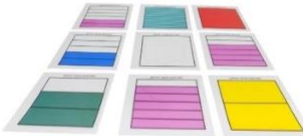
- Ahmad, S. (2024). *Effect of an instructional model "utilizing hands-on learning concrete and virtual manipulatives" on fifth-grade students' academic achievement in mathematics* [Doctoral dissertation]. Universität Würzburg.
- Akkan, Y., & Çakır, Z. (2012). Pre-service classroom teachers opinions on using different manipulatives in mathematics teaching. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 1(1), 68-83.
- Ball, D. L. (1992). Magical hopes: Manipulatives and the reform of math education. *American Educator: the professional journal of the American Federation of Teachers*, 16(2), 14-18.
- Bartolini, M. G., & Martignone, F. (2020). Manipulatives in mathematics education. *Encyclopedia of Mathematics Education*, 487-494. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0>
- Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 9(1), 23-28.
- Boggan, M., Harper, S., & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of Instructional pedagogies*, 3, 1-6.
- Bouck, E. C., & Park, J. (2018). A systematic review of the literature on mathematics manipulatives to support students with disabilities. *Education and Treatment of Children*, 41(1), 65-106.
- Brencht, L.J. (2000). *The relative effects of cooperative learning, manipulatives and the combination of cooperative learning and manipulative on fourth graders' conceptual knowledge, computation knowledge and problem solving skills in multiplication*. (Doctoral Dissertation). Retrieved from Proquest Dissertations and Theses database. (UMI No. 9985585).
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Burns, B.A., & Hamm, E.M. (2011). A comparison of concrete and virtual manipulative use in third- and fourth-grade mathematics. *School Science and Mathematics*, 111, 256-261. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00086.x>
- Büyükgöze Kavas, A., & Bugay, A. (2009). Öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitimlerinde gördükleri eksiklikler ve çözüm önerileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 13-21.
- Clements, D. H. (1999). Concrete'manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60.
- Cope, L. (2015). Math manipulatives: Making the abstract tangible. *Delta Journal of Education*, 5(1), 10-19.
- Çakıroğlu, E., & Yıldız, B. T. (2007). Turkish preservice teachers' views about manipulative use in mathematics education. In C. S. Sunal & M. Kagendo (Eds.), *The Enterprise of Education*, (pp. 275-289). Information Age Publishing Inc.
- Çetin, H., Aydın, S., & Yazar, M. İ. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin manipülatif kullanımına ilişkin tutumlarının ve ihtiyaçlarının incelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 10(17), 1179-1200. <https://doi.org/10.26466/opus.525024>
- Demo, H., Garzetti, M., Santi, G., Tarini, G. (2021). Learning mathematics in an inclusive and open environment: An interdisciplinary approach. *Education Sciences*, 11(5), 199. <https://doi.org/10.3390/educsci11050199>
- Dienes, Z. P. (1971). An example of the passage from the concrete to the manipulation of formal systems. *Educational Studies in Mathematics*, 3, 337-352.

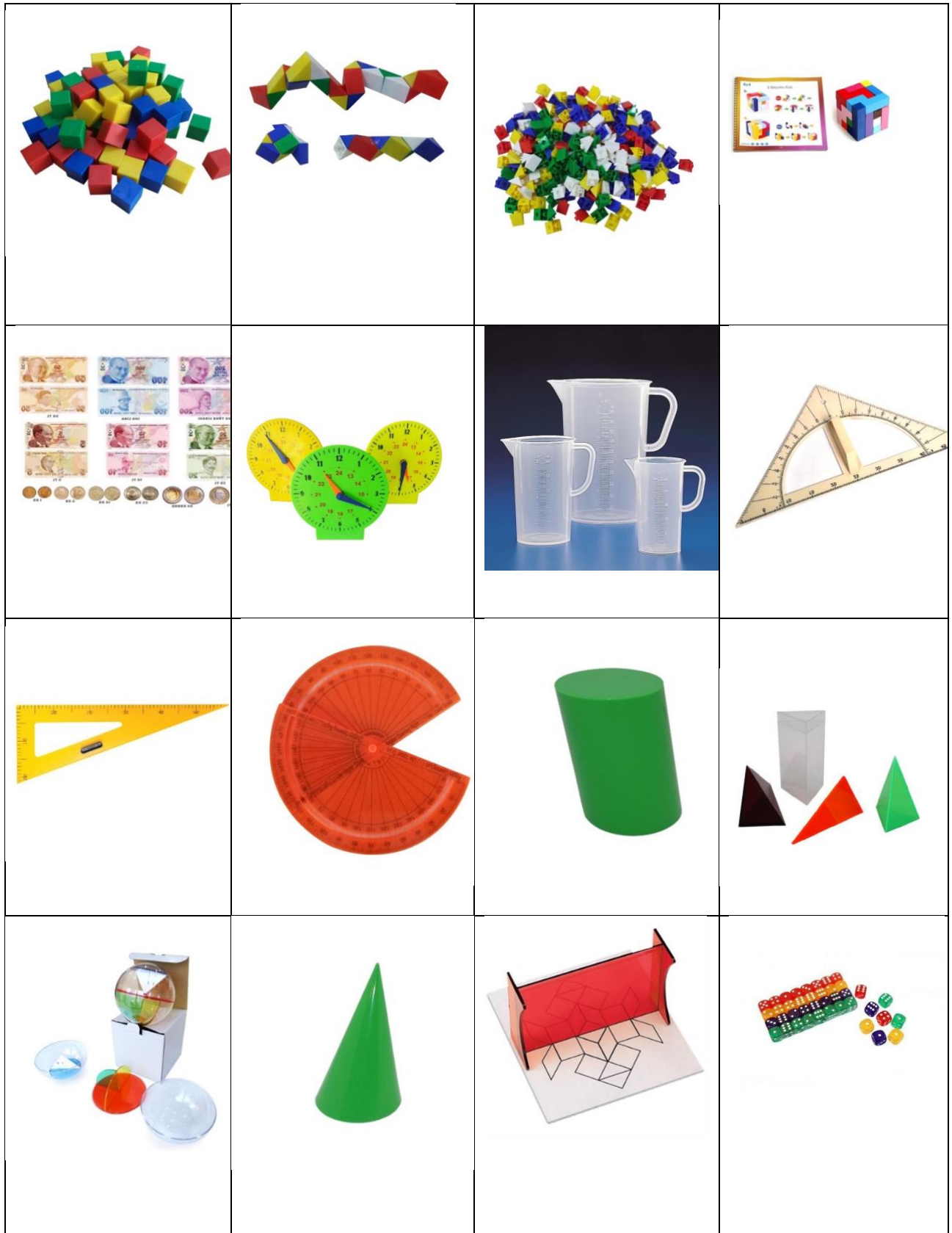
- Domino, J. (2010). *The effects of physical manipulatives on achievement in mathematics in grades k-6: A meta-analysis*. (Doctoral Dissertation). Retrieved from Proquest Dissertations and Theses database.
- Erdem, A., & Öztürk, M. (2023). Manipülatif destekli üstbilişsel planlamaya dayalı öğrenme ortamı tasarımı: Çarpanlar ve katları konusu örneği. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 559-584. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2023..-1099309>
- Golafshani, N. (2013). Teachers' beliefs and teaching mathematics with manipulatives. *Canadian Journal of Education*, 36(3), 137-159.
- Gökmen, A., Budak, A., & Ertekin, E. (2016). İlköğretim öğretmenlerinin matematik öğretiminde somut materyal kullanmaya yönelik inançları ve sonuç beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 859-874.
- Gürbüz, R. (2006). Olasılık kavramlarıyla ilgili geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin kavramsal gelişimine etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* 20, 59-68.
- Gürbüz, R. (2007). Olasılık konusunda geliştirilen materyallere dayalı öğretime ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Kastamonu Education Journal*, 15(1), 259-270.
- Hidayah, I., Dwijanto, & Istiandaru, A. (2018). Manipulatives and question series for elementary school mathematics teaching on solid geometry. *International Journal of Instruction*, 11(3), 649-662. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11344a>
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, (pp. 65-97). New York: Macmillan.
- Kelly, A.C. (2006). Using manipulatives in mathematical problem solving: A performance-based analysis. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 3(2), 184-193.
- Koparan, T., & Özbey, A. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının somut materyal geliştirme ve kullanma sürecine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 277-290.
- Kwon, H., & Capraro, M. M. (2018). The effects of using manipulatives on students' learning in problem posing: The instructors' perspectives. *Journal of Mathematics Education*, 11(2), 35-47.
- Larbi, E., & Mavis, O. (2016). The use of manipulatives in mathematics education. *Journal of Education and practice*, 7(36), 53-61.
- Larbi, E., & Mavis, O. (2016). The Use of Manipulatives in Mathematics Education. *Journal of Education and Practice*, 7(36), 53-61.
- Laski, E. V., Jor'dan, J. R., Daoust, C., & Murray, A. K. (2015). What makes mathematics manipulatives effective? Lessons from cognitive science and Montessori education. *SAGE Open*, 5(2), 2158244015589588.
- Maboya, M. J. (2014). *The relationship between teachers' mathematical knowledge and their classroom practices: a case study on the role of manipulatives in South African primary schools* (Doctoral dissertation, University of the Free State).
- MEB (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programları Ortak Metni. MEB.
- Moyer, P.S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 175-197.
- Moyer-Packenham, P. S., & Bolyard, J. J. (2016). Revisiting the definition of a virtual manipulative. *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives*, 3-23.

- Moyer-Packenham, P. S., Westenskow, A., & Salkind, G. (2012). Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. Paper presented at the American Educational Research Association Annual Meeting, Vancouver, Canada.
- Ndlovu, Z.A. & Chiromo, L., (2019). Pre-service mathematics teachers' development process in using manipulatives in number operations. *South African Journal of Childhood Education*, 9(1), 1-11.
- Piaget, J. (1964). Development and learning. In R. E. Ripple & V. N. Rockcastle (Eds.), *Piaget Rediscovered*, (pp. 7-20).
- Pişkıntunç, M., Durmuş, S., & Akkaya, R. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 13-20.
- Puchner, L., Taylor, A., O'Donnell, B., & Fick, K. (2008). Teacher learning and mathematics manipulatives: A collective case study about teacher use of manipulatives in elementary and middle school mathematics lessons. *School Science and Mathematics*, 108(7), 313-325. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2008.tb17844.x>
- Sawhney, N., & Bansal, S. (2014). Study of awareness of learning disabilities among elementary school teachers. In *Conference: International Education Confer'Education as a Right across the Levels: Challenges, Opportunities and Strategies, New Delhi*.
- Shaw B., (2002). *Manipulatives enhance the learning of mathematics*. Retrieved from <https://www.pdfFiller.com/jsfiller>, 31.08.2022.
- Shukla, P., & Agrawal, G. (2015). Awareness of learning disabilities among teachers of primary schools. *Online Journal of Multidisciplinary Research*, 1(1), 33-38.
- Simon, M. A. (2022). Contributions of the learning through activity theoretical framework to understanding and using manipulatives in the learning and teaching of mathematical concepts. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100945>
- Sriraman, B., & English, L. (2005). Theories of mathematics education: A global survey of theoretical frameworks/trends in mathematics education research. *ZDM Mathematics Education*, 37(6), 450-456. doi:10.1007/BF02655853
- Şandır, H. (2016). Investigating preservice mathematics teachers' manipulative material design processes. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(8), 2103-2114. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1292a>
- Ummah, S.K. (2017). The abstract form analysis of math concepts based on the multiple representation for pre-service teacher case study in creating math manipulatives. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 160. 310-314.
- Ünlü, M. (2017). Matematik öğretmen adaylarının matematik derslerinde öğretim materyali kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(1), 10-34. <https://doi.org/10.17244/http-eku-comu-edu-tr.291326>
- Van de Walle, J. A., Karp, S. K., Bay-Williams J. M. (2010). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally*. Pearson Education, Inc.
- Wang, F., & Hannafin, M.J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Yeşildere-İmre, S. (2020). Etkinlik tasarlama ilkeleri. Y. Dede, M. F. Doğan ve F. Aslan-Tutak (Ed.). *Matematik eğitiminde etkinlikler ve uygulamaları içinde* (s. 165-188). Pegem Akademi Yayıncılık.

EK-1 Somut Manipülatif Bilgi Formu

Aşağıda görselleri verilen manipülatiflerin isimlerini yazınız.



Reflections of Mathematics Teacher Candidates in a Mathematics Teaching Environment Enriched with Concrete Manipulatives

Gülçin Oflaz¹ 
Duygu Altaylı Özgül^{2*} 
Kübra Polat³ 

¹ Sivas Cumhuriyet University,
Department of Mathematics and
Science Education, Sivas, Türkiye
erengulcin3@hotmail.com

² Sivas Cumhuriyet University,
Department of Mathematics and
Science Education, Sivas, Türkiye
altayliduygu@gmail.com

³ Sivas Cumhuriyet University,
Department of Mathematics and
Science Education, Sivas, Türkiye
kubrapolat@hotmail.com.tr

*Corresponding Author

Received: 27.01.2025
Accepted: 20.02.2025
Available Online: xx.xx.202x

Abstract:

The purpose of this study is to find out how much primary school math teacher candidates know about concrete manipulatives and to look at the results of a teaching environment that used concrete manipulatives. Additionally, we examined the effects of interventions aimed at preparing activities enriched with concrete manipulatives (ECMA) on the activities developed by the teacher candidates. The study employed the design research model. The study was conducted within a 15-week cycle of designing, creating, and improving activities. The study group of the research consists of 54 teacher candidates who are in the 3rd year of the primary school mathematics teaching program at the Faculty of Education of a university in the Central Anatolia Region. We collected the data for the research using a concrete manipulative knowledge form, an activity evaluation rubric, and a process evaluation form. The research showed that the teachers candidates didn't know enough about and weren't good at using concrete manipulatives. However, these problems could be fixed with training that focused on ECMA. This training helped teacher candidates improve their skills in designing activities using concrete manipulatives, and it particularly enhanced the quality of the activities they created in the fields of algebra and geometry learning. It has been suggested that effective manipulative use programs should be created for first-year college students in order to make them more common in math classes and to improve the conceptual knowledge and teaching skills of people who want to become teachers.

Keyword: Concrete Manipulative, Teacher Candidate, Design Research, Mathematics Education

INTRODUCTION

One of the goals of mathematics education is for students to develop mathematical concepts through real and concrete experiences. In this context, the aim is to prioritize student-centered methods, techniques, and strategies over traditional approaches in mathematics education. The mathematics curriculum proposes the development of learning environments that encourage students to explore and make sense of knowledge, supporting abstract concepts with concrete models. Indeed, in the Maarif Model, mathematics education is structured around five core skill areas: mathematical reasoning, mathematical problem solving, mathematical representation, data handling and data-based decision-making, and the use of mathematical tools and technology. These area skills have been developed by building upon conceptual skills to create a broader integrated skill set. For tasks and situations that general skills alone can't handle, mathematics-specific integrated skills are defined. Conceptual skills and domain-specific mathematics skills are expected to interact closely, reinforcing each other and deepening students' mathematical thinking (Ministry of National Education [MoNE], 2024). However, the abstract nature of mathematical concepts often makes them challenging for students to grasp. Therefore, we need to support the teaching of these concepts with concrete manipulatives. In this process, students are expected to actively participate in learning, interact with these manipulatives, and exchange ideas with their peers to construct their own knowledge.

Concrete manipulatives are mathematical tools and objects or images encountered in daily life designed to concretize abstract mathematical concepts (Van de Walle, 2010). These tools support learning mathematics visually, tactilely, and generally sensorially, and they offer students the opportunity to explore abstract mathematical concepts in a more concrete way (Bartolini & Martignone, 2020). Manipulatives used to learn mathematical ideas or processes don't have to be expensive educational tools, such as symmetry mirrors to teach symmetry or unit cubes to teach volume. They can also be simple things people find daily, like sticks and beans (Golafshani, 2013; Hiebert & Carpenter, 1992; Moyer, 2001). Especially in the primary school years, when students are developing their first mathematical concepts, the use of concrete manipulatives

contributes to the development of reasoning and problem-solving skills (Kelly, 2006). Students have the opportunity to relate mathematical concepts to real-life knowledge by reflecting on manipulatives, which supports conceptual learning and helps the learned information be retained in memory for a longer period of time (Brecht, 2000; Domino, 2010). Additionally, students who develop a deep understanding of concepts experience fewer contradictions in their minds, and this understanding helps minimize the need to memorize rules (Shaw, 2002). In conclusion, concrete manipulatives help make mathematical ideas more real, giving students a solid base to really understand these ideas and building on what they already know to help them learn more math.

Since concrete manipulatives are objects that students can physically grasp and manipulate, they promote active participation in the learning environment (Gürbüz, 2007; Larbi & Mavis, 2016). Reinforcing mathematical concepts with concrete experiences develops students' abstract thinking skills and enhances long-term retention. In this situation, math education theorists who lay out the basic rules all agree that to learn abstract mathematical ideas, one should first learn about real-world objects and then use different mental processes to turn this knowledge into abstract forms (Bruner, 1966; Dienes, 1971; Piaget, 1964). Concrete objects help students make connections between the real world and the mathematical world, and this interaction constitutes the first stage of abstraction (Dienes, 1971). Piaget (1964) stated that individuals should be active in the learning process and acquire knowledge by abstracting from concrete experiences. So, the mental and physical actions that students learn through concrete manipulatives help them think about and abstract mathematical relationships and knowledge. This helps them improve their mathematical thinking skills (Kwon & Capraro, 2018; Sriraman & English, 2005).

Studies show that incorporating real-world objects into the classroom improves students' math performance and increases their enjoyment of the subject (Boggan, Harper & Whitmire, 2010; Clements, 1999; Cope, 2015; Erdem & Öztürk, 2023; Golafshani, 2013; Gürbüz, 2006; Koparan & Özbey, 2018; Kwon & Capraro, 2018; Moyer-Packenham et al., 2012; Larbi & Mavis, 2016; Laski et al., 2015). The effective use of concrete manipulatives in lessons largely depends on mathematics teachers' knowledge, skills, and experience in this area (Brecht, 2000; Maboya, 2014; Moyer, 2001). Despite the general belief that manipulatives facilitate and enhance mathematics teaching, it is important to acknowledge that they are not magical as concrete manipulatives do not have meaning on their own (Ball, 1992). What students take away from manipulatives—and how well they connect to mathematical concepts—depends on the teacher's expertise and the context in which they are used (Ahmad, 2024). In order for concrete manipulatives to be effective in mathematics teaching, teachers need to possess the knowledge and skills to select appropriate manipulatives and use them effectively (Pişkıntunç, Durmuş & Akkaya, 2012; Puchner et al., 2008). Teacher candidates' past experiences and attitudes toward mathematics and its instruction significantly influence their future teaching practices. The quality and content of the courses students take during their university education will have a significant impact on the teacher's qualifications (Büyükgöze Kavas & Bugay, 2009). In this context, the content of the courses not only enhances the student's level of knowledge but also provides opportunities for the teacher to improve their teaching competencies. Thus, teacher candidates not only gain in-depth knowledge but also learn various teaching strategies and methods, shaping their own teaching skills. Therefore, we cannot expect teacher candidates who have received traditional education to adopt different teaching techniques when they begin their profession. So, the quality of their teaching when they start their career is directly related to their undergraduate education. Many teacher candidates do not gain experience working with concrete manipulatives throughout their educational lives. The ability of these candidates to effectively use concrete manipulatives in their teaching careers depends on the development of their knowledge and skills regarding these tools during their undergraduate education. Therefore, it is of great importance for teacher educators to incorporate the use of concrete manipulatives in their lessons (Çakıroğlu & Yıldız, 2007). Studies conducted on this subject suggest that teachers, teacher candidates, and teacher educators should receive training, especially on the use of newly developed concrete manipulatives. It is recommended that teacher candidates practice designing activities using concrete manipulatives in mathematics teaching courses (Akkan & Çakır, 2012; Çetin et al., 2019; Gökmen, Budak & Ertekin, 2016; Pişkıntunç et al., 2012). Indeed, it is noted that teachers tend to use concrete manipulatives in their classrooms that they used during their own schooling or that are familiar to them, while instructors who have never used concrete manipulatives tend to avoid using them in their lessons (Çakıroğlu & Yıldız, 2007; Gökmen et al., 2016).

Since students learn more effectively when they understand mathematical concepts through real and concrete experiences, the use of concrete manipulatives in lessons is particularly encouraged at the elementary and middle school levels. However, it is also known that teachers and teacher candidates have limited experience in selecting appropriate concrete manipulatives and associating them with mathematical concepts. It is not possible for teachers and teacher candidates to use concrete manipulatives at the expected level if they

do not know why they are used or if they have trouble making mathematical ideas real with these tools. In other words, they need to have enough experience with these tools before they can use them in the classroom. Therefore, incorporating more concrete manipulatives into math teaching courses, creating learning environments that promote their use, and providing hands-on experiences can enhance teacher candidates' understanding of how to use these tools effectively—contributing valuable insights to the field. In this study, the level of knowledge of potential math teachers about concrete manipulatives was found, and a teaching environment rich in concrete manipulatives was created, along with reflections from this lesson environment.

The Problem and Sub-Problems of the Research

How can primary school mathematics teacher candidates develop their skills in designing learning environments enriched with concrete manipulatives?

1. What level of scores do primary school mathematics teacher candidates achieve in the learning areas of numbers and operations, algebra, geometry, and measurement activities they have prepared?

1.1. Is there a significant difference in the scores obtained by primary school mathematics teacher candidates across the learning areas of numbers and operations, algebra, geometry, and measurement?

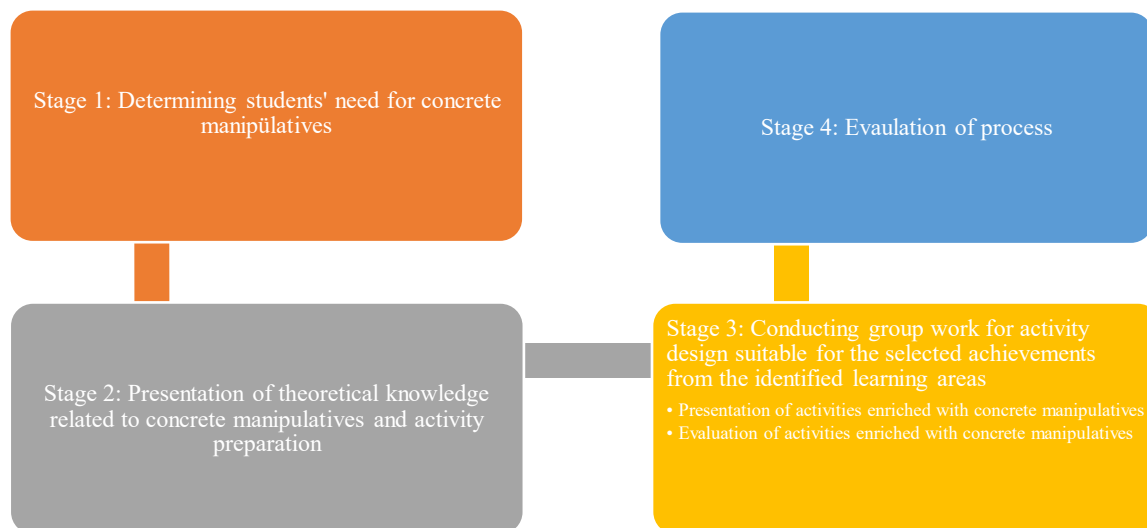
2. How is the distribution of the scores that primary school mathematics teacher candidates receive from the activity evaluation rubric according to the learning areas?

3. What are the views of primary school mathematics teacher candidates regarding the instructional design prepared to support the use of concrete manipulatives?

METHOD

Research Design

The model of this research is design-based research. Design-based research focuses on finding practical solutions to problems and making learning interventions that work. These interventions are then used and tested in real educational settings (Demo et al., 2021). In this research, the interventions that were used to help teacher candidates make activities more fun with concrete manipulatives and how these interventions affected the activities that the teacher candidates made were examined. In design-based research, individuals involved in the problem collaborate to find solutions (Wang & Hannafin, 2005). In this study, teacher candidates and researchers worked collaboratively in the preparation of ECMAs. The researchers and other teacher candidates provided feedback on the activities prepared by the teacher candidates during the process, and efforts were made to improve the activity development process. In design research, an iterative process is involved (Demo et al., 2021). This study conducted a 15-week cycle of activity design, activity creation, and activity improvement. Design research combines different methodologies to carry out multiple data collection processes, aiming to understand a single phenomenon (Wang & Hannafin, 2005). To investigate the types of support provided to teacher candidates during ECMA preparation and the impact of this support on their activities, both qualitative and quantitative data were collected. Qualitative data were obtained as a result of interviews with teacher candidates, while quantitative data were obtained through the evaluation of the activities prepared by the teacher candidates using an activity evaluation rubric. Figure 1 presents the stages involved in this design research. The first phase of the research is a needs analysis for preparing the ECMA. At this stage, we have attempted to identify the teacher candidates' knowledge regarding concrete manipulatives and their corresponding needs. To determine the needs of teacher candidates, an interview form containing questions about the names of concrete manipulatives and the learning areas in which they are used was utilized. When the responses given by the 43 teacher candidates who participated in the interview were examined (Table 1); it was observed that in the area of numbers and operations, 36 teacher candidates scored 0-5 points, and 7 teacher candidates scored 6-10 points in the area of algebra, 41 teacher candidates scored 0-5 points, and 2 teacher candidates scored 6-10 points. We have determined that the teacher candidates' knowledge of manipulatives in these learning areas is quite low. However, in the area of geometry and measurement, one teacher candidate scored 0-5 points, 36 teacher candidates scored 6-10 points, and 6 teacher candidates scored 11-15 points. In this case, it can be said that the teacher candidates have more knowledge about manipulatives in the geometry and measurement learning areas than in other areas. However, the score in this area is also insufficient, so manipulative enriched instruction is needed in all three learning areas.

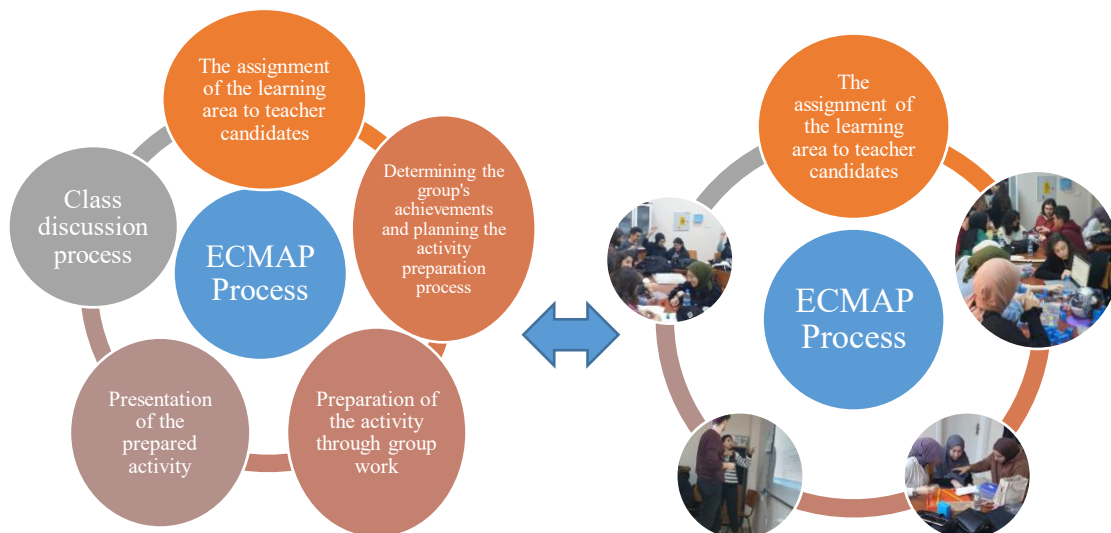
Figure 1*Design Research Stages***Table 1***Responses of Teacher Candidates to the Manipulative Information Form*

Score	Numbers and Operations Learning Area (f) (f)	Algebra Learning Area (f)	Geometry and Measurement Learning Area (f)
0-5	36	41	1
6-10	7	2	36
11-15	-	-	6
16-20	-	-	-
Total	43	43	43

The second phase involves presenting theoretical knowledge about concrete manipulatives and activity preparation to teacher candidates over a period of five weeks. In this phase, the content of the theoretical knowledge provided to the teacher candidates is presented in Table 2. In the third phase, the groups that were formed over a period of 10 weeks designed activities that were suitable for the selected achievements in the learning areas. At this stage, we assigned the teacher candidates a learning area and prepared an activity every two weeks. In this learning area, the teacher candidates have determined an achievement based on the class level of their choice. They have planned the process of preparing an activity according to the achievement they have chosen, and they have presented their activities as a group. The entire class examined and discussed the presented activity, sharing ideas related to it. The ECMA cycle has worked for each of the learning areas in order: numbers and operations, algebra, geometry, and measurement. After the learning area was assigned to the teacher candidates, they were able to work in the classroom with concrete manipulatives at their convenience for a week. Figure 2 schematizes the groups' process of preparing the ECMA [ECMAP]. In the fourth stage, teacher candidates provided feedback on the process using the process evaluation form.

Table 2*The Content of Theoretical Knowledge Given to Teacher Candidates*

Week	Theoretical content	Process
1	The theoretical foundations of the concept of activity	The theoretical foundations of the concept of activity have been provided.
2	The historical development of the activity	The historical development of mathematical activities has been examined.
3	Principles of activity design	The principles of activity design have been demonstrated with examples.
4	Interdisciplinary activities in mathematics education	Examples of STEM activities in mathematics education have been provided. The achievements in the middle school mathematics curriculum have been examined according to classes and learning areas.
5	Manipulatives and the introduction of the middle school mathematics curriculum	General information about manipulators has been provided. Examples of concrete manipulatives have been shown, and a sample activity has been presented. Group discussions have been held on the applicability of the given concrete manipulatives to the learning outcomes in the area of numbers and operations.

Figure 2*ECMA Preparation Process***Study Group**

The study group of the research consists of 54 teacher candidates who are in the 3rd year of the primary school mathematics teaching program at the Faculty of Education of a university in the Central Anatolia Region. We determined the study group using the criterion sampling technique. The criterion determined in this study is that the teacher candidates have completed part of the courses on mathematics teaching and learning approaches and are continuing to take courses related to the teaching of mathematics learning areas. Thus, it is expected that they will relate the knowledge and experiences they have gained in preparing activities enriched with concrete manipulatives to other mathematics teaching

courses. At the beginning of the implementation, we divided the teacher candidates into 10 groups based on their preferences. No changes were made to these groups during the application period.

The Role of the Researcher

One of the researchers working on this study was responsible for identifying the needs of the teacher candidates (Phase 1), teaching theoretical concepts related to real-world manipulatives and planning activities (Phase 2), and leading groups in designing activities that aligned with the selected learning areas (Phase 3). Other researchers were involved in the evaluation phase (Phase 4) of the activities prepared by the teacher candidates regarding concrete manipulatives and the process of gathering feedback from the teacher candidates. All the researchers participated in reporting and data analysis.

Data Collection Tools and Data Analysis

In this study, researchers primarily used the *"Concrete Manipulative Knowledge Form"* to identify the needs of teacher candidates. The form includes visuals of manipulatives suitable for various learning areas in mathematics education. We asked the teacher candidates for the names of these manipulatives (Appendix-1). Based on the answers to this form, the needs of the teacher candidates were found when it comes to manipulatives. Theoretical information about manipulatives and planning activities was then given in line with these needs. The researchers also used an activity evaluation rubric that they made based on the activity design principles summed up by Yeşildere İmre (2020, p.176) to collect data for this study (Table 3). In total, teacher candidates worked in groups of 5-6, forming 10 groups, and each group prepared an activity for each of the learning areas: numbers and operations, algebra, geometry, and measurement. In this case, a total of 30 activities related to the three learning areas were evaluated by the researchers. Firstly, the activities developed by the teacher candidates working in 10 groups were scored by the researchers using an evaluation rubric. This rubric consisted of six main criteria: an analysis of the activity's goals, the purpose of designing the activity, an assessment of student knowledge, the choice of examples to be looked at in the activity, the writing of instructions, the evaluation, and the design of the process for putting the activity into action. Each criterion included sub-criteria, and activities were scored on a three-point scale (0, 1, or 2 points), with a maximum possible score of 20 points. The findings section presents descriptive information regarding the scores obtained from the activities prepared by the groups in each learning area. To determine whether there were significant differences in scores, researchers first assessed whether the data followed a normal distribution. Since the scores did not exhibit a normal distribution, the Wilcoxon Signed-Rank nonparametric test was conducted.

Table 3

Activity Evaluation Rubric

Design principles	Criteria	Point		
		Empty - inappropriate (0 points)	Partially (1 point)	Full (2 points)
1. Analysis of the targeted outcome of the activity	1.1. The relationship between activity and achievement			
	1.2. Do not consider the warnings included in the achievement			
2. The purpose of designing the activity	2.1. The alignment of the learning outcome and the purpose of the activity			
	2.2. Use of concrete manipulatives appropriate for the achievement			
3. Evaluation of student information	3.1. Designing the activity to prevent possible student difficulties			

3.2. Taking into account students' prior knowledge in the activity

Table 3 (Continued)

Design principles	Criteria	Point		
		Empty - inappropriate (0 points)	Partially (1 point)	Full (2 points)
4. Selection of examples to be examined in the activity and writing of guidelines	4.1. The questions in the activity should be prepared to explore the relationship that students are expected to discover			
	4.2. The instructions in the activity should be sufficient and clear			
5. Evaluation	Determining the evaluation criteria that consider students successful in the activity			
6. Design of the activity implementation process	Activity design that takes into account the contexts of class, student, teacher, and activity			

We collected the written opinions of teacher candidates using a structured interview form to evaluate the post-implementation process. We asked teacher candidates in the form, "What are your views on the ECMA instructional design?" and then conducted content analysis on the obtained data.

Validity-Reliability

In qualitative research, ensuring credibility (external reliability) is most effectively achieved when researchers control their biases and engage in prolonged interaction to better understand the group under study (Başkale, 2016). The researchers in this study have a long-standing relationship with the group under study. In this regard, the researchers effectively managed their biases, allowing the students to freely express themselves. The credibility of the research is further supported by data collected through interviews and activities designed by teacher candidates. Additionally, feedback was obtained from academics working in the field of mathematics education during the development of data collection tools and the interpretation of the data. To enhance internal reliability (consistency), the analysis and interpretation of the data were conducted collaboratively by three researchers. In terms of the transferability (external validity) of the results, the inclusion criteria and the established criteria for the study group have been explained in detail within the study group. Additionally, the research methods, implementation process, and analysis process have also been presented in detail. Providing sufficient evidence regarding the accuracy of the data strengthens external reliability (confirmability).

Ethics Committee Approval

Ethical committee approval was obtained in the decision numbered E-60263016-050.06.04-213749, dated 30.09.2022, from the Social and Human Sciences Ethics Committee of Sivas Cumhuriyet University Scientific Research and Publication Ethics.

RESULTS

The scores obtained by teacher candidates from the activities they prepared in the areas of numbers and operations, algebra, geometry, and measurement are presented in Figure 3. According to Figure 3, teacher candidates received the lowest scores in the area of numbers and operations and the highest scores in the activities of the geometry and measurement learning areas. While no group received full points in the area of

numbers and operations, all groups received full or near-full points in the area of geometry and measurement. Furthermore, with the exception of Group 3, all groups showed an increase in their activity scores. A significant difference was observed between activity scores in the following learning areas of algebra—numbers and operations ($z = -4.620$; $p < 0.001$), geometry and measurement—numbers and operations ($z = -6.045$; $p < 0.001$), and geometry and measurement—algebra ($z = -5.808$; $p < 0.001$). These differences were identified through the descriptive statistics of the Wilcoxon Signed-Rank test. To determine which measurement this significant difference favors, the Ranks Table is presented in Table 4. As shown in Table 4, the mean rank value for the difference scores between algebra and numbers and operations indicates that the value for negative ranks is higher than that for positive ranks. Accordingly, it can be said that the teacher candidates received higher scores from the activities they developed in the algebra learning area compared to the activities they developed in the numbers and operations learning area. Similarly, it was observed that the groups' scores in the geometry and measurement learning areas are higher than their scores in the numbers, operations, and algebra learning areas. Based on the data obtained within the scope of the second subproblem of the study, the distribution of the scores received by teacher candidates for activity development criteria according to learning areas is presented in Figure 4.

Figure 3

The Scores Obtained by Groups from Activities Developed According to Learning Areas



Table 4

Wilcoxon Signed-Rank Test

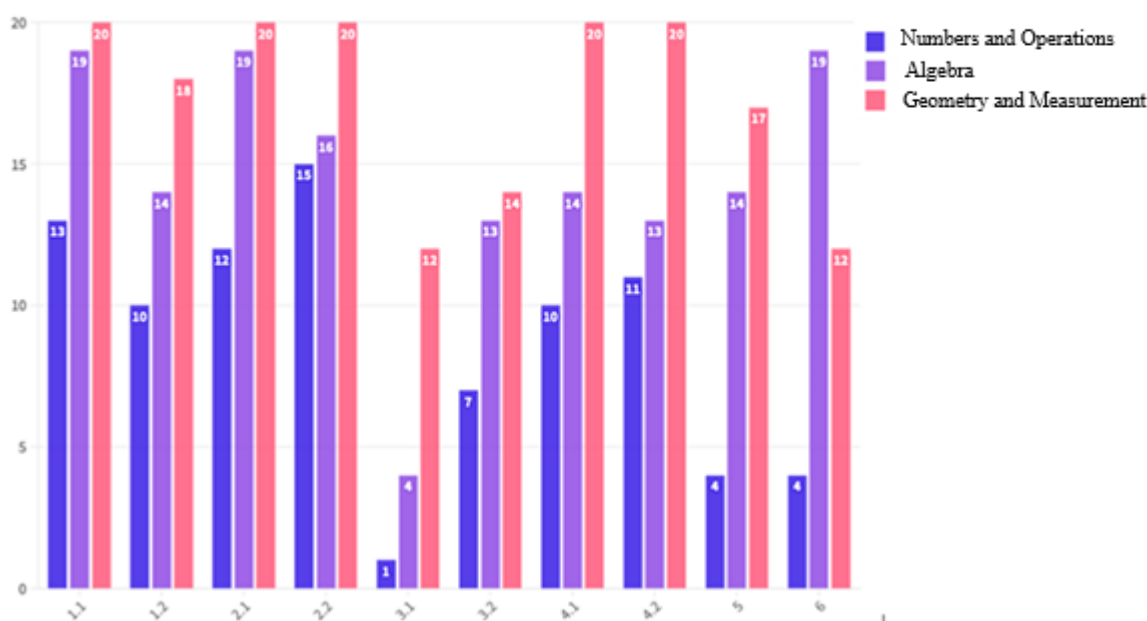
		N	Average Rank	Sum of Rows
Algebra-Numbers and Operations	Negative Rows	5	39,00	195,00
	Positive Rows	48	25,75	1236,00
	Equal	0		
	Total	53		
Geometry and Measurement – Numbers and Operations	Negative Rows	0	,00	,00
	Positive Rows	48	24,50	1176,00
	Equal	5		
	Total	53		
Geometry and Measurement	Negative Rows	5	13,50	67,50

- Algebra	Positive Rows	48	28,41	1363,50
	Equal	0		
	Total	53		

According to Figure 4, we can see that the teacher candidates did not do well on the tasks of planning the activity to make sure students did not have any problems with learning in all three areas (3.1), coming up with criteria for judging how well students did in the activity (5), and planning the activity with the class, student, teacher, and activity in mind (6). Additionally, while an increase in scores was observed for criteria 5 and 6, the increase in scores for criterion 3.1 was more limited compared to the other criteria. Again, based on the scores they received in the three learning areas, it was generally observed that the lowest scores were in numbers and operations, while the highest scores were in geometry and measurement across all criteria. It was determined that the highest score in the sixth criterion was in the algebra learning area. In the areas of geometry and measurement, the groups got full marks for establishing a link between the activity and the learning outcome (1.1), making sure that the purpose of the outcome and the activity were aligned (2.1), using real-world tools that were appropriate for the outcome (2.2), planning questions for the activity that would help students find the relationships they were supposed to (4.1), and making sure that the instructions for the activity were sufficient and clear (4.2). In addition, the teacher candidates scored high in all three learning areas for the 1.1 and 2.2 criteria. The criteria-based activities developed by teacher candidates have improved over time.

Figure 4

Distribution of Teacher Candidates' Scores by Learning Areas



Regarding the third sub-problem, the opinions of teacher candidates on the ECMA instructional design provided to support the use of concrete manipulatives are presented in Table 5.

When the opinions in Table 5 are examined, the Positive category includes codes such as "activation, engaging, supporting group work, developing a positive attitude, and concretization," while the Negative category includes codes such as "inability to prepare activities according to criteria, long preparation time, and unfamiliarity with concrete materials." It can be said that the ECMA design is particularly viewed positively in terms of supporting group work and transforming theoretical knowledge into practice for teacher candidates. However, the teacher candidates stated that they had difficulties in preparing activities that met the criteria and in recognizing concrete materials, and that preparing tasks took up a lot of their time.

Table 5*The views of teacher candidates on the instructional design of ECMA*

Category	Code	f	The expression "öğretmen adayı"
Positive	Activation	18	<i>We were active at every stage of activity development throughout the period.</i>
	Interesting	25	<i>We saw many manipulatives we didn't know before as part of the course. It was very interesting, we liked it.</i>
	Supporting group work	32	<i>It was better to work in a group while preparing the activity. We complemented each other's shortcomings. Better things emerged.</i>
	Developing a positive attitude	22	<i>While developing an activity seemed very difficult, we realized that we could develop an activity within the scope of this course.</i>
	Concretization	29	<i>We had the opportunity to apply the theoretical knowledge we had previously acquired through the practices and feedback we received in this course. In a way, we have made our knowledge concrete.</i>
Negative	Inability to prepare an activity that meets the criteria	10	<i>We had difficulty integrating some criteria into the activity.</i>
	Long preparation time	38	<i>Preparing an activity that meets the criteria took a lot of our time both during and outside of class.</i>
	Failure to recognize tangible materials	30	<i>We had never seen some manipulatives before. We need to do more research on how to prepare an activity with them.</i>

DISCUSSION, CONCLUSION, RECOMMENDATIONS

Using concrete manipulatives to teach challenging and abstract mathematical concepts enables students to develop a deeper understanding and establish conceptual connections (Hiebert & Carpenter, 1992). The most meaningful learning experiences occur when students actively make sense of mathematical concepts and construct their own understanding. Manipulatives help students understand math concepts better by putting abstract ideas into real-world situations and making the learning process more interactive (Boggan et al., 2010). Therefore, the inclusion of concrete materials in the learning process has the potential to create student-centered learning environments that make understanding permanent. In this context, it is important for teachers and teacher candidates to be able to incorporate manipulatives into the learning environment for effective mathematics teaching.

The goal of this study was to assess math teacher candidates' knowledge of concrete manipulatives and support them in developing strategies for their effective use in the classroom. The needs analysis revealed that teacher candidates had limited knowledge and experience with concrete manipulatives. Researchers have found that teachers appreciate the use of manipulatives but don't know how to use them properly (Burns & Hamm, 2011; Hidayah, Dwijanto & Istiandaru, 2018; Puchner, Taylor, O'Donnell & Fick, 2008). Additionally, teachers find it challenging to design lessons that effectively integrate manipulatives and struggle to create manipulatives that incorporate mathematical facts and principles (Ummah, 2017).

In this study, interviews conducted with teacher candidates revealed that they do not have sufficient knowledge about manipulatives and experience difficulties in preparing activities using them. This finding highlights the need to place greater emphasis on manipulatives and real-life examples of their effective use in teacher education programs. It is well-known that a significant number of teacher candidates lack hands-on experience with concrete manipulatives throughout their educational journey. It is clear that teacher educators should put more emphasis on using concrete manipulatives in their lessons. This is because candidates' ability to use these materials effectively in their classes depends largely on the knowledge and practice they acquire during their college education. Studies in this area show how important it is to train teachers, teacher

candidates, and teacher educators, especially in how to use new concrete manipulatives effectively (Akkan & Çakır, 2012; Çetin et al., 2019; Gökmen et al., 2016; Pişkintunç et al., 2012). Additionally, incorporating activity design using manipulatives in mathematics teaching courses allows teacher candidates to gain hands-on experience, improving their instructional skills. This situation will support teacher candidates in combining theoretical knowledge with practical skills, enabling them to use more effective tools in the teaching-learning process. Indeed, Simon (2022) underscored the importance of using manipulatives in conjunction with the most suitable methods to enhance learning and knowledge transfer.

As a result of examining the activities prepared by the teacher candidates, it was determined that they received the highest scores in the fields of geometry and measurement. There could be two reasons for this situation. The first reason can be explained by the fact that the field of learning geometry contains more concrete concepts that are easier to relate to daily life compared to the fields of learning numbers and operations and algebra, and that there is greater familiarity with the use of manipulatives used in this field. Indeed, in the study by Gökmen et al. (2016), classroom and mathematics teachers indicated that they used geometric solids most frequently in mathematics lessons. Additionally, based on the teachers' statements, it is understood that the more frequent preference for these learning objects is related to the easy accessibility of the materials and the teachers' familiarity with them. Similarly, the high scores that teacher candidates got for the geometry learning activities they created can be explained by the fact that they used geometry manipulatives more often while they were in school and learned how to use them better. Supporting this idea, Ünlü (2017) also noted that teacher candidates expressed the most intention to use geometry manipulatives. The second reason for these high scores may be the positive impact of training. When looking at the research that has been done on the positive effects of education, it is noted that teacher candidates' use of manipulatives gets better after training (Ndlovu & Chiromo, 2019) and that their professional knowledge and teaching skills can improve during training (Şandır, 2016). The research shows that even though the teacher candidates said they didn't know as much about manipulatives in the algebra learning area on the manipulative knowledge form, the activities they planned for this area got them higher scores than those they planned for the numbers and operations area. Indeed, Simon (2022) mentions that while the researcher can clearly see the relationship between manipulatives and mathematical concepts, the student may not be able to perceive it. Therefore, teacher candidates may have struggled to see this relationship in manipulatives related to numbers and operations, and they may not have been able to design effective activities. Additionally, the training provided may have contributed to the development of teacher candidates' knowledge and skills in using manipulatives, enabling them to design more successful activities in algebra. This aligns with the findings of Ndlovu and Chiromo (2019), who observed that manipulative use improved over time, particularly in working with whole numbers and integers. Similarly, Larbi and Mavis (2016) state that the use of manipulatives in algebra instruction increases students' active participation in class, enhances their interest in learning mathematics, and helps them better understand mathematical concepts. Their study emphasizes that using algebra tiles correctly helps students understand algebraic ideas better and helps them develop a positive view of math. Regardless of the area of math being studied, these results show that using manipulatives correctly is very important for improving conceptual understanding and strengthening learning.

When the activities designed by teacher candidates were examined according to the specified criteria, it was observed that the ECMA instructional design provided an improvement in the quality of the activities. The criteria-based evaluations showed that geometry and measurement scored highest and numbers and operations scored lowest. Teacher candidates scored high in all three learning areas, particularly in the criteria of activity-outcome relationship and outcome-concrete manipulative relationship. This situation indicates that the teacher candidates can correctly analyze mathematical content by considering the cognitive level required by the achievements and can design activities accordingly by selecting appropriate manipulatives. Additionally, the activity development and material development courses they had taken in previous semesters likely contributed to these skills. However, teacher candidates struggled in the numbers and operations area, particularly in designing activities that would help students learn without any problems, establishing clear success criteria, and creating activities that account for classroom dynamics, student needs, teacher roles, and activity implementation. The provided ECMA instructional design contributed to addressing the deficiencies of teacher candidates in determining evaluation criteria for an activity and designing it in accordance with its context. However, it did not lead to the desired level of improvement in designing activities to prevent possible learning difficulties. This challenge may be attributed to the low awareness of learning difficulties among teachers and teacher candidates (Sawhney & Bansal, 2014; Shukla & Agrawal, 2015). It may also stem from insufficient coverage of learning difficulties in teacher training programs and the limited time allocated to implementing the ECMA instructional design.

Interviews conducted with teacher candidates after the practice reveal that the ECMA instructional design positively contributes to supporting group work and transferring theoretical knowledge to practical applications. However, the teacher candidates stated that they faced difficulties in preparing activities that met the specified criteria and in recognizing concrete materials. They also mentioned that preparing activities took a significant amount of time. This situation is similar to studies showing that teachers report not using materials because they do not have enough time (Gökmen et al., 2016; Koparan & Özbey, 2018; Ünlü, 2017).

The effective use of manipulatives in mathematics teaching helps students better understand abstract concepts and establish deeper conceptual connections. In this study, it has been observed that teacher candidates lack knowledge and skills related to manipulatives, but these deficiencies can be addressed with appropriate training. The candidates performed better, especially in learning geometry. This is likely because they connected it with real-world concepts and had more opportunities to use manipulatives. On the other hand, it is understood that teacher candidates need more support in algebra and numbers and that there should be greater emphasis on practices aimed at learning the effective use of manipulatives in these areas. In this context, it is recommended to develop programs in teacher candidates' undergraduate education that will enhance their knowledge and skills related to the use of manipulatives. Faculty members in education departments can introduce manipulatives in their courses and provide more opportunities for practical applications related to the use of these materials. In mathematics education, the effective use of manipulatives in all learning areas, such as geometry, algebra, numbers, and operations will strengthen conceptual understanding and increase student engagement, making mathematics more accessible. In future studies, a specially designed training program can be implemented to help teacher candidates address potential learning difficulties and consider the classroom context while developing activities. We also recommend implementing a teaching design similar to ECMA with mathematics teachers and evaluating the effectiveness of this training. In line with these recommendations, the widespread use of manipulatives in mathematics education is considered an important step toward creating more effective and lasting learning environments.

REFERENCES

- Ahmad, S. (2024). *Effect of an instructional model “utilizing hands-on learning concrete and virtual manipulatives” on fifth-grade students’ academic achievement in mathematics* [Doctoral dissertation]. Universität Würzburg.
- Akkan, Y., & Çakır, Z. (2012). Pre-service classroom teachers opinions on using different manipulatives in mathematics teaching. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 1(1), 68-83.
- Ball, D. L. (1992). Magical hopes: Manipulatives and the reform of math education. *American Educator: the professional journal of the American Federation of Teachers*, 16(2), 14-18.
- Bartolini, M. G., & Martignone, F. (2020). Manipulatives in mathematics education. *Encyclopedia of Mathematics Education*, 487-494. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0>
- Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 9(1), 23-28.
- Boggan, M., Harper, S., & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of Instructional pedagogies*, 3, 1-6.
- Bouck, E. C., & Park, J. (2018). A systematic review of the literature on mathematics manipulatives to support students with disabilities. *Education and Treatment of Children*, 41(1), 65-106.
- Brencht, L.J. (2000). *The relative effects of cooperative learning, manipulatives and the combination of cooperative learning and manipulative on fourth graders’ conceptual knowledge, computation knowledge and problem solving skills in multiplication*. (Doctoral Dissertation). Retrieved from Proquest Dissertations and Theses database. (UMI No. 9985585).
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Burns, B.A., & Hamm, E.M. (2011). A comparison of concrete and virtual manipulative use in third- and fourth-grade mathematics. *School Science and Mathematics*, 111, 256-261. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00086.x>
- Büyükgöze Kavas, A., & Bugay, A. (2009). Öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitimlerinde gördükleri eksiklikler ve çözüm önerileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 13-21.
- Clements, D. H. (1999). Concrete’manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60.
- Cope, L. (2015). Math manipulatives: Making the abstract tangible. *Delta Journal of Education*, 5(1), 10-19.
- Çakıroğlu, E., & Yıldız, B. T. (2007). Turkish preservice teachers’ views about manipulative use in mathematics education. In C. S. Sunal & M. Kagendo (Eds.), *The Enterprise of Education*, (pp. 275-289). Information Age Publishing Inc.
- Çetin, H., Aydın, S., & Yazar, M. İ. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin manipülatif kullanımına ilişkin tutumlarının ve ihtiyaçlarının incelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 10(17), 1179-1200. <https://doi.org/10.26466/opus.525024>

- Demo, H., Garzetti, M., Santi, G., Tarini, G. (2021). Learning mathematics in an inclusive and open environment: An interdisciplinary approach. *Education Sciences*, 11(5), 199. <https://doi.org/10.3390/educsci11050199>
- Dienes, Z. P. (1971). An example of the passage from the concrete to the manipulation of formal systems. *Educational Studies in Mathematics*, 3, 337-352.
- Domino, J. (2010). *The effects of physical manipulatives on achievement in mathematics in grades k-6: A meta-analysis*. (Doctoral Dissertation). Retrieved from Proquest Dissertations and Theses database.
- Erdem, A., & Öztürk, M. (2023). Manipülatif destekli üstbilişsel planlamaya dayalı öğrenme ortamı tasarımı: Çarpanlar ve katları konusu örneği. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 559-584. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2023..-1099309>
- Golafshani, N. (2013). Teachers' beliefs and teaching mathematics with manipulatives. *Canadian Journal of Education*, 36(3), 137-159.
- Gökmen, A., Budak, A., & Ertekin, E. (2016). İlköğretim öğretmenlerinin matematik öğretiminde somut materyal kullanmaya yönelik inançları ve sonuç beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 859-874.
- Gürbüz, R. (2006). Olasılık kavramlarıyla ilgili geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin kavramsal gelişimine etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* 20, 59-68.
- Gürbüz, R. (2007). Olasılık konusunda geliştirilen materyallere dayalı öğretime ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Kastamonu Education Journal*, 15(1), 259-270.
- Hidayah, I., Dwijanto, & Istiandaru, A. (2018). Manipulatives and question series for elementary school mathematics teaching on solid geometry. *International Journal of Instruction*, 11(3), 649-662. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11344a>
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, (pp. 65-97). New York: Macmillan.
- Kelly, A.C. (2006). Using manipulatives in mathematical problem solving: A performance-based analysis. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 3(2), 184-193.
- Koparan, T., & Özbey, A. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının somut materyal geliştirme ve kullanma sürecine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 277-290.
- Kwon, H., & Capraro, M. M. (2018). The effects of using manipulatives on students' learning in problem posing: The instructors' perspectives. *Journal of Mathematics Education*, 11(2), 35-47.
- Larbi, E., & Mavis, O. (2016). The use of manipulatives in mathematics education. *Journal of Education and practice*, 7(36), 53-61.
- Larbi, E., & Mavis, O. (2016). The Use of Manipulatives in Mathematics Education. *Journal of Education and Practice*, 7(36), 53-61.
- Laski, E. V., Jor'dan, J. R., Daoust, C., & Murray, A. K. (2015). What makes mathematics manipulatives effective? Lessons from cognitive science and Montessori education. *SAGE Open*, 5(2), 2158244015589588.
- Maboya, M. J. (2014). *The relationship between teachers' mathematical knowledge and their classroom practices: a case study on the role of manipulatives in South African primary schools* (Doctoral dissertation, University of the Free State).
- MEB (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programları Ortak Metni. MEB.

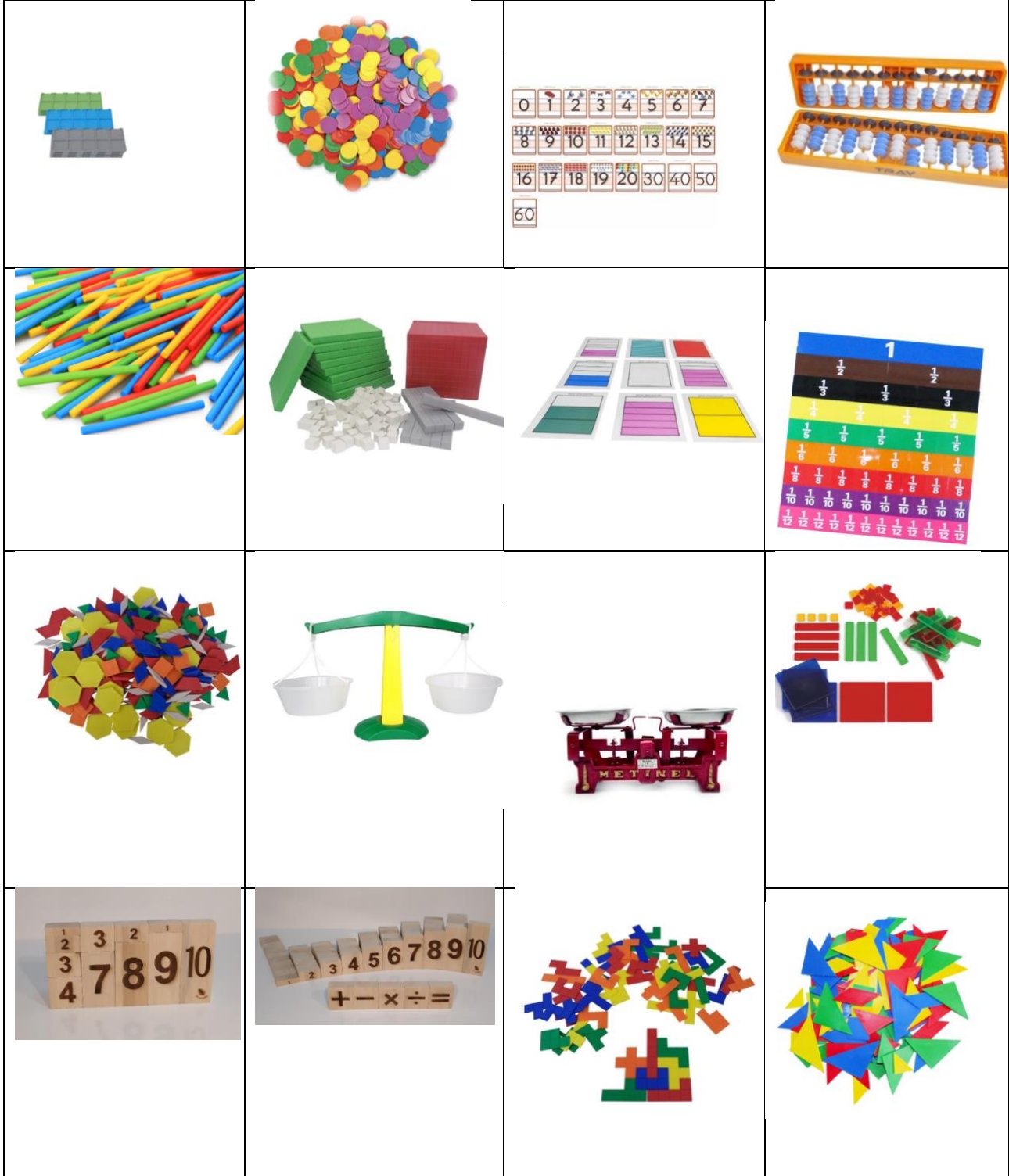
- Moyer, P.S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 175-197.
- Moyer-Packenham, P. S., & Bolyard, J. J. (2016). Revisiting the definition of a virtual manipulative. *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives*, 3-23.
- Moyer-Packenham, P. S., Westenskow, A., & Salkind, G. (2012). Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. Paper presented at the American Educational Research Association Annual Meeting, Vancouver, Canada.
- Ndlovu, Z.A. & Chiromo, L., (2019). Pre-service mathematics teachers' development process in using manipulatives in number operations. *South African Journal of Childhood Education*, 9(1), 1-11.
- Piaget, J. (1964). Development and learning. In R. E. Ripple & V. N. Rockcastle (Eds.), *Piaget Rediscovered*, (pp. 7-20).
- Pişkıntunç, M., Durmuş, S., & Akkaya, R. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 13-20.
- Puchner, L., Taylor, A., O'Donnell, B., & Fick, K. (2008). Teacher learning and mathematics manipulatives: A collective case study about teacher use of manipulatives in elementary and middle school mathematics lessons. *School Science and Mathematics*, 108(7), 313-325. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2008.tb17844.x>
- Sawhney, N., & Bansal, S. (2014). Study of awareness of learning disabilities among elementary school teachers. In *Conference: International Education Confer'Education as a Right across the Levels: Challenges, Opportunities and Strategies*, New Delhi.
- Shaw B., (2002). *Manipulatives enhance the learning of mathematics*. Retrieved from <https://www.pdfFiller.com/jsfiller>, 31.08.2022.
- Shukla, P., & Agrawal, G. (2015). Awareness of learning disabilities among teachers of primary schools. *Online Journal of Multidisciplinary Research*, 1(1), 33-38.
- Simon, M. A. (2022). Contributions of the learning through activity theoretical framework to understanding and using manipulatives in the learning and teaching of mathematical concepts. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100945>
- Sriraman, B., & English, L. (2005). Theories of mathematics education: A global survey of theoretical frameworks/trends in mathematics education research. *ZDM Mathematics Education*, 37(6), 450-456. doi:10.1007/BF02655853
- Şandır, H. (2016). Investigating preservice mathematics teachers' manipulative material design processes. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(8), 2103-2114. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1292a>
- Ummah, S.K. (2017). The abstract form analysis of math concepts based on the multiple representation for pre-service teacher case study in creating math manipulatives. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 160. 310-314.
- Ünlü, M. (2017). Matematik öğretmen adaylarının matematik derslerinde öğretim materyali kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(1), 10-34. <https://doi.org/10.17244/http-eku-comu-edu-tr.291326>
- Van de Walle, J. A., Karp, S. K., Bay-Williams J. M. (2010). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally*. Pearson Education, Inc.

Wang, F., & Hannafin, M.J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.

Yeşildere-İmre, S. (2020). Etkinlik tasarlama ilkeleri. Y. Dede, M. F. Doğan ve F. Aslan-Tutak (Ed.). *Matematik eğitiminde etkinlikler ve uygulamaları içinde* (s. 165-188). Pegem Akademi Yayıncılık.

APPENDIX-1 Concrete Manipulative Information Form

Write the names of the manipulators shown in the images below.





Üstün Yetenekli Tanısı Konmuş ve Konmamış Öğrencilerin Fen Bilimlerine Yönelik Tutumlarının İncelenmesi

İsmail KILIÇ^{1*} 
Kemal Caner ÖNCÜL² 

¹Trakya Üniversitesi, Matematik ve
Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı,
Edirne, Türkiye
ismailk@trakya.edu.tr

² Trakya Üniversitesi, Matematik ve
Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı,
Edirne, Türkiye
kcaneroncul@trakya.edu.tr

¹Sorumlu Yazar

Geliş tarihi: 30.01.2025
Kabul tarihi: 21.02.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Fen bilimleri dersi öğretim programı özel amaçlarından biri fen eğitimi almış öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve bilimsel düşünme alışkanlıkları kazandırmaktır. Bu doğrultuda fen okuryazarı öğrencilerin sağlıklı bilimsel tutumlar geliştirmesi gerekmektedir. Duyuşsal alanlar kapsamına giren fen bilimleri yönelik tutumlarını incelemek öğrencilerin bilime bakış açılarını ve bilimsel düşünmeyi içselleştirme düzeylerini belirleme imkânı sağlar. Bu çalışma, fen bilimleri dersi amaçlarını kazandığı düşünülen üstün yetenekli öğrenciler ile ders başarısı yüksek olan öğrencilerin, fen bilimleri yönelik tutumlarını incelemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden betimsel karşılaştırma deseni kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini 2023-2024 eğitim öğretim yılı içinde, Edirne ilinde yer alan üç devlet ortaokulunda öğrenim gören fen bilimleri dersinde başarılı üstün yetenekli tanısı konmamış 60 öğrenci ile Edirne Bilim ve Sanat Merkezinde eğitim alan ve üstün yetenekli tanısı konmuş 60 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışmada bilimsel tutum ölçeği kullanılarak veriler toplanmıştır. Uygulama öğrencilerin kendi sınıf ortamlarında ve ders saatleri dışında öğretmenlerinin gözetiminde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler SPSS programında analiz edilmiştir. Üstün yetenekli tanısı konmuş öğrencilerin fen bilimleri tutumlarının üstün yetenekli tanısı konmamış öğrencilere göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelime: Bilimsel Tutum, Fen Eğitimi, Üstün Yetenekli Öğrenci, Üstün Yetenekli Tanısı Konulmamış Öğrenci

GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin hızla ilerlediği çağımız dünyası, 21.yüzyıl becerilerine sahip bireylerin gerekliliğini artırmıştır. Sonsuz kabul edilebilir artık yerini sorgulayıcı ve kanıta dayalı üst düzey problem çözme gibi düşünme becerilerine bırakmıştır (Güngör Seyhan ve Okur, 2022). Üst düzey düşünme becerilerini kazandırmak için eğitim programı kazanımları, içerik, ölçme değerlendirme öğeleri yeniden düzenlenmiştir. Bu doğrultuda var olan sorunlara yeni çözümler üreten, özgün düşünme yapısına sahip bireyler yetiştirilmesi amaçlanmaktadır (Akyol, 2021). Fen eğitiminin temel amaçlarından biri bireylere bilimsel düşünme becerisi kazandırmaktır. Bilimsel düşünme becerisi kazanan birey sürekli gelişen günümüz dünyasının beklentilerini karşılayacaktır (Güngör Seyhan ve Okur, 2022). Fen bilimleri dersi öğretim programı özel amaçları biri fen eğitimi almış öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve bilimsel düşünme alışkanlıkları kazandırır. Bu doğrultuda bilim insanı gibi düşünerek bilimsel okur yazarlık becerileri kazanmaları ve bu becerileri günlük hayatta kullanmaları gerekmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2023).

Tutum, bireyde davranış değişikliğine yol açan, kararlarını doğrudan etkileyen bir olgu olarak ifade edilmektedir (Erdoğan ve Vatandaş, 2020). Bu doğrultuda insanların bir duruma nesneye veya davranış biçimine karşı verdiği tepkiler oluşturdukları tutum ile doğrudan bağlantılıdır. Fen bilimleri yönelik tutumlara sahip bireyler ise araştırmacı özelliklere sahiptir. Bu bireyler bilimsel düşünme becerilerini kazanmış olup bilim insanı gibi düşünerek çevrelerindeki problemleri fark eder ve çözüm üretme isteğinde olurlar. Avcı vd. (2020), bilimsel tutuma sahip bireyleri; anlama ve bilmeye karşı istekliği olan, veri elde etme yeterliliğine sahip, öğrendiklerini sorgulayarak mantıklı argümanlarla destekleyen, çıkarımlar yaparak sonuçları tartışan bireyler olarak açıklamışlardır.

1972 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde yayınlanan Marland Raporu'nda üstün yeteneklilik, bireyin hedeflere ulaşmak için gösterdiği üst düzey çaba, verimlilik ve başarı elde etmesi olarak tanımlanmıştır (Kalfa ve Yalçınkaya Alkar, 2019). Üstün yetenekli (ÜY) birey problem çözebilmeyi, çıkarım yapabilmeyi ve farklı sonuçları değerlendirmeyi kolaylıkla yapabilir (Ünsal vd., 2019). Renzulli, ortalama üstü özel yeteneği

bilimsel düşünebilme, analitik, sanat, bale ve müzik gibi özel alanlarda ilgili ve yeteneğinin olması olarak açıklamıştır. Ayrıca ÜY bireylerde bulunması gösterilen özellikleri üç halka modeli ile açıklamaya çalışmıştır. ÜY birey, genel yetenek, yaratıcılık ve ilgi alanlarında yüksek konsantrasyona sahip olma özelliklerini bir arada bulundurur. Bu model Şekil 1 de gösterilmiştir (Belen, 2022).

Şekil 1

Renzulli üç halka modeli



Millî Eğitim Bakanlığının Ocak 2022 de yayınlamış olduğu Bilim ve Sanat Merkezi yönergesinde özel yetenekli bireyi yaşitlarına göre bilgiyi daha derinlemesine anlayan, soyut kavramları erken yaşta kavrayan ve sanatsal alanlarda yüksek beceriye sahip birey olarak tanımlanmıştır (MEB, 2022). Akranlarına göre daha hızlı öğrenen özel yetenekli öğrenci, problemleri tespit edip çözüm yolları arama ve kendini gerçekleştirme sürecini erken yaşta elde ederek ilgi alanlarında yüksek performans gösterir (MEB, 2023).

Fen bilimleri dersi amaçlarını kazandığı düşünülen ders başarısı yüksek öğrenciler ile ÜY öğrencilerin duyuşsal alanlar kapsamına giren fen bilimlerine yönelik tutumlarını incelemek öğrencilerin bilime bakış açılarını ve bilimsel düşünmeyi içselleştirme düzeylerini belirleme imkânı sağlar. Bu doğrultuda çalışma, ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin, fen bilimlerine yönelik tutumlarını incelemek amacıyla yürütülmüştür.

Araştırma Soruları

- ÜY tanısı konmuş ve konmamış Öğrencilerin fen bilimleri ortalama tutum puan düzeyleri nasıldır?
- ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumları arasında fark var mıdır?
- ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin sınıf seviyelerine göre fen bilimlerine yönelik tutumları arasındaki fark var mıdır?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarının incelendiği bu araştırmada tarama modellerinden betimsel araştırma modeli kullanılmıştır. Tarama modelleri; mevcut bir durumu, herhangi bir değişikliğe maruz bırakmadan tasvir etmeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır. Bu doğrultuda tarama modeli, büyük grupların fikir ve özelliklerini ortaya koymayı amaçlar (Büyüköztürk vd., 2022). Ayrıca araştırmada nedensel karşılaştırma deseni kullanılmıştır. Nedensel karşılaştırmalar, belirli bir değişken açısından iki veya daha fazla grubu karşılaştırmayı amaçlar (Çepni, 2021). Nedensel karşılaştırma,

mevcut durumun nedenlerini etkileyen faktörleri ya da değişkenlerin duruma etkisini belirlemeye yönelik yapılan bir araştırma türüdür (Büyüköztürk vd., 2022).

Çalışma Grubu / Evren- Örneklem

Araştırma örneklemini, Edirne ilinde bulunan ÜY bireylerin eğitim gördüğü kurumdaki bireysel yeteneklerin farkındalığı (BYF) ve özel yetenekleri geliştirme (ÖYG) programlarında öğrenim gören öğrenciler ile Edirne ili içerisindeki üç ortaokulda öğrenim gören fen bilimleri ders başarısı yüksek ÜY tanısı konulmamış her sınıf seviyesinden (5.-7. sınıf) gönüllü olarak seçilen öğrencilerden oluşmaktadır.

ÜY tanısı konmuş öğrencilerin öğrenim gördüğü okulun belirlenmesinde uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmacının verilerini toplaması ve kolaylıkla erişim sağlayabileceği örnekleme “uygun örnekleme yöntemi” denilmektedir (Büyüköztürk vd., 2022). ÜY tanısı konmuş öğrencilerin örneklemini basit tesadüfi eleman örnekleme yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Basit tesadüfi eleman örneklemede evrendeki tüm elemanların birbirine eşit seçilme şansına sahiptir (Karasar, 2003).

ÜY tanısı konulmamış öğrencilerin öğrenim gördüğü okulların belirlenmesinde araştırmacının kolaylıkla erişim sağlayacağı üç okul seçilmiştir. Bu doğrultuda okul seçiminde “uygun örnekleme yöntemi” kullanılmıştır. ÜY tanısı konulmamış öğrencilerin belirlenmesinde okudukları okulda fen bilimleri dersine giren öğretmenlerin görüşleri ile fen bilimleri dersi akademik başarılarının yüksek olması dikkate alınmıştır. Bu nedenle öğrencilerin seçiminde amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme yöntemi, olgu veya olayların belirli özellikler doğrultusunda ayrıntılı şekilde incelenmesini sağlayan bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Öğrenci sayıları belirlenmesinde Edirne ilinde ÜY olarak tanımlanmış öğrenci sayılarına göre üst sınır belirlenmiştir. Her sınıf seviyesinde (5.-7. sınıf) 20 ÜY ve 20 ÜY tanısı konulmamış öğrenci olmak üzere toplam 120 öğrencinin sınıf dağılımı Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1

Örneklemedeki Okullara Göre Öğrenci Sayıları

OKUL	Sınıf Seviyesi	n	Toplam öğrenci
Bilim ve Sanat Merkezi	5.	20	60
	6.	20	
	7.	20	
A Okulu	5.	6	
	6.	7	
	7.	7	
B Okulu	5.	8	60
	6.	7	
	7.	7	
C Okulu	5.	6	
	6.	6	
	7.	6	
TOPLAM			120

Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplamak amacıyla Moore ve Foy tarafından geliştirilen Demirbaş ve Yağbasan (2006) tarafından Türkçeye uyarlaması yapılan “Bilimsel Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçekte öğrencilerin bilime, bilim insanlarına ve bilimin doğasına bakış açılarını anlamak hedeflenmektedir. Ölçek beşli likert tipinde olup 40 maddeden oluşmaktadır. Bu maddelerin 20 tanesi pozitif, 20 tanesi negatif cümlelerdir. Ölçeğin puanlaması Tablo 2’de verilmiş olup en yüksek puan 400 ve en düşük puan 40 çıkmaktadır. Ölçeğin içeriği, alt boyutları ve bu alt boyutların puanlaması Tablo 3’te gösterilmiştir. Demirbaş ve Yağbasan (2006) tarafından uyarlanan bilimsel tutum ölçeğinin Croanbach alfa güvenirlik katsayısı 0,76 olarak saptanmıştır. Bu çalışmada Croanbach alfa güvenirlik katsayısı da 0,76 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2*Bilimsel Tutum Ölçeği Maddelerinin Puanlaması*

	Pozitif Maddelerin Puanlaması	Negatif Maddelerin Puanlaması
Kesinlikle Katılıyorum	5	1
Katılıyorum	4	2
Kararsızım	3	3
Katılmıyorum	2	4
Kesinlikle Katılmıyorum	1	5

(Demirbaş ve Yağbasan, 2006).

Tablo 3*Bilimsel Tutum Ölçeği Maddelerinin İçeriği, Alt Boyutu ve Puan Aralığı*

Ölçek	Madde Sayısı	Alt Ölçek İçeriği	Maddelerin Numaraları	Puan Aralığı
1. AB*	3+3=6	Bilimsel Kanunlar ve Teorilerin Yapısı	(4,16,34); (11,15,35)	6-30
2. AB	3+3=6	Fen Bilimlerinin Yapısı ve Olaylara Yaklaşma Biçimi	(10,19,33); (2,7,26)	6-30
3. AB	3+3=6	Bilimsel Davranışı Sergileme	(17,18,25); (3,5,32)	6-30
4. AB	3+3=6	Fen Bilimlerinin Yapısı ve Amacı	(20,21,28); (9,24,31)	6-30
5. AB	3+3=6	Fen Bilimlerinin Toplumdaki Yeri ve Önemi	(12,23,29); (6,8,38)	6-30
6. AB	5+5=10	Bilimsel Çalışmaları Yapmadaki İsteklilik	(1,27,30,36,40); (13,14,22,37,39)	10-50
Pozitif İfadeler	20	-	-	20-100
Negatif İfadeler	20	-	-	20-100
Toplam	40	-	-	40-200

(Demirbaş ve Yağbasan, 2006).

Veri Toplama Süreci

Araştırma verilerini toplamak için, “Bilimsel Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Adı geçen veri toplama aracını çalışmada kullanılabilmek adına gerekli kişi ve kuruluşlardan izinler alınmıştır. Öğrencilerin bazı demografik bilgilerini toplamak için araştırmacı tarafından hazırlanan Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır. Öğrencilere ölçeği 40 dk süre içerisinde tamamlamış sürenin yeterli olduğu görülmüştür. Veri toplama süreci öğrencilerin okudukları sınıflarda, fen bilimleri öğretmenlerinin ve araştırmacının gözetiminde uygulanmıştır.

Yapılan bu çalışmada araştırma etiği ilkeleri gözetilmiş olup gerekli etik kurul izinleri alınmıştır. Etik kurul izni kapsamında; T.C. Trakya Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığından, 18.10.2023 tarihinde, E-29563864-050.03.04-536860 sayılı belge alınmıştır.

Verilerin Analizi

Nicel verilerin çözümlenmesinde aritmetik ortalama, medyan, standart sapma ve istatistik testleri kullanıldı. Çalışmadan elde edilen verilerin değerlendirilmeleri sırasında, istatistiksel analizler için Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 26 programından yararlanıldı. Bütün sonuçlar %95 güven aralığında sonuçlar 0,05 anlamlılık düzeyine göre değerlendirildi.

BULGULAR

Araştırmanın “ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumları arasında fark var mıdır?” alt probleminde, ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin, fen bilimlerine yönelik bilimsel tutumları; BTÖ’den elde edilen veriler doğrultusunda belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen puanların aritmetik ortalaması, standart sapması, en küçük ve en büyük değerleri Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4

Bilimsel Tutum Ölçeği Puanlarının Aritmetik Ortalaması, Standart Sapması, En Küçük ve En Büyük Değerleri

Temalar	$\bar{X}$	n	SS	En Küçük	En Büyük
ÜY Tanısı Konmuş Öğrencilerin Puanları	161,12	60	8,441	143	178
ÜY Tanısı Konmamış Öğrencilerin Puanları	149,38	60	11,758	125	176
Tüm Öğrencilerin Puanları	155,25	120	11,772	125	178

Tablo 4 incelendiğinde, tüm öğrencilerin bilimsel tutumları puanı aritmetik ortalamalarının 155,25; standart sapması 11,772, ÜY tanısı konmuş öğrencilerin bilimsel tutumları puanı aritmetik ortalamalarının 161,12; standart sapması 8,441, ÜY tanısı konmamış öğrencilerin bilimsel tutumları puanı aritmetik ortalamalarının 149,38; standart sapması 11,758 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgular, öğrencilerin yüksek düzeyde bilimsel tutum puanlarına sahip olduğunu göstermektedir.

ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için öncelikle ölçek ve bağımsız gruplar ortalama puanlarına normallik testi uygulanmıştır. Normallik testinde grupların 30 kişiden büyük olması sebebiyle Kolmogorov-Smirnov normallik testi ile sınanmıştır Tablo 5’te normallik testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 5

Grupların Bilimsel Tutum Ölçeği Yapılan Normallik Testi Sonuçları

Temalar	n	İstatistik	p
Tüm Öğrencilerin Puanları	120	0,069	,200
ÜY Tanısı Konmuş Öğrenciler	60	0,087	,200
ÜY Tanısı Konmamış Öğrenciler	60	0,067	,200

Not. *p< .05.

Tablo 5 görüldüğü üzere yapılan Kolmogorov-Smirnov testi neticesine bakıldığında tüm gruplarda veriler, özellik olarak normal dağılım göstermiştir (p>0,05). Bağımsız gruplar olan ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin bilimsel tutumları arasındaki anlamlılığını incelemek için parametrik testlerden biri olan bağımsız gruplar t-testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6

Öğrencilerin Bilimsel Tutum Puan Ortalamalarının t-Testi Sonuçları

Temalar	n	$\bar{X}$	SS	t	Sd	p
ÜY Tanısı Konmuş Öğrenciler	60	4,02	0,21	6,28	107	0,000*
ÜY Tanısı Konmamış Öğrenciler	60	3,73	0,29			

Not. *p< .05.

Tablo 6 incelendiğinde, öğrencilerin bilimsel tutum puan ortalamaları arasında anlamlı farklılaşma olduğu görülmektedir (t=6,28, p<0,05). Bu fark ÜY tanısı konmuş öğrenciler lehinedir. Buna göre ÜY tanısı konmuş öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarının daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. ÜY tanısı

konmuş ve konmamış öğrencilerin bilimsel tutumlarının sınıf düzeyinin etkisini incelemek amacıyla yapılan normallik test sonuçları Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7

Bilimsel Tutum Ölçeği Yapılan Öğrencilerin Sınıf Seviyesine Göre Normallik Testi Sonuçları

Temalar	Sınıf Seviyesi	n	$\bar{X}$	İstatistik	p
ÜY Tanısı Konmuş Öğrenciler	5.	20	160,75	,185	,071*
	6.	20	160,40	,137	,200*
	7.	20	162,20	,137	,200*
ÜY Tanısı Konmamış Öğrenciler	5.	20	148,00	,155	,200*
	6.	20	149,55	,081	,200*
	7.	20	150,60	,120	,200*

Not. *p< .05.

Tablo 7 görüldüğü üzere yapılan Kolmogorov-Smirnov testi neticesine bakıldığında tüm gruplarda veriler, özellik olarak normal dağılım göstermiştir ($p>0,05$). ÜY tanısı konmuş öğrencilerin sınıf seviyelerine göre bilimsel tutumlarının arasında anlamlılığı incelemek için ANOVA testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8

Bilimsel Tutum Ölçeği Yapılan ÜY Tanısı Konmuş Öğrencilerin Sınıf Seviyesine Göre Analiz Sonuçları

Temalar	Sınıf Seviyesi	n	$\bar{X}$	SS	F	p
ÜY Tanısı Konmuş Öğrenciler	5.	20	4,0188	,19464	,249	,780
	6.	20	4,0100	,18126		
	7.	20	4,0550	,25760		

Not. *p< .05.

Tablo 8 incelendiğinde ÜY tanısı konmuş öğrencilerin sınıf düzeyine göre bilimsel tutum puanlarında anlamlı bir farklılaşmanın olmadığı ($F=0,249$ $p>0,05$) görülmektedir. Ancak yapılan post hoc analizlerine göre; ÜY tanısı konmuş 5.-7. sınıf öğrenciler arasında 7.sınıf öğrencilerin lehine farklılaştığı anlaşılmıştır. Buna göre ÜY tanısı konmuş öğrenciler içerisinde 7.sınıf öğrencileri fen bilimlerine yönelik daha olumlu tutum sergilemektedirler. ÜY tanısı konmamış öğrencilerin sınıf seviyelerine göre bilimsel tutumlarının aralarında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını incelemek amacıyla ANOVA testi uygulanmış olup bulgular Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9

Bilimsel Tutum Ölçeği Yapılan ÜY Tanısı Konmamış Öğrencilerin Sınıf Seviyesine Göre Analiz Sonuçları

Temalar	Sınıf Seviyesi	n	$\bar{X}$	SS	F	p
ÜY Tanısı Konmamış Öğrenciler	5.	20	3,7000	,32394	,241	,787
	6.	20	3,7388	,23612		
	7.	20	3,7650	,32458		

Not. *p< .05.

Tablo 9 incelendiğinde ÜY tanısı konmamış öğrencilerin sınıf düzeyine göre bilimsel tutum puanlarında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olmadığı ($F=0,241$ $p>0,05$) görülmektedir. Grup puanlarının homojen dağılım yaptığı yorumu yapılabilir. Ancak post hoc analizlerine göre; ÜY tanısı konmuş 5.-7.sınıf öğrenciler arasında 7.sınıf öğrencilerin lehine farklılaştığı anlaşılmıştır. Buna göre ÜY tanısı konmamış öğrenciler içerisinde 7.sınıf öğrencileri fen bilimlerine yönelik daha olumlu tutum sergilemektedirler. ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin sınıf seviyelerine göre bilimsel tutumları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını incelemek amacıyla yapılan ANOVA testi bulguları Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10

Bilimsel Tutum Ölçeği Yapılan ÜY Tanısı Konmuş ve Konmamış Öğrencilerin Sınıf Seviyesine Göre Analiz Sonuçları

Temalar	Sınıf Seviyesi	n	$\bar{X}$	SS	F	p
ÜY Tanısı Konmuş Öğrenciler	5.	20	4,0188	,19464	7,879	,000
	6.	20	4,0100	,18126		
	7.	20	4,0550	,25760		
ÜY Tanısı Konmamış Öğrenciler	5.	20	3,7000	,32394		
	6.	20	3,7388	,23612		
	7.	20	3,7650	,32458		

Not. *p< .05.

Tablo 10 incelendiğinde ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin sınıf düzeyine göre bilimsel tutum puanlarında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olduğu ($F=7,879$; $p<0,05$) görülmektedir. Farklılaşmanın yönünü tespit etmek için yapılan post hoc analizi Tukey HSD sonuçlarına göre ÜY tanısı konmamış 5.sınıf ÜY tanısı konmamış öğrencilerinin ÜY 5.-7. sınıf öğrencilerine göre farklılaştığı, bu farklılaşmanın ÜY öğrenciler lehine olduğu görülmektedir. ÜY tanısı konmamış 6. ve 7.sınıf öğrencilerin ÜY 7.sınıf öğrencilerine göre farklılaştığı, bu farklılaşmanın ÜY öğrenciler lehine olduğu görülmektedir. Buna göre ÜY tanısı konmuş öğrenciler, ÜY tanısı konmamış öğrencilere göre fen bilimlerine yönelik daha olumlu tutum sergilemektedirler. ÜY tanısı konmuş öğrenciler içerisinde 7.sınıflar fen bilimlerine yönelik daha olumlu tutum sergilemektedirler. ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin bilimsel tutumlarının her sınıf seviyelerine göre anlamlı bir farklılığın olup olmadığını incelemek için bağımsız gruplar t-testi uygulanmış olup bulgular Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11

Öğrencilerin Her Sınıf Seviyesine Göre Bilimsel Tutum Ortalama Puanlarının t-Testi Sonuçları

		n	$\bar{X}$	SS	t	Sd	p
5.sınıflar	ÜY Tanısı Konmuş Öğrenciler	20	4,01	0,19	-3,77	31.10	0,001*
	ÜY Tanısı Konmamış Öğrenciler	20	3,70	0,32			
6.sınıflar	ÜY Tanısı Konmuş Öğrenciler	20	4,01	0,18	4,07	38	0,000*
	ÜY Tanısı Konmamış Öğrenciler	20	3,73	0,23			
7.sınıflar	ÜY Tanısı Konmuş Öğrenciler	20	4,05	0,25	3,13	38	0,003*
	ÜY Tanısı Konmamış Öğrenciler	20	3,76	0,32			

Not. *p< 0,05

Tablo 11 incelendiğinde, her sınıf seviyesi öğrencilerin bilimsel tutum puan ortalamaları arasında anlamlı farklılaşma bulunmuştur 5.sınıflarda ($t=-3,77$, $p<0,05$), 6.sınıflarda ($t=4,07$, $p<0,05$), 7.sınıflarda ($t=3,13$, $p<0,05$). Bu fark ÜY tanısı konmuş öğrenciler lehinedir. Buna göre ÜY tanısı konmuş öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarının ÜY tanısı konmamış aynı sınıf seviyesi öğrencilere göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırma kapsamında öğrencilerin fen bilimlerine tutumu incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin fen bilimleri ortalama tutum puanlarının (155,25) yüksek düzeyde ortalamalara sahip oldukları tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin fen bilimlerine yönelik “yüksek düzeyde” olumlu tutum sergiledikleri söylenebilir. ÜY tanısı konmuş öğrencilerin fen bilimleri ortalama tutum puanlarının (161,12), ÜY tanısı konmamış öğrencilerin fen bilimleri ortalama tutum puanlarından (149,38) yüksek olduğu görülmektedir. Buna göre ÜY tanısı konmuş öğrencilerin ve fen bilimleri ders başarıları yüksek ÜY tanısı konmamış öğrencilerin fen bilimlerine yönelik “yüksek düzeyde” olumlu tutum sergiledikleri söylenebilir. Alanyazında öğrencilerin fen bilimleri yönelik tutumlarının incelendiği araştırmaların sayısı oldukça azdır. Öğretim yöntem ve tekniğinin, öğrenci demografik değişkenlerinin öğrencilerin fen bilimleri yönelik tutumları ile ilişkilendirildiği birçok çalışma bulunmuştur. Ancak bu çalışmalar, bu araştırma ile karşılaştırılabilir

nitelikte değildir. Bu araştırma ile aynı veya benzer ölçek kullanarak öğrencilerin bilimsel tutumlarının incelendiği az sayıda araştırmalardan biri olan Kılıç (2011), öğrencilerin bilimsel tutum becerilerine yönelik incelemede bulunduğu çalışmada öğrencilerin bilime yönelik orta düzeyde olumlu tutum sergilediği sonucuna ulaşmıştır.

Tablo 12

ÜY Konmamış Öğrencilerin Fen Bilimleri Ortalama Tutum Puan Düzeyleri Araştıran Çalışmalarda Elde Edilen Sonuçlar

Araştırmacı	n	Sınıf Seviyesi	Bilimsel tutum Puanı	Düzyey
Özden (2012)	634	6.-8.	139.7	Orta Düzeyde
Ocak vd., (2020)	461	5.-8.	136.59	Orta Düzeyde
Güzel (2020)	287	5.-8.	133.94	Orta Düzeyde
Keskin (2019)	300	7.	88,99	Düşük Düzeyde
Çelik ve Onay (2014)	400	6.	95,59	Düşük Düzeyde

Tablo 12’de görüldüğü gibi Özden (2012) Aydın ili merkez ilçede bulunan farklı sosyo-ekonomik düzeydeki 634 ilköğretim öğrencileri ile yaptığı araştırmada öğrencilerin “Bilimsel Tutum” ortalama puanları 139.7 çıkmıştır. Bu bulgu sonucunda öğrencilerin Özden (2012), bilime yönelik orta düzeyde olumlu tutum sergilediği sonucuna ulaşmıştır. Ocak vd. (2020), 461 ortaokul öğrencisi ile yapmış olduğu araştırmada öğrencilerin “Bilimsel Tutum” ortalama puanları 136.59 çıkmıştır ve araştırmacılar öğrencilerin bilime yönelik orta düzeyde olumlu tutum sergilediği sonucuna ulaşmıştır. Güzel (2020), 287 ortaokul öğrencisi ile yapmış olduğu araştırmada öğrencilerin “Bilimsel Tutum” ortalama puanları 133.94 çıkmıştır. Güzel (2020), öğrencilerin bilime yönelik orta düzeyde olumlu tutum sergilediği sonucuna ulaşmıştır. Keskin (2019), ilköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin bilimsel tutumlarını incelediği araştırmada, öğrencilerin “Bilimsel Tutum” ölçeğinden aldığı ortalama puan 88,99 olarak hesaplanmıştır. Buna göre Keskin (2019), ilköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin bilime yönelik tutumlarının düşük düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Onay ve Çelik (2014), İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin bilimsel tutumlarını incelediği araştırmada öğrencilerin “Bilimsel Tutum” ölçeğinden aldığı ortalama puan 95,59 olarak hesaplamıştır. Buna göre Onay ve Çelik (2014), ilköğretim 6. Sınıf öğrencilerinin bilime yönelik tutumlarının düşük düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Kılıç (2011), Özden (2012), Ocak vd. (2020), Güzel (2020), Onay ve Çelik (2014) ve Keskin (2019) yaptıkları araştırmalardan elde ettikleri sonucun bu araştırma sonucuna göre oluşan farklılık, örneklemdeki öğrencilerin fen bilimleri ders başarıları yüksek olan öğrencilerden oluşmasından kaynaklanıyor olabilir. Keskin (2019), bilime yönelik tutumlarının karne notlarına göre farklılaşmayı araştırdığı çalışmada karne notu 1 ve 5 olanların diğer notlara oranla daha yüksek bir tutum sergilediği sonucuna ulaşmıştır. Karne notu 1 olan öğrencilerin bilimsel tutum puanı yüksekliğinin ders başarılarından başka sebeplerle oluşabileceği, karne notu 5 olan öğrencilerin bilime yönelik yüksek tutum sergilemesinin fen bilimleri ders başarılarıyla doğrudan ilişkili olabileceği yorumunu yapmıştır. Demirbaş ve Yağbasan (2011), öğrencilerin ders başarıları ile bilimsel tutum puanları arasında yaptığı karşılaştırma sonucunda ders başarıları yüksek olan öğrencilerin bilimsel tutum puanlarının yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Alanyazın incelendiğinde bu araştırma ile benzer sonuçlar elde eden araştırmalar da bulunmaktadır. Ata (1999), 6-8 sınıf öğrencilerin bilimsel tutum geliştirme düzeylerinin orta ve yüksek tutum değerlerine sahip olduğunu saptamıştır. Benzer bir şekilde Gürkan ve Gökçe (2001), fen bilgisi dersi tutumuna yönelik yaptığı araştırmada öğrencilerin başarıları ve tutumları arasında anlamlı bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Bu doğrultuda ders başarıları yüksek öğrencilerin fen bilgisi dersi tutumlarının da yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. TIMSS sınavları verilerine göre fen dersi başarı ortalamaları yüksek öğrencilerin fen bilimine yönelik tutumları da yüksek değerlere sahiptir. Bu sonuçlar ders başarıları ile tutumlar arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir (Ersoy ve Ergün, 2014). Turhan vd. (2008), yaptıkları araştırmalar sonucunda öğrencilerin fen ders başarıları ile tutumları arasında pozitif bir ilişki olduğunu ifade edilmektedir. Bu bulgular ve sonuçlar, araştırma sonucunu destekler niteliktedir.

Araştırma bulgularına göre ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrenciler arasında fen bilimlerine yönelik tutumları karşılaştırıldığında anlamlı farklılaşma olduğu bulunmuştur. Bu fark ÜY tanısı konmuş öğrenciler lehinedir. Buna göre araştırma sonucunda ÜY tanısı konmuş öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarının ÜY tanısı konmamış öğrencilere göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Alanyazın incelendiğinde bilimsel tutumu doğrudan inceleyen az sayıda araştırmalarda biri olan Kanlı (2017), araştırmasında ÜY öğrencilerin bilimsel tutumlarını mevcut araştırmada kullanılan ölçek ile incelemiş, benzer sonuçlara ulaşmıştır. Kanlı (2017) yaptığı araştırma sonucunda ÜY öğrencilerin bilimsel tutumlarının yüksek düzeyde olduğunu bulmuştur. Keskin (2019), ilköğretim 7.sınıf öğrencileri ile yaptığı araştırmayı Kanlı'nın (2011) ÜY öğrenciler ile yaptığı araştırma ile kıyasladığında, ÜY öğrenciler lehine oluşan farkın ÜY öğrencilerin doğuştan gelen ilgi ve meraklarından kaynaklandığı yorumunu yapmaktadır. Smutny ve Von Fremd'e (2004) göre ÜY bireyler doğuştan meraklı bir yapıya sahip olup bu meraklarını bilimin doğası ile karşılama eğilimindedirler.

Erdoğan (2013), üstün zekalı kızların bilimsel tutumlarını incelediği araştırmada öğrencilerin bilimsel tutum ortalama puanları 146,45 ile yüksek düzeyde olduğunu bulmuştur. ÜY tanısı konmuş 5.-7. sınıf öğrenciler arasında 7.sınıf öğrencilerin lehine farklılaştığı anlaşılmıştır. Buna göre ÜY tanısı konmuş öğrenciler içerisinde 7.sınıf öğrencileri fen bilimlerine yönelik daha olumlu tutum sergilemektedirler. Benzer şekilde ÜY tanısı konmamış 5.-7. sınıf öğrenciler arasında 7.sınıf öğrencilerin lehine farklılaştığı anlaşılmıştır. Buna göre ÜY tanısı konmamış öğrenciler içerisinde 7.sınıf öğrencileri fen bilimlerine yönelik daha olumlu tutum sergilemektedirler. Demirbaş ve Yağbasan (2011), 556 ortaokul öğrencilerinin bilimsel tutumlarını incelediği araştırmada 5.-8. sınıf öğrenciler arasında 7.sınıf öğrencilerin bilimsel tutumlarının daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda aynı ölçeği kullanmış olan Demirbaş ve Yağbasan (2011), bu araştırma ile benzer bir sonuç elde etmiştir. Bu araştırmada da 7.sınıf öğrencileri ortaokul öğrencileri arasında daha yüksek bilimsel tutumlar sergilemektedir.

Araştırma sonuçları incelendiğinde ÜY tanısı konmuş öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarının ÜY tanısı konmamış aynı sınıf seviyesi öğrencilere göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Araştırmaya katılan tüm öğrenciler sınıf seviyelerine göre birlikte incelendiğinde ÜY tanısı konmamış 5.sınıf öğrencilerinin ÜY 5.-7. sınıf öğrencilerine göre farklılaştığı, bu farklılaşmanın ÜY öğrenciler lehine olduğu görülmektedir. ÜY tanısı konmamış 6. ve 7.sınıf öğrencilerin ÜY 7.sınıf öğrencilerine göre farklılaştığı, bu farklılaşmanın ÜY öğrenciler lehine olduğu görülmektedir. Buna göre ÜY tanısı konmuş öğrenciler, ÜY tanısı konmamış öğrencilere göre fen bilimlerine yönelik daha olumlu tutum sergilemektedirler. ÜY tanısı konmuş öğrenciler içerisinde ise 7.sınıflar, fen bilimlerine yönelik daha olumlu tutum sergilemektedirler. ÜY tanısı konmuş ve konmamış öğrencilerin sınıf seviyelerine göre birlikte incelendiği başka araştırma bulunamamıştır. Bu doğrultuda bu araştırmanın alanyazına katkı sağlayacağına inanıyoruz.

2024-2025 yılı itibarıyla bilimi ve bilimsel düşünme becerilerini merkeze alan yeni müfredatın fen bilimleri yönelik tutumlara etkisi incelenerek değişim araştırılabilir. Araştırma ortaöğretim öğrencileri ile tekrar edilerek öğrencilerin sınıf seviyelerine göre bilimsel tutumları incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Akyol, C. (2021). Beşinci sınıf fen bilimleri öğretim programı kazanımlarının ve ders kitabının üst düzey düşünme becerileri bağlamında incelenmesi. *IJOESS International Journal of Eurasia Social Sciences*, 12, 2021. doi:10.35826/ijoess.2880.
- Ata, E. (1999). *İlköğretimde bilimsel ve sosyal tutum Adapazarı örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Adapazarı.
- Avcı, M., Türkoğlu, A. Y., ve Eş, H. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarının araştırma sorgulamaya dayalı fen öğretimi ve bilimsel tutum üzerine etkilerinin çoklu regresyon ile analizi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 80-93.
- Belen, D. (2022). *Fen alanında üstün yetenekli ortaokul öğrencileri için aday bildirim envanterinin geliştirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2022). *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Çepni, S. (2021). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş (dokuzuncu baskı)*. Afyonkarahisar: Celepler Yayın ve Dağıtım.
- Demirbaş, M. ve Yağbasan, R. (2011). 2005 Fen ve teknoloji öğretim programının, ilköğretim öğrencilerindeki bilimsel tutumların gelişimine etkisi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(1), 321-342.
- Demirbaş, M. ve Yağbasan, R. (2006). Fen bilgisi öğretiminde bilimsel tutumların işlevsel önemi ve bilimsel tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanma çalışması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 271-299.
- Erdoğan, M., ve Vatandaş, C. (2020). Bireysel ve toplumsal dışlanma pratiği: önyargı ve ayrımcılık. *Journal of human and social sciences*, 3(1), 474-485.
- Erdoğan, S. (2013). Üstün zekâlı kızların bilime yönelik tutumları ve bilim insanı imajları. *HAYEF Journal of Education*, 10(1), 125-142.
- Ersoy, Ö. ve Ergün, M. (2014). Sınıf öğretmeni adaylarının fen bilimlerine karşı tutumları: Türkiye, Hollanda ve Romanya örneği. *Journal of Turkish Science Education*, 11(2), 85-109. <https://doi.org/10.36681/>
- Güngör Seyhan, H. ve Okur, M. (2022). ÜY öğrencilerde müfredat modelleri ve fen öğretimi. *Eğitim Bilimleri ve Araştırma Dergisi*, 3(1). doi:10.54637/ebad.1085489
- Gürkan, T. ve Gökçe, E. (2001). İlköğretim öğrencilerinin fen bilgisi dersine yönelik tutumları. *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi içinde* (s. 188- 189). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Güzel, H. (2020). Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel tutum düzeylerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 7(58), 2297-2307.
- Kalfa, E., ve Yalçınkaya Alkar, Ö. (2019). Üstün yetenekli çocuk ve ergenlerde mükemmeliyetçilik, ruminasyon ve depresyon ilişkisi: derleme çalışması. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 6(1), 1-13.
- Kanlı, E. (2017). ÜY öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeyleri, cinsiyet ve bilimsel tutumları arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *İlköğretim Online Dergisi*, 16(4), 1792-1802. doi:10.17051/ilkonline.2017.342992

- Karasar, N. (2003). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. (12. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Keskin K. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin yaratıcılık düzeyleriyle fen bilimlerine yönelik tutumları arasındaki ilişkilerin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Kılıç, B. (2011). *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve bilimsel tutum düzeylerinin belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2022). *Bilim sanat merkezi yönergesi*. (Erişim Tarihi:02/06/2023). <http://mevzuat.meb.gov.tr/dosyalar/2076.pdf>/ adresinden erişilmiştir.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2023). *Bilim sanat merkezi yönergesi*. (Erişim Tarihi:02/06/2023). <http://mevzuat.meb.gov.tr/dosyalar/2076.pdf>/ adresinden erişilmiştir.
- Moore, R. W., ve Foy, R. L. H. (1997). The scientific attitude inventory: A revision (SAI II). *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(4), 327-336.
- Ocak, I., Ocak, G., ve Olur, B. (2021). Ortaokul öğrencileri arasında bilimsel tutumlar ile fen bilimlerinde sorgulama öğrenme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Uluslararası İşletme ve Sosyal Bilimlerde Akademik Araştırma Dergisi*, 11 (1), 58-66.
- Onay, İ., ve Çelik, Y. (2014). 6. sınıf öğrencilerinin bilimsel tutumları ve özgüvenleri arasındaki ilişkinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Asian Journal of Instruction (E-AJI)*, 2(2), 38-51.
- Özden, B. (2012). *İlköğretim II. kademe öğrencilerinin bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinin ve bilimsel tutumlarının öğrencilerin demografik özellikleri ve akademik başarıları açısından incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi. Aydın.
- Smutny, J. ve Von Fremd, S. E. (2004). *Differentiating for the young child*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Turhan, F., Aydoğdu, M., Şensoy, Ö. ve Yıldırım, H. İ. (2008). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin bilişsel gelişim düzeyleri, fen bilgisi başarıları, fen bilgisine karşı tutumları ve cinsiyet değişkenleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Kastamonu Education Journal*, 16(2), 439-450.
- Ünsal, S., Çetin, A. ve Yoğurtçu, M. (2019). Üstün yetenekli öğrenci velilerinin bilim ve sanat merkezinden beklentileri ve karşılanma düzeyleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(4), 1306–1321. doi:10.17240/aibuefd.2020..-437990
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Examining the Attitudes of Gifted and Non-Gifted Students Towards Science

İsmail KILIÇ^{1*} 
Kemal Caner ÖNCÜL² 

¹Trakya University, Department of
Mathematics and Science Education,
Edirne, Türkiye
ismailk@trakya.edu.tr

² Trakya University, Department of
Mathematics and Science Education,
Edirne, Türkiye
kcaneroncul@trakya.edu.tr

¹ Corresponding Author

Received: 30.01.2025
Accepted: 28.02.2025
Available Online: 30.04.2025

Abstract: One of the specific objectives of the science curriculum is to equip students who have received science education with scientific process skills and habits of scientific thinking. In this respect, scientifically literate students need to develop healthy scientific attitudes. Examining students' attitudes toward science, which fall within the affective domain, provides an opportunity to determine their perspectives on science and the extent to which they have internalized scientific thinking. Examining the scientific attitudes of gifted students and students who are highly successful in science courses but are not gifted provides the opportunity to determine the students' perspectives on science and their level of internalization of scientific thinking. In this context, this study was conducted to examine the attitudes of gifted and non-gifted students towards science. A descriptive comparative design, one of the quantitative research methods, was used. The study was conducted in the 2023-2024 academic year. The research sample consists of gifted students in Edirne province and non-gifted students with high success in science classes who are studying in three secondary schools in Edirne province and who were selected voluntarily from each grade level (5th-7th grade). Data were collected using a scientific attitude scale. The implementation was carried out in students' classroom environments under the supervision of their teachers outside of class hours. The obtained data were analyzed using the SPSS program. The results indicated that gifted students had a more positive attitude toward science compared to non-gifted students.

Keywords: Scientific Attitude, Science Education, Gifted Student, Non-Gifted Student

INTRODUCTION

The world of our age, where science and technology are rapidly advancing, has increased the need for individuals with 21st-century skills. Infinite acceptance has been replaced by questioning and evidence-based, higher-level problem-solving thinking skills (Güngör Seyhan & Okur, 2022). Curriculum outcomes, content, and assessment and evaluation elements have been rearranged to provide higher-level thinking skills. In this regard, it is aimed to raise individuals who produce new solutions to existing problems and have an original thinking structure (Akyol, 2021). One of the main purposes of science education is to provide individuals with scientific thinking skills. An individual who acquires scientific thinking skills will meet the expectations of today's ever-evolving world (Güngör Seyhan & Okur, 2022). One of the specific objectives of the science curriculum is to equip students who have received science education with scientific process skills and thinking habits. In this regard, students need to think like scientists, acquire scientific literacy skills, and apply these skills in daily life (Ministry of National Education [MoNE], 2023).

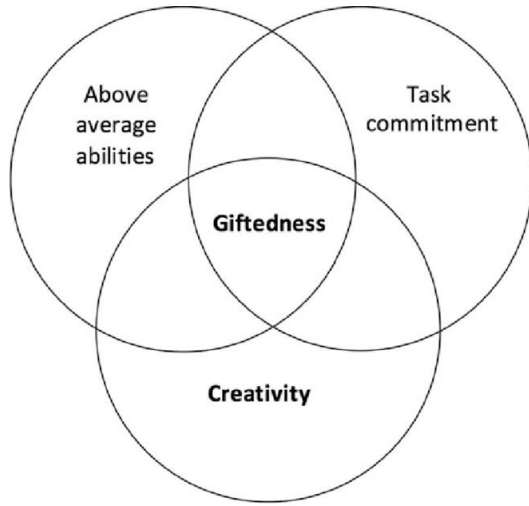
Attitude is defined as a phenomenon that leads to behavioral change in individuals and directly influences their decisions (Erdoğan & Vatandaş, 2020). Thus, people's reactions to a situation, object, or behavior are directly related to the attitudes they develop. Individuals with positive attitudes toward science possess research-oriented characteristics. As a result of acquiring scientific thinking skills, these individuals need to think like scientists, recognize problems in their environment, and have the desire to develop solutions. Avcı et al. (2020) described individuals with a scientific attitude as those who are eager to understand and learn, possess the ability to collect data, question what they have learned while supporting it with logical arguments, and discuss conclusions by making inferences.

In the Marland Report published in the United States in 1972, superior talent was defined as the high level of effort, efficiency, and success that an individual shows to achieve goals (Kalfa & Yalçınkaya Alkar,

2019). A gifted individual can easily solve problems, make inferences, and evaluate different results (Ünsal et al., 2019). Renzulli explained above-average special talent as the individual's ability to think scientifically and to have an interest and talent in special areas such as analytics, art, ballet, and music. Additionally, with his three-ring model, Renzulli tried to explain the characteristics that gifted people should have. A gifted individual combines general talent, creativity, and high concentration in areas of interest. This model is shown in Figure 1 (Belen, 2022).

Figure 1

Renzulli's Triple Ring Model



According to the Science and Art Center directive published by the Ministry of National Education in January 2022, a specially talented individual is defined as someone who comprehends information more deeply than their peers, grasps abstract concepts at an early age, and demonstrates high proficiency in artistic domains. (MoNE, 2022). Specially gifted students learn faster than their peers, identify problems, seek solutions, and achieve self-actualization at an early age, thus demonstrating high performance in their areas of interest (MoNE, 2023).

Examining the scientific attitudes of gifted students and students who are highly successful in science courses but are not gifted provides the opportunity to determine the students' perspectives on science and their level of internalization of scientific thinking. In this context, this study was conducted to examine the attitudes of gifted and non-gifted students towards science.

Research Questions

- What are the average science attitude score levels of gifted and non-gifted students?
- Is there a difference between the attitudes of gifted and non-gifted students towards science?
- Is there a difference between the attitudes of gifted and non-gifted students toward science according to their grade levels?

METHOD

Research Design

This study examined the attitudes of gifted and non-gifted students toward science using a descriptive research model, which is a type of survey approach. Survey models are designed to describe existing situations without implementing any changes. In this context, the survey model was used to reveal the ideas and characteristics of large groups (Büyüköztürk et al., 2022). Additionally, a causal-comparative design was employed in the study. This design aims to compare two or more groups concerning a specific variable (Çepni,

2021). Causal-comparative research identifies the factors influencing the current situation or assesses the impact of variables on a given condition (Büyüköztürk et al., 2022).

Participants and Sampling

The research sample consists of gifted students in Edirne province and non-gifted students with high success in science classes who are studying in three secondary schools in Edirne province and who were selected voluntarily from each grade level (5th-7th grade).

An appropriate sampling method was used to determine the school where gifted students were educated. The sampling method that the researcher can easily access and collect data from is called the "convenient sampling method" (Büyüköztürk et al., 2022). The sample of gifted students was created using the simple random element sampling method. In simple random element sampling, all elements in the universe have an equal chance of being selected (Karasar, 2003).

In determining the schools where non-gifted students study, three schools that the researcher could easily access were selected. In this regard, the "convenient sampling method" was used in school selection. In determining the non-gifted students, the opinions of the teachers who teach science at the school they attend and their high academic success in science were taken into consideration. Therefore, the purposive sampling method was used in the selection of students. The purposeful sampling method is a method that allows detailed examination of phenomena or events in line with certain characteristics (Yıldırım & Şimşek, 2011).

In determining the number of students, the upper limit was determined according to the number of gifted students in Edirne province. The class distribution of a total of 120 students, 20 gifted and 20 non-gifted students at each grade level (5th-7th grade), is shown in Table 1.

Table 1

Number of Students by Schools in the Sample

School	Class Level	n	Total Students
In the Science and Art Center	5th	20	60 students
	6th	20	
	7th	20	
School A	5th	6	60 students
	6th	7	
	7th	7	
School B	5th	8	
	6th	7	
	7th	7	
School C	5th	6	
	6th	6	
	7th	6	
		Total	120 students

Data Collection Instruments

To collect data in the study, the "Scientific Attitude Scale" developed by Moore and Foy and adapted into Turkish by Demirbaş and Yağbasan (2006) was used. The scale aims to understand students' perspectives on science, scientists, and the nature of science. The scale is a 5-point Likert type and consists of 40 items. 20 of these items are positive and 20 are negative sentences. The scoring of the scale is given in Table 2, with the highest score being 400 and the lowest score being 40. The content of the scale, its sub-dimensions, and the scoring of these sub-dimensions are shown in Table 3. The Cronbach alpha reliability coefficient of the scientific attitude scale adapted by Demirbaş and Yağbasan (2006) was determined to be 0.76. In this study, Cronbach alpha reliability coefficient was also determined as 0.76.

Table 2*Scoring on the Scientific Attitude Scale*

	Scoring of Positive Items	Scoring Negative Items
I strongly agree	5	1
I agree	4	2
I'm undecided	3	3
I disagree	2	4
I strongly disagree	1	5

(Demirbaş & Yağbasan, 2006).

Table 3*Content, Sub-dimensions, and Score Range of the Scientific Attitude Scale Items*

Scale	Number of Items	Subscale Content	Numbers of Items	Points Range
1. AB	3+3=6	Structure of Scientific Laws and Theories	(4,16,34); (11,15,35)	6-30
2. AB	3+3=6	The Structure of Science and the Way of Approaching Events	(10,19,33); (2,7,26)	6-30
3. AB	3+3=6	Demonstrating Scientific Behavior	(17,18,25); (3,5,32)	6-30
4. AB	3+3=6	The Structure and Purpose of Science	(20,21,28); (9,24,31)	6-30
5. AB	3+3=6	The Place and Importance of Science in Society	(12,23,29); (6,8,38)	6-30
6. AB	5+5=10	Willingness to Conduct Scientific Studies	(1,27,30,36,40); (13,14,22,37,39)	10-50
Positive Expressions	20	-	-	20-100
Negative Expressions	20	-	-	20-100
Total	40	-	-	40-200

(Demirbaş & Yağbasan, 2006).

Data Collection Procedure

The “Scientific Attitude Scale” was used to collect research data. Permissions were obtained from the necessary individuals and organizations to use the mentioned data collection tool in the study. A Personal Information Form prepared by the researcher was used to collect some demographic information of the students. The students completed the scale in 40 minutes, and it was seen that the time was sufficient. The data collection process was implemented in students' classes under the supervision of science teachers and the researcher.

In this study, research ethics principles were observed, and the necessary ethics committee permissions were obtained. Within the scope of ethics committee permission; document numbered E-29563864-050.03.04-536860 was received from the Presidency of Social and Human Sciences Research Ethics Committee of Trakya University Rectorate of the Republic of Turkey on 18.10.2023.

Data Analysis

Arithmetic means, median, standard deviation, and statistical tests were used to analyze quantitative data. During the evaluation of the data obtained from the study, the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 26 program was used for statistical analysis. All results were evaluated at a 95% confidence interval and a significance level of 0.05.

FINDINGS

In line with the sub-problem of the research, the scientific attitudes of gifted and non-gifted students were to be determined using the data obtained from the Scientific Attitude Scale. The arithmetic mean, standard deviation, minimum, and maximum values of the obtained scores are shown in Table 4.

Table 4

Arithmetic Mean, Standard Deviation, Minimum and Maximum Values of Scientific Attitude Scale Scores

Themes	$\bar{X}$	n	SS	Minimum	Maximum
Scores of Gifted Students	161,12	60	8,441	143	178
Scores of Non-Gifted Students	149,38	60	11,758	125	176
All Students Scores	155,25	120	11,772	125	178

When Table 4 is examined, it is determined that the arithmetic mean of the scientific attitude score of all students is 155.25; its standard deviation is 11.772, the arithmetic mean of the scientific attitude score of gifted students is 161.12; its standard deviation is 8.441, and the arithmetic mean of the scientific attitude score of non-gifted students is 149.38; its standard deviation is 11.758. These findings show that the students have high levels of scientific attitude scores.

To determine whether there was a significant difference between the attitudes of gifted and non-gifted students towards science, a normality test was first applied to the mean scores of the scale and independent groups. In the normality test, since the groups were larger than 30 people, the Kolmogorov-Smirnov normality test was used. The normality test results are presented in Table 5.

Table 5

Results of the Normality Test Conducted on the Scientific Attitude Scale of the Groups

Themes	n	Statistics	p
All Students Scores	120	0,069	,200
Scores of Gifted Students	60	0,087	,200
Scores of Non-Gifted Students	60	0,067	,200

Notes. *p< .05.

As seen in Table 5, when the Kolmogorov-Smirnov test results were examined, the data in all groups showed a normal distribution ($p>0,05$). To examine the significance between the scientific attitudes of gifted and non-gifted students, which are independent groups, the independent groups t-test, which is one of the parametric tests, was applied. The results are presented in Table 6.

Table 6

Results of t-Test of Students' Scientific Attitude Scores Averages

Themes	n	$\bar{X}$	SS	t	Sd	p
Scores of Gifted Students	60	4,02	0,21	6,28	107	0,000*
Scores of Non-Gifted Students	60	3,73	0,29			

Notes. *p< .05.

When Table 6 is examined, it is seen that there is a significant difference between the students' scientific attitude score averages ($t=6,28$, $p<0,05$). This difference is in favor of Gifted students. Consequently, it is understood that Gifted students have higher attitudes towards science. The normality test results conducted to examine the effect of grade level on the scientific attitudes of gifted and non-gifted students are presented in Table 7.

Table 7

Results of Normality Test According to Grade Level of Students Who Were Administered Scientific Attitude Scale

Themes	Class Level	n	$\bar{X}$	Statistics	p
Scores of Gifted Students	5th	20	160,75	,185	,071*
	6th	20	160,40	,137	,200*
	7th	20	162,20	,137	,200*
Scores of Non-Gifted Students	5th	20	148,00	,155	,200*
	6th	20	149,55	,081	,200*
	7th	20	150,60	,120	,200*

Notes. * $p < .05$.

As seen in Table 7, when the Kolmogorov-Smirnov test results were examined, the data in all groups showed a normal distribution ($p > 0,05$). ANOVA test was applied to examine the significance of the scientific attitudes of gifted students according to their grade levels. The findings are presented in Table 8.

Table 8

Analysis Results of Scientific Attitude Scale According to Grade Level of Gifted Students

Themes	Class Level	n	$\bar{X}$	SS	F	p
Scores of Gifted Students	5th	20	4,0188	,19464	,249	,780
	6th	20	4,0100	,18126		
	7th	20	4,0550	,25760		

Notes. * $p < .05$.

When Table 8 is examined, it is seen that there is no significant difference in the scientific attitude scores of gifted students according to their grade level ($F=0.249$ $p > 0.05$). However, according to the post hoc analysis, it was understood that there was a difference in favor of the 7th-grade students among the Gifted 5th-7th-grade students. Thus, among the Gifted students, the 7th-grade students have a more positive attitude towards science. To examine whether there is a significant difference between the scientific attitudes of the non-Gifted students according to their grade levels, the ANOVA test was applied and the findings are presented in Table 9.

Table 9

Results of Analysis of Scientific Attitude Scale According to Grade Level of Non-Gifted Students

Themes	Class Level	n	$\bar{X}$	SS	F	p
Scores of Non-Gifted Students	5th	20	3,7000	,32394	,241	,787
	6th	20	3,7388	,23612		
	7th	20	3,7650	,32458		

Notes. * $p < .05$.

When Table 9 is examined, it is seen that there is no statistically significant difference in the scientific attitude scores of the non-gifted students according to their grade level ($F=0.241$ $p > 0.05$). It can be interpreted that the group scores are homogeneously distributed. However, according to the post hoc analyses, it was understood that there was a difference in favor of the 7th-grade students among the 5th-7th-grade students who were not gifted. Accordingly, the 7th-grade students among the non-gifted students have a more positive attitude towards science. The findings of the ANOVA test conducted to examine whether there is a significant difference between the scientific attitudes of gifted and non-gifted students according to their grade levels are presented in Table 10.

Table 10*Analysis Results of Scientific Attitude Scale for Gifted and Non-Gifted Students According to Class Level*

Themes	Class	n	$\bar{X}$	SS	F	p
Scores of Gifted Students	5th	20	4,0188	,19464	7,879	,000
	6th	20	4,0100	,18126		
	7th	20	4,0550	,25760		
Scores of Non-Gifted Students	5th	20	3,7000	,32394		
	6th	20	3,7388	,23612		
	7th	20	3,7650	,32458		

Notes. *p< .05.

When Table 10 is examined, it is seen that there is a statistically significant difference in the scientific attitude scores of gifted and non-gifted students according to their grade level ($F=7.879$; $p<0.05$). Tukey HSD, a post hoc analysis, was performed to determine the direction of the difference. Accordingly, it is seen that 5th-grade non-gifted students differ from non-gifted 5th-7th grade students. Moreover, it is seen that 5th-grade gifted students are different from non-gifted 5th-7th grade students. This differentiation is seen to be in favor of gifted students. It is seen that non-Gifted 6th and 7th-grade students are different from Gifted 7th-grade students, and this differentiation is seen to be in favor of Gifted students. Consequently, Gifted students have a more positive attitude toward science than non-Gifted students. Among Gifted students, 7th graders have a more positive attitude towards science. An independent group t-test was applied to examine whether there was a significant difference in the scientific attitudes of gifted and non-gifted students according to each grade level and the findings are presented in Table 11.

Table 11*Results of t-Test of Average Scores of Scientific Attitude of Students According to Each Grade Level*

Themes	n	$\bar{X}$	SS	t	Sd	p
5th grade	Scores of Gifted Students	20	4,01	-3,77	31.10	0,001*
	Scores of Non-Gifted Students	20	3,70			
6th grade	Scores of Gifted Students	20	4,01	4,07	38	0,000*
	Scores of Non-Gifted Students	20	3,73			
7th grade	Scores of Gifted Students	20	4,05	3,13	38	0,003*
	Scores of Non-Gifted Students	20	3,76			

Notes. *p< 0,05

When Table 11 is examined, a significant difference was found between the scientific attitude score averages of students at each grade level. 5th grade ($t=-3.77$, $p<0.05$), 6th grade ($t=4.07$, $p<0.05$), 7th grade ($t=3.13$, $p<0.05$). This difference is in favor of Gifted students. Consequently, it is understood that Gifted students have higher attitudes toward science than non-Gifted students of the same grade level.

DISCUSSION, CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Within the scope of the research, students' attitudes towards science were examined. According to the research findings, it was determined that the students' average science attitude scores (155.25) were at a high level. It can be said that the students who participated in the study exhibited a "high level" positive attitude towards science. It is seen that the average attitude score of gifted students towards science (161.12) is higher than the average attitude score of non-gifted students towards science (149.38). Consequently, it can be said that Gifted students and non-Gifted students with high success in science class exhibit a "highly" positive attitude towards science. The number of studies examining students' attitudes towards science is quite low in the literature. Many studies have been found to correlate teaching methods and techniques and student demographic variables with students' attitudes toward science. However, these studies are not comparable with this research. Kılıç (2011), one of the few studies examining students' scientific attitudes using the same or similar scale as this study, concluded that students had a moderately positive attitude toward science in his study examining students' scientific attitude skills.

Table 11*Results of Studies Investigating the Average Scientific Attitude Score Levels of Non-Gifted Students*

Researcher	n	Class Level	Scientific Attitude Score	Level
Özden (2012)	634	6.-8.	139,7	Intermediate Level
Ocak et al., (2020)	461	5.-8.	136,59	Intermediate Level
Güzel (2020)	287	5.-8.	133,94	Intermediate Level
Keskin (2019)	300	7.	88,99	Low Level
Çelik and Onay (2014)	400	6.	95,59	Low Level

As seen in Table 12, Özden (2012) conducted a study with 634 primary school students of different socio-economic levels in the central district of Aydın province and found that the students' average "scientific attitude" score was 139,7. Based on this finding Özden (2012) concluded that students exhibited a moderately positive attitude towards science. In the study conducted by Ocak et al. (2020) with 461 secondary school students, the students' "scientific attitude" average score was 136,59. The researchers concluded that the students had a moderately positive attitude towards science. In the research conducted by Güzel (2020) with 287 secondary school students, the average score of the students' "scientific attitude" was 133,94. Güzel (2020) concluded that students had a moderately positive attitude towards science. In the study conducted by Keskin (2019) on the scientific attitudes of 7th-grade primary school students, the average score on the "scientific attitude" scale was calculated as 88,99. Accordingly, Keskin (2019) concluded that the attitudes of 7th-grade primary school students towards science were at a low level. In their study examining the scientific attitudes of 6th-grade primary school students, Onay and Çelik (2014) calculated the average score of the students on the "Scientific Attitude" scale as 95,59. Accordingly, Onay and Çelik (2014) concluded that the attitudes of 6th-grade primary school students towards science were at a low level. The difference between the results obtained from the studies conducted by Kılıç (2011), Özden (2012), Ocak et al. (2020), Güzel (2020), Onay and Çelik (2014), and Keskin (2019) and the results of this research might be due to the students in the sample were students with high success in science courses. Keskin (2019), in his study investigating the differences in attitudes towards science based on report card grades, concluded that those with report card grades of 1 and 5 had a higher attitude than those with other grades. He commented that the high scientific attitude score of students with a report card grade of 1 may be due to reasons other than course success and that the high attitude towards science of students with a report card grade of 5 may be directly related to their success in science courses. Demirbaş and Yağbasan (2011) concluded that students with high course success had high scientific attitude scores as a result of their comparison between students' course success and scientific attitude scores.

When the literature is examined, some studies have obtained similar results to this research. Ata (1999) found that 6th-8th grade students had medium and high attitude values in their scientific attitude development levels. Similarly, Gürkan and Gökçe (2001) found a significant relationship between students' success and attitudes in their research on science class attitudes. In this regard, it was concluded that students with high academic success also have high attitudes towards science class. According to TIMSS exam data, students with high academic achievement in science classes also have high attitudes toward science. These results show that there is a linear relationship between academic success and attitudes. (Ersoy & Ergün, 2014). Turhan et al. (2008) stated that there is a positive relationship between students' Academic achievement in science classes and their attitudes as a result of their research. These findings and results support the research results.

According to the research findings, a significant difference was found when the attitudes toward science were compared between gifted and non-gifted students. This difference is in favor of gifted students. Accordingly, as a result of the research, it is understood that the attitudes of gifted students towards science are higher than those of non-gifted students. When the literature is examined, Kanlı (2017), one of the few studies that directly examine scientific attitudes, examined the scientific attitudes of gifted students with the scale used in the current study and reached similar results. As a result of her research, Kanlı (2017) found that the scientific attitudes of university students were at a high level. Keskin (2019) compares his study with research conducted by Kanlı (2011) on 7th-grade primary school students. He notes that the difference favoring gifted students stems from their natural interest and curiosity. Additionally, Smutny and Von Fremd (2004)

assert that gifted individuals possess an innate curiosity and often satisfy this curiosity through scientific exploration.

In a study by Erdoğan (2013) examining the scientific attitudes of gifted girls, it was found that the average score for scientific attitudes among the students was high, at 146.45. It has been understood that there was a difference in favor of the 7th-grade students among the gifted 5th-7th grade students. Accordingly, among the gifted students, 7th-grade students have a more positive attitude towards science. Similarly, it was understood that there was a difference in favor of the 7th-grade students among the 5th-7th grade students who were not gifted. Consequently, among the students who are not gifted, 7th-grade students have a more positive attitude toward science. Demirbaş and Yağbasan (2011) investigated the scientific attitudes of 556 middle school students and found that 7th-grade students had higher scientific attitudes than 5th-8th grade students. In line with these results, Demirbaş and Yağbasan (2011), who used the same scale, obtained a similar result to this study. In this study, 7th-grade students exhibit higher scientific attitudes than middle school students.

When the research results are examined, it is understood that the attitudes of gifted students towards science are higher than those of non-gifted students of the same grade level. When all the students participating in the research are examined together according to their grade levels, it is seen that the 5th-grade students who are not Gifted are different from the Gifted 5th-7th grade students, and this differentiation is in favor of the Gifted students. It is observed that the non-Gifted 6th and 7th-grade students differ from the Gifted 7th-grade students, and this differentiation is in favor of the Gifted students. Consequently, Gifted students exhibit a more positive attitude towards science than non-Gifted students. Among the gifted students, 7th graders have a more positive attitude towards science. No other study was found examining gifted and non-gifted students together according to their grade levels. In this direction, we believe that this research will contribute to literature.

Starting in the 2024-2025 academic year, researchers can investigate the impact of the new curriculum that emphasizes science and critical thinking skills on students' attitudes towards science. This research can also be conducted with high school students, analyzing their scientific attitudes based on their grade levels.

REFERENCES

- Akyol, C. (2021). An investigation of the 5th-grade science curriculum acquisitions and the course book in terms of higher-order thinking skills. *IJOESS International Journal of Eurasia Social Sciences*, 12, 2021. <http://dx.doi.org/10.35826/ijoess.2880>
- Ata, E. (1999). *Scientific and social attitudes in primary education, an Adapazarı example*. (Master's thesis). Sakarya University, Adapazarı.
- Avcı, M., Türkoğlu, A. Y., & Eş, H. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarının araştırma sorgulamaya dayalı fen öğretimi ve bilimsel tutum üzerine etkilerinin çoklu regresyon ile analizi [Analysis of the effects of pre-service science teachers' epistemological beliefs on teaching science as scientific inquiry and scientific attitude through multiple regression]. *Mersin University Journal of The Faculty of Education*, 16(1), 80-93.
- Belen, D. (2022). *Developing a candidate notification inventory for gifted secondary school students in science*. (Master's thesis). Aydın Adnan Menderes University, Aydın.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2022). *Scientific Research Methods in Education*. Ankara: Pegem Publishing.
- Çepni, S. (2021). *Introduction to Research and Project Studies (9 Edition)*. Afyonkarahisar: Celepler Publishing.
- Demirbaş, M. & Yağbasan, R. (2006). The functional importance of scientific attitudes in science teaching and adaptation study of the scientific attitude scale into Turkish. *Journal of Uludag University Faculty of Education*, 19(2), 271-299.
- Demirbaş, M., & Yağbasan, R. (2011). The effect of the 2005 Science and Technology curriculum on elementary students' development of scientific attitudes. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(1), 321-342.
- Erdoğan, M., & Vatandaş, C. (2020). Bireysel ve toplumsal dışlanma pratiği: önyargı ve ayrımcılık [The practice of individual and social exclusion: prejudice and discrimination]. *Journal of human and social sciences*, 3(1), 474-485.
- Erdoğan, S. (2013). Gifted girls' attitudes toward science and their images of scientists. *HAYEF Journal of Education*, 10(1), 125-142.
- Ersoy, Ö. & Ergün, M. (2014). Attitudes of prospective classroom teachers towards science: The case of Türkiye, the Netherlands and Romania. *Journal of Turkish Science Education*, 11(2), 85-109. <https://doi.org/10.36681/>
- Güngör Seyhan, H. & Okur, M. (2022). Üstün yetenekli öğrencilerde müfredat modelleri ve fen öğretimi [Curriculum models and science teaching for gifted students]. *The Educational Science and Research Journal (EBAD)*, 3(1). <https://doi.org/10.54637/ebad.1085489>
- Gürkan, T. & Gökçe, E. (2001). *Elementary students' attitudes towards science lessons*. IV. Congress on science education, Proceedings (pp. 188- 189). Ankara: Hacettepe University.
- Güzel, H. (2020). Examining the scientific attitude levels of 8th-grade secondary school students according to different variables. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 7(58), 2297-2307.
- Kalfa, E., & Yalçınkaya Alkar, Ö. (2019). Üstün yetenekli çocuk ve ergenlerde mükemmeliyetçilik, ruminasyon ve depresyon ilişkisi: derleme çalışması [Relationship between perfectionism, rumination and depression in gifted children and adolescents: a review study]. *Journal of Gifted Education and*

Creativity (JGEDC) 6(1), 1–13.

- Kanlı, E. (2017). Investigating the relations between scientific creativity, gender, and scientific attitudes of gifted learners. *Elementary Education Online*, 16(4), 1792-1802. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2017.342992>
- Karasar, N. (2003). *Scientific Research Method*. (12. Edition). Ankara: Nobel Publishing.
- Keskin K. (2019). *Examining the relationships between middle school students' creativity levels and their attitudes towards science*. (Master's thesis). Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat.
- Kılıç, B. (2011). *Determination of scientific creativity and scientific attitude levels of primary school eighth grade students*. (Master's thesis). Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir.
- Ministry of National Education (MoNE) (2022). *Science and art center guidelines*. <http://mevzuat.meb.gov.tr/dosyalar/2076.pdf>/ Accessed from address on 02/06/2023.
- Ministry of National Education (MoNE) (2023). *Science and art center guidelines*. <http://mevzuat.meb.gov.tr/dosyalar/2076.pdf>/ Accessed from address on 02/06/2023.
- Moore, R. W., & Foy, R. L. H. (1997). The scientific attitude inventory: A revision (SAI II). *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(4), 327-336.
- Ocak, I., Ocak, G., & Olur, B. (2021). Ortaokul öğrencileri arasında bilimsel tutumlar ile fen bilimlerinde sorgulama öğrenme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi [Examining the relationship between scientific attitudes and inquiry learning skills in science among secondary school students]. *International of Social Sciences Academic Researches*, 11 (1), 58-66.
- Onay, İ., & Çelik, Y. (2014). Examining the relationship between 6th grade students' scientific attitudes and self-confidence according to various variables. *Asian Journal of Instruction (E-AJI)*, 2(2), 38-51.
- Özden, B. (2012). *Examining the views and scientific attitudes of primary school second grade students towards scientific knowledge in terms of demographic characteristics and academic success of the students*. (Master's thesis). Adnan Menderes University, Aydın.
- Smutny, J. & Von Fremd, S. E. (2004). *Differentiating for the young child*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Turhan, F., Aydoğdu, M., Şensoy, Ö. & Yıldırım, H. İ. (2008). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin bilişsel gelişim düzeyleri, fen bilgisi başarıları, fen bilgisine karşı tutumları ve cinsiyet değişkenleri arasındaki ilişkinin incelenmesi [Examining the relationship between cognitive development levels, science achievements, attitudes towards science and gender variables of 8th grade primary school students]. *Kastamonu Education Journal*, 16(2), 439-450.
- Ünsal, S., Çetin, A. & Yoğurtçu, M. (2019). Üstün yetenekli öğrenci velilerinin bilim ve sanat merkezinden beklentileri ve karşılanma düzeyleri [Expectations of parents of gifted students from the science and art center and their levels of fulfillment]. *Bolu Abant İzzet Baysal University Journal of Faculty of Education (BAIBUEFD)*, 19(4), 1306–1321. doi:10.17240/aibuefd.2020..-437990
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Qualitative Research Methods in Social Sciences*. Ankara: Seçkin Publishing.

8. Sınıf Öğrencilerinin “Basit Makineler” Ünitesini Okuyup Anlamalarında En Fazla ve En Az Etkili Olan Stratejilerin Tespiti ve Örneklerle Gösterimi

Gamze Kar¹ 
Emine Hatun Diken^{2*} 

¹Mehmet Tal İmam Hatip Ortaokulu,
Adana, Türkiye
gamzekar0136@icloud.com

²Kafkas Üniversitesi, Fen Bilgisi
Eğitimi Anabilim Dalı, Kars, Türkiye
hatundiken06@gmail.com.tr

Geliş tarihi: 30.05.2025
Kabul tarihi: 19.02.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Bu araştırmanın amacı 8 sınıf öğrencilerinin “Basit Makineler” ünitesini okuyup anlamalarında en fazla ve en az etkili olan stratejileri tespit etmektir. Araştırmanın çalışma grubunu Kars il merkezine bağlı bir özel okul ile bir devlet okulunun 8. sınıfında öğrenim gören 4'er öğrenci olmak üzere toplamda 8 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Araştırmada öğrencilerin Basit Makineler ünitesini okurken kullandıkları stratejileri tespit etmek amacıyla onlar sesli düşünerek üniteyi okumuşlardır. Sonrasında onlarla üniteyi okuyup anlamalarında en fazla ve en etkili en az etkili olan stratejileri teyit etmek için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin üniteyi okumalarına yönelik gözlemler ile okumaları sonrasında onlarla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler yazılı hale getirilerek verilerin nitel analizleri yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre; fen bilimleri dersi başarı düzeyleri iyi olan öğrencilerin üniteyi okurken en fazla işlerine yarayan stratejilerin; ipuçlarının altını çizme, ipuçlarını yuvarlak içine alma, kelimelerin altını çizerek okuma, not alma üstbilişsel stratejileri olduğu, orta düzeyde olan öğrencilerin en fazla işlerine stratejilerin; ipuçlarının altını çizme, ipuçlarını yuvarlak içine alma, önemli noktaları tekrarlama, not alma üstbilişsel stratejileri olduğu, başarı düzeyleri kötü olan öğrencilerin üniteyi okurken en fazla işlerine yarayan stratejilerin kelimeleri kalemiyle takip ederek okuma, okuma hızını düşürme, anlaşılmayan kelimeleri tekrar etme bilişsel stratejileri olduğu tespit edilmiştir. Fen bilimleri dersi başarı düzeyleri iyi ve orta olan öğrencilerin üniteyi okurken en az işlerine yarayan stratejilerin kelimeleri kalemiyle takip ederek okuma bilişsel stratejisi olduğu, başarı düzeyleri kötü olan öğrencilerin en az işlerine yarayan herhangi bir stratejinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelime: Okuduğunu Anlama, Fen Metinleri, Basit Makineler Ünitesi, Bilişsel Stratejiler, Üstbilişsel Stratejiler

GİRİŞ

Fen konularının anlamlı öğretiminde bilimsel okuryazarlık oldukça etkilidir. Buna rağmen okullarda bilimsel okuryazarlığı ilerletmeye yönelik faaliyetlerde okuma ve yazma adına yeterli çaba gösterilmemektedir (Yore, Bisanz & Hand, 2003). Bilimsel okuryazarlık konusunda fen metinlerinin okunması önemli bir yere sahiptir. Okuma ve okuduğunu anlama, bireylerin eğitim-öğretim sürecinde etkin ve bilinçli yetişebilmeleri için ömür boyu faydalanacakları bir beceridir (Özsoy & Günindi, 2011). Okuma, bireylerin günlük ve akademik yaşamlarında bilgi edinmeleri noktasında en fazla kullandıkları yoldur (Çapoğlu, 2021). Öğrencilerin; kitapları, yayınları ve elektronik iletişim sistemlerini kullanarak bilimsel bilgiye nasıl ulaşacaklarını, değerlendireceklerini, yorumlayacaklarını öğrenmeleri gerekir. Bu noktada fen metinleri oldukça önemlidir ve bilimsel bilgi içeren açıklayıcı metinlerdir (Yore, Craig & Maguire, 1998). Fen metinlerinin okunması sırasında okuma becerilerinin önemi büyüktür ve öğrenme yetisi zayıf olan öğrencilerin çeşitli metinleri okuyup anlamaları için yardımlar almaları şarttır (Fenty, 2019). Bu nedenle fen metinlerinin okunması ve anlamlandırılması sürecinde bilinçli ve yeterli düzeyde stratejilerin kullanılması gerekir (Guzzetti, Williams, Skeels & Wu, 1997). 1980'li yıllardan itibaren araştırmacılar stratejileri, öğrenmeyi kolaylaştırmak amacıyla uygulanacak okuduğunu anlama yolları şeklinde tanımlamaktadırlar (Paris, Lipson & Wixson, 1994). Okuma stratejileri, öğrencilerin okuduklarını anlama süreçlerini kolaylaştırır ve öğrencilerin okuma süreçlerinde kullandıkları bu stratejiler birden fazladır. (Garner, 1987; Mokhtari & Reichard, 2002). Fen metinleri, fen okuryazarlığının en önemli destek noktalarından birisidir ve bu metinleri okuyup anlamak, zihinde yapılandırmak için farklı kaynakların kullanılması, ayıklanması, okunması, izlenmesi ve eleştirilebilmesi için bilişsel ve üst bilişsel stratejilerin kullanılması gerekir (Yore & Treagust, 2006, Djudin, 2017). Bir diğer ifade ile bireylerin okuma ve okuduğunu anlamada hedeflenen yeterliliğe ulaşmaları için bilişsel ve üstbilişsel stratejileri bir arada kullanmaları gerekir (Yore vd., 2003; Kumlu, 2012). Öğrenciler bir

Cite as (APA 7): Kar G., & Diken E. H. (2025). 8. Sınıf öğrencilerinin “basit makineler” ünitesini okuyup anlamalarında en fazla ve en az etkili olan stratejilerin tespiti ve örneklerle gösterimi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 15(Özel Sayı), 154–183. <https://doi.org/10.24315/tred.1629820>

metni okurken herhangi bir stratejiyi bir zihinsel amacı gerçekleştirmek için kullanırlar ise bu stratejiler bilişsel strateji; eğer bir zihinsel amaca ulaşım ulaşmadıklarından emin olmak için kullanırlar ise bu strateji de üst bilişsel strateji olarak tanımlanır. Stratejilerin bilişsel ya da üstbilişsel olarak tespit edilmeleri kullanılma amaçlarına göre değişmektedir (Flavell, 1976, 1979; Livingstone, 1997). Bilişsel ve üstbilişsel stratejileri daha geniş bir perspektifte ele alacak olursak bilişsel stratejiler, öğrencilerin bir konuya ilişkin belirledikleri amaçlarına ulaşmaları için kullandıkları süreç ve davranışlarla ilgilidir (Boekaerts, 1996). Bir metni okurken bilişsel stratejileri kullanan öğrenciler bilgiler arasında ilişki kurarlar, uygun bilgileri ayırmayı olanak sağlarlar. Üst bilişsel stratejileri kullanan öğrenciler ise metinden anladıkları bilgilerine dair öğrenme süreçlerini kontrol ederler (Pintrich, 1999). Alan yazın incelendiğinde öğrencilerin düz metinleri okurken kullandıkları bilişsel ve üstbilişsel stratejilerin tespitini ele alan çalışmaların mevcut olduğu görülmektedir (Anastasiou & Griva, 2009; Ayres, 1993; Blakey & Spence, 1990; Charles, Lester & O' Daffer, 1987; Cope, 1990; Diken, 2024; Eanet & Manzo, 1976; Goos, Galbraith & Renshaw, 2000; Karaçam, 2009; Karataş & Güven, 2004; King, 1991; Kumlu, 2012; Kumlu Yurttaş, 2016; Kramers-Pals, Lambrechts & Wolff, 1983; Larkin & Reif, 1979; Larkin, 1983; Malloy, 1994; Montague, 1992; Owen & Sweller, 1985; Robinson, 1970; Simon & Simon, 1978; Smith & Elliot, 1986; Taraban, Kerr & Rynearson, 2010; Thomas & Robinson, 1972; Winne, 1996; Weir, 1999; Victor, 2004). Alan yazında öğrencilerin fen metinlerini okuma süreçlerinde kullandıkları bilişsel ve üstbilişsel stratejilerin tespitine ilişkin çalışmalar yapılmış olursa da bu çalışmalar oldukça sınırlı fen bilimleri konuları ile genellikler üniversite öğrencilerine yönelik yapılmıştır (Kumlu, 2012; Kumlu Yurttaş, 2016) Ortaokul düzeyindeki öğrencilerin fen metinlerini okuyup anlamaları süreçlerinde tespit edilen stratejiler Biyoloji öğrenme alanındaki konularla ilgilidir (Diken, 2020). Halbuki fen bilimlerinin en zor anlaşılan öğrenme alanlarından birisi olan Fizik öğrenme alanına yönelik ünitelerin okunup anlaşılmasına destek sağlayan bilişsel ve üstbilişsel stratejilerin tespit edilmesine yönelik yapılan çalışmalara ihtiyaç vardır. Özellikle 8. sınıf düzeyindeki Fizik konularının okunup anlaşılmasına destek veren bilişsel ve üstbilişsel stratejilerin derinlemesine tespitlerinin yapılması gerekmektedir. Nitekim Türkiye’de 8. sınıf öğrencilerinin istedikleri liselerde öğrenimlerine devam edebilmeleri için Liselere Geçiş Sınavı’ndaki (LGS) performanslarının yüksek olmasının önemli ölçüde okuma ve okuduğunu anlamaya bağlı olduğu söylenebilir. Bu nedenle 8. sınıf öğrencilerinin LGS’ye hazırlanırken fen metinlerini anlamalarında en fazla etkili olan stratejilerin tespiti büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada 8. sınıf öğrencilerinin yine 8. sınıf fen bilimleri dersinin, önemli olan, öğrencilerin çoğu kez anlamakta zorlandıkları Fizik öğrenme alanının ünitelerinden birisi olan Basit Makineler ünitesini okuyup anlamalarında en fazla ve en az işlerine yarayan bilişsel ve üstbilişsel stratejiler tespit edilmiştir. Bu araştırmanın sonuçlarının daha sonra yapılacak araştırmalara, öğrencilerin Fizik alanına yönelik düz metinleri okurken bu çalışmada tespit edilen en etkili stratejileri kullanarak Fizik konularını ya da ünitelerini daha kısa sürede ve daha iyi anlamaları noktasında destek sağlayabileceği düşünülmektedir.

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasının bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır. Bütüncül çoklu durum deseninde araştırmada çalışılan durumlar önce kendi içlerinde değerlendirilir, sonra bu durumlar kıyaslanır (Yin, 2003, Yıldırım & Şimşek, 2021). Bu çalışmada özel ortaokul ve devlet ortaokulunda öğrenim gören farklı başarı düzeylerindeki öğrenciler araştırmanın durumlarını oluşturmaktadırlar.

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını Kars ilinin merkezindeki bir özel ortaokul ile bir devlet ortaokulunun 8. sınıfında öğrenim görmekte olan ve fen bilimleri dersinde farklı başarı düzeylerine sahip sekiz öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada ortaokulların ve öğrencilerin gerçek isimleri gizli tutularak, devlet ortaokulu “DO” özel ortaokul “ÖO” şeklinde, bu ortaokullardaki öğrenciler ise “J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7 ve J8” şeklinde kısaltılarak isimlendirilmişlerdir. Araştırmada gönüllülük ilkesi esas alınarak öğrencilerin araştırmaya kendi istekleriyle katılmalarına olanak sağlanmıştır.

Araştırmaya katılan sekiz öğrenci, Millî Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Kurumları Yönetmeliği’ndeki (MEB, 2023) esaslara göre 8. sınıf fen bilimleri not ortalamaları bakımından “iyi”, “orta” ve “kötü” olmak

üzere üç düzeyde değerlendirilmişlerdir. Not ortalamaları “84,99-100” arasında olan öğrenciler “İyi”, 60,00-69,99 arasında olan öğrenciler “Orta”, “0-49,99” arasında olanlar ise “Kötü” başarı düzeylerinde değerlendirilmişlerdir.

MEB (2023) tarafından belirlenen hususlar dikkate alınmak suretiyle araştırmaya katılan sekiz öğrenciden dördü devlet okulunda, dördü özel okulda öğrenim görmektedirler. Özel okulda öğrenim gören iki öğrenci (J1, J2) ile devlet okulunda öğrenim gören bir öğrencinin (J3) 8. sınıf fen bilimleri dersi başarı düzeyleri iyi, devlet okulunda öğrenim gören iki öğrenci (J4, J5) ile özel okulda öğrenim gören bir öğrencinin (J6) fen bilimleri dersi başarı düzeyleri orta, özel okulda öğrenim gören bir öğrenci (J7) ile devlet okulunda öğrenim gören bir öğrencinin de (J8) fen bilimleri dersi başarı düzeyleri kötü olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmadaki veri toplama araçları “Basit Makineler” ünitesi ile yürütülen sesli düşünme oturumları ile yarı yapılandırılmış görüşme formudur. Veri toplama araçlarının detaylı açıklamaları aşağıdaki gibidir.

“Basit Makineler” Ünitesi ile Yürütülen Sesli Düşünme Oturumları

Araştırmada veri toplama araçlarından ilki “Basit Makineler” ünitesinin okunma sürecine ilişkin yürütülen sesli düşünme oturumlarıdır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından hazırlanan 8. sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı’ndaki (Yanık, 2023) “Basit Makineler” ünitesi; kazanım sayısının yüksek olması, fazla sayıda resimler içermesi, Liselere Geçiş Sınavı’nda (LGS) bu üniteye ait soru sorulma olasılığının yüksek olması, öğrencilerin bu üniteyi okuma süreçlerinde bilişsel ve üstbilişsel stratejileri fazla sayıda, çeşitte kullanma eğilimlerinin yüksek olma ihtimalleri gibi nedenlerle ve Fen Bilimleri öğretmenlerinin de önerileri dikkate alınarak seçilmiştir. 8. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı’nın “Basit Makineler” ünitesinin araştırmada kullanılmasına ve öğrencilerin üniteyi okuma süreçlerinin örneklerle gösterilmesine yönelik Milli Eğitim Bakanlığı’nın ders kitapları ile ilgilenen biriminden gerekli izinler alınmıştır. “Basit Makineler” ünitesinin içeriğinde herhangi bir yanlış bilgi ya da kavram yanlışlığının olup olmadığını belirlemek için Fizik eğitimi alanında uzman olan iki öğretim üyesine fen bilimleri ders kitabındaki bu ünite tekrar kontrol ettirilerek araştırmada kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Öğrenciler “Basit Makineler” ünitesini sesli düşünme tekniğini kullanarak okumuşlardır. Sesli düşünme, öğrencilerin üniteyi okumalarına etki eden farklı durumlar ile üniteyi okuma yetenekleri arasındaki etkileşimi tespit etmeye yarayan bir tekniktir (Van Someren, Barnard & Sandberg, 1994). Sesli düşünme protokolleri ile sorular çözdürüldüğü için gözlem formu kullanılmamıştır. Öğrencilerden üniteyi okuma süreçlerini sesli olarak yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin “Basit Makineler” ünitesini okurken sesli düşüncelerine yönelik yapılan gözlemler, üniteyi okuma süreçlerinde kullandıkları stratejileri bilişsel ve üstbilişsel olarak belirleyerek ayırmak ve bu stratejileri adlandırmak amacıyla yapılmıştır.

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Araştırmaya katılan öğrencilerin “Basit Makineler” ünitesini okurken kullandıkları stratejilerin bilişsel ve üstbilişsel stratejiler olarak ayrımını tekrar teyit etmek ve onların üniteyi okuyup anlamalarında en az ve en fazla etkili olan bilişsel-üstbilişsel stratejileri belirlemek amacıyla öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler araştırmacı tarafından her bir öğrencinin üniteyi sesli okumalarından hemen sonra yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları Diken (2020) tarafından hazırlanmıştır.

Görüşme soruları aşağıdaki gibidir.

- 1- Üniteyi okurken (tekrar okuma, not alma, kelimelerin altını çizme vb.) yaptın. Bunları neden yaptın? Bunları yapman Sana ne yarar sağlar?
- 2- Bu üniteyi okuyup anlamanda en fazla etkili olan strateji ya da stratejiler nelerdir?

3- Bu üniteyi okuyup anlamanda en az etkili olan strateji ya da stratejiler nelerdir?

Araştırma Süreci

Araştırmada öncelikle fen bilimleri öğretmenleri ile görüşülerek öğrencilerin anlamakta en fazla zorlandıkları üniteler belirlenmiştir. Bu ünitelerden birisi olan MEB 8. sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı'ndaki (Yanık, 2023) Fizik öğrenme alanına ait olan “Basit Makineler” ünitesi araştırmada veri toplama araçlarından birisi olarak belirlenmiştir. Basit Makineler” ünitesi, her yıl Liselere Geçiş Sınavı'nda bu üniteden soruların sorulması, Fen Bilimleri Öğretim Programı'na bakıldığında ünitenin kazanım sayısının fazla olması gibi nedenler dikkate alınarak seçilmiştir. Ünitenin belirlenmesinden sonra araştırmacı tarafından uzman görüşleriyle dizayn edilen yarı yapılandırılmış görüşme soruları hazırlanmıştır. Öncelikle araştırmada yayın etiğine uyularak, Kafkas Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 22/12/2023 tarihli, 52 sayılı karar ile araştırmanın etik kurul izni alınmıştır. Etik kurul izni Kars İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne gönderilerek Kars İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden de uygulamaların yapılması konusunda izin alınmıştır. Sonrasında özel okul ile devlet okulundaki sekiz öğrencinin velilerinden de gerekli izinler alınmıştır. Özel okul ile devlet okulunun idarecilerine araştırmanın uygulamaları hakkında bilgi verilmiştir. Araştırmanın katılımcıları olan sekiz öğrenci gönüllülük esasına göre seçilmiş ve öğrencilere araştırmanın uygulama basamakları hakkında bilgi verilmiştir. Araştırmanın uygulamaları özel okul ve devlet okulunun fen bilimleri laboratuvarlarında ve öğrencilerin derslerinin olmadığı, araştırma için uygun oldukları zaman dilimlerinde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin “Basit Makineler” ünitesini okumaları öncesinde onlara sesli düşünme tekniği hakkında bilgi verilmiştir. Öğrencilerin “Basit Makineler” ünitesini okurken kullandıkları bilişsel ve üstbilişsel stratejileri tespit etmek amacıyla onlardan üniteyi sesli düşünerek okumaları istenmiş ve öğrencilerin sesli düşünerek üniteyi okuma süreçleri araştırmacı tarafından kamera kaydı yardımıyla gözlenmiştir. Öğrencilerin üniteyi okumalarının hemen sonrasında onların üniteyi okuyup anlamalarında en fazla ve en az etkili olan stratejileri tespit etmek ve bu stratejilerin bilişsel-üstbilişsel olarak ayrılmasını tekrar teyit etmek amacıyla onlarla birer kere yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerin de kamera kayıtları alınmıştır. Uygulamalar her bir öğrenci ile ayrı ayrı yapılmıştır. Öğrencilerin üniteyi sesli düşünerek okuma süreleri; J1'in 16 dakika, J2'nin 15 dakika, J3'ün 22 dakika, J4'ün 22 dakika, J5'in 17 dakika, J6'nın 18 dakika, J7'nin 22 dakika, J8'in 35 dakikadır. Öğrencilerin üniteyi sesli düşünerek okumalarına ilişkin gözlemler ile üniteyi okumaları sonrasında onlarla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler bilgisayar ortamında araştırmacı tarafından yazılı hale getirilmiştir. Gözlemlerin ve görüşmelerin yazılı dokümanları analiz edilmeye hazır hale getirilmiştir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde araştırmadan toplanan verileri açıklayarak kavramlara ve ilişkilere ulaşmak amacıyla içerik analizi yapılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2021). Verilerin analizi bilgisayarda nitel veri analizlerinin yapıldığı bir programda yapılmıştır. Öncelikle öğrencilerin üniteyi okuma süreçlerinde kullandıkları stratejiler “Bilişsel Stratejiler” ve “Üstbilişsel Stratejiler” şeklinde iki ana tema oluşturulmuştur. Öğrencilerin üniteyi okuma süreçlerinde kullandıkları stratejiler kullanılma amaçlarına göre bu iki temadan birisine kod olarak atanmıştır. Öğrencilerin okuduklarını anlamaları amacı ile kullandıkları stratejiler bilişsel strateji temasına kod olarak atanmış, üniteyi anlayıp anlamadıklarını kontrol etme, izleme, kendilerini bu hususta değerlendirmeleri amacı ile kullandıkları stratejiler de üstbilişsel strateji temasına kod olarak atanmıştır. Sonrasında öğrencilerin üniteyi okuyup anlamalarında en fazla ve en az etkili olan stratejileri tespit etmek üzere kodların temalara atanma işlemleri yapılarak kodlama tamamlanmıştır. Kodlama sürecinin tamamlanmasının ardından, kodlamaların doğru yapıldığını tekrar kontrol etmek için bir öğrencinin üniteyi okumasına ilişkin bir veri seti, ikinci kodlayıcı olan ve ilgili konuda uzman olan diğer akademisyen tarafından da bağımsız olarak kodlanmıştır. Araştırmacı ile diğer akademisyen kodlayıcı bir araya gelerek stratejilerin bilişsel ve üstbilişsel olma durumları ile en fazla ve en az etkili olmalarına yönelik yapılan kodlamaların tutarlılığı ve güvenilirliği hakkında ortak kararlar vermişlerdir. İki kodlayıcı arasındaki tutarlılık yüzdesi % 96 olarak belirlenmiştir. Kalan % 4 oranındaki tutarsız olan veriler üzerinde tekrar ilgili kontroller yapılarak ortak karara varılmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde öğrencilerin “Basit Makineler” ünitesini okuyup anlamalarında en fazla ve en az etkili olan bilişsel ve üstbilişsel stratejiler bir tabloda sunulmuş, sonrasında tabloya yönelik ilgili açıklamalar yapılmıştır.

Sonrasında öğrencilerin üniteyi okuyup anlamalarında en fazla etkili olan stratejilere ilişkin bazı resimler sunulmuş ve bu resimlere yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

8. sınıf öğrencilerinin “Basit Makineler” ünitesini okuyup anlamalarında en fazla ve en az etkili olan stratejiler Tablo 1’deki gibidir.

Tablo 1

Öğrencilerin Üniteyi Okuyup Anlamalarında En Az ve En Fazla Etkili Olan Stratejiler

Ünite	Basit Makineler Ünitesi							
Öğrenim Gördükleri Ortaokul Türü	ÖÖ	ÖÖ	DO	DO	DO	ÖÖ	ÖÖ	DO
8. Sınıf Öğrencileri	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8
8. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Başarı Düzeyleri	İ	İ	İ	O	O	O	K	K
Bilişsel Okuma Stratejileri								
Kelimeleri kalemle takip ederek okuma	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Çok	
Okuma hızını düşürme								Çok
Anlaşılmayan kelimeleri tekrar etme								Çok
Üstbilişsel Okuma Stratejileri								
İpuçlarının altını çizme		Çok	Çok	Çok		Çok		
İpuçlarını yuvarlak içine alma	Çok		Çok	Çok	Çok	Çok		
Tekrar okuma			Az					
Önemli noktaları tekrarlama				Çok				
Kelimelerin altını çizerek okuma		Çok						
Not alma	Çok	Çok	Çok			Çok		

Tablo 1 incelendiğinde özel okulda öğrenim gören, 8. sınıf fen bilimleri dersindeki başarı düzeyi “İyi” olan J1’in “Basit Makineler” ünitesini okuduğunu anlamasında en az etkili olan stratejinin kelimeleri kalemle takip ederek okuma bilişsel stratejisi olduğu, en fazla etkili olan stratejilerin ipuçlarını yuvarlak içine alma ve not alma üstbilişsel stratejileri olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1’de özel okulda öğrenim gören, başarı düzeyi “İyi” olan J2’nin üniteyi okuduğunu anlamasında en az etkili olan stratejinin kelimeleri kalemle takip ederek okuma bilişsel stratejisi olduğu, en fazla etkili olan stratejilerin ipuçlarının altını çizme, kelimelerin altını çizerek okuma ve not alma üstbilişsel stratejileri olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde devlet okulunda öğrenim gören, başarı düzeyi “İyi” olan J3’ün üniteyi okuduğunu anlamasında en az etkili olan stratejinin kelimeleri kalemle takip ederek okuma bilişsel stratejisi ile tekrar okuma üstbilişsel stratejisi olduğu, en fazla etkili olan stratejilerin ipuçlarının altını çizme, ipuçlarını yuvarlak içine alma ve not alma üstbilişsel stratejileri olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1’de devlet okulunda öğrenim gören, başarı düzeyi “Orta” olan J4’ün üniteyi okuduğunu anlamasında en az etkili olan stratejinin kelimeleri kalemle takip ederek okuma bilişsel stratejisi olduğu, en fazla etkili olan stratejilerin ipuçlarının altını çizme, ipuçlarını yuvarlak içine alma, önemli noktaları tekrarlama üstbilişsel stratejileri olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde devlet okulunda öğrenim gören, başarı düzeyi “Orta” olan J5’in üniteyi okuduğunu anlamasında en az etkili olan stratejinin kelimeleri kalemle takip ederek okuma bilişsel stratejisi olduğu, en fazla etkili olan stratejinin ipuçlarını yuvarlak içine alma üstbilişsel stratejisi olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1’de özel okulda öğrenim gören, başarı düzeyi “Orta” olan J6’nın üniteyi okuduğunu anlamasında en az etkili olan stratejinin kelimeleri kalemle takip ederek okuma bilişsel stratejisi olduğu, en fazla etkili olan stratejinin ipuçlarının altını çizme, ipuçlarını yuvarlak içine alma ve not alma üstbilişsel stratejileri olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde özel okulda öğrenim gören, başarı düzeyi “Kötü” olan J7’nin üniteyi okuduğunu anlamasında en az etkili olan stratejinin bulunmadığı, en fazla etkili olan stratejinin kelimeleri kalemle takip ederek okuma bilişsel stratejisi olduğu belirlenmiştir.

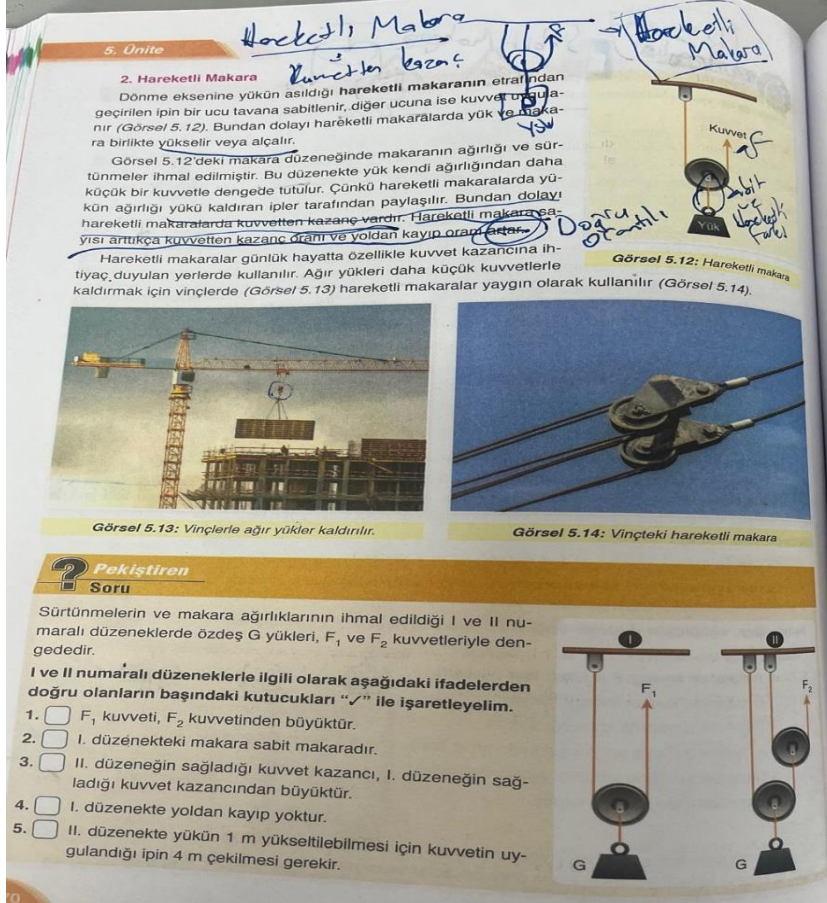
Tablo 1’de devlet okulunda öğrenim gören, başarı düzeyi “Kötü” olan J8’in üniteyi okuduğunu anlamasında en az etkili olan stratejinin bulunmadığı, en fazla etkili olan stratejilerin okuma hızını düşürme ve anlaşılmayan kelimeleri tekrar etme bilişsel stratejileri olduğu tespit edilmiştir.

Öğrencilerin “Basit Makineler” ünitesini okuyup anlamalarında en fazla etkili olan stratejilere ilişkin bazı resimler ve resimlere ilişkin açıklamalar aşağıdaki gibidir.

Özel okulda öğrenim gören, 8. sınıf fen bilimleri dersi başarı düzeyi “İyi” olan J1’in “Basit Makineler” ünitesini okuduğunu anlamasında en fazla etkili olan stratejiler Resim 1’deki gibidir.

Resim 1

J1’in Basit Makineler Ünitesini Okuduğunu Anlamasında En Fazla Etkili Olan Stratejiler

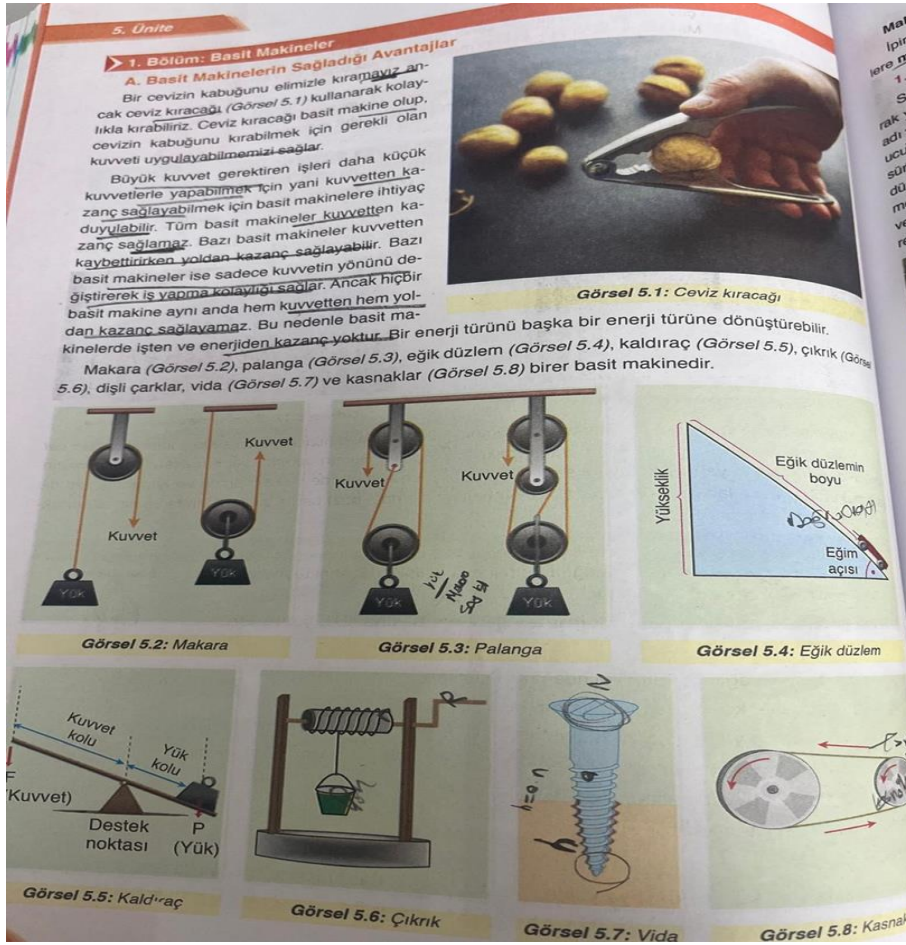


Resim 1’e bakıldığında J1’in “Basit Makineler” ünitesini okuma ve okuduğunu anlama sürecinde; “hareketli makara, kuvvetten kazanç, hareketli ve sabit makara farkı, doğru orantılı” notlarını almıştır. Ayrıca “hareketli makara sayısı arttıkça kuvvetten kazanç oranı ve yoldan kayıp oranı artar” cümlesinin tamamen altını çizmiş, “artar” kelimesini yuvarlak içine almıştır. J1 ile yapılan görüşmede J1’in üniteyi okuyup anlamasında en fazla etkili olan stratejilerin not alma ve ipuçlarını yuvarlak içine alma stratejileri olduğu şeklinde görüş bildirdiği tespit edilmiştir. J1 bu stratejileri, üniteyi anlayıp anlamadığını kontrol etmek amacıyla kullandığı için not alma ve ipuçlarını yuvarlak içine alma stratejileri üstbilişsel stratejilerdir.

Özel okulda öğrenim gören, başarı düzeyi “İyi” olan J2’nin üniteyi okuduğunu anlamasında en fazla etkili olan stratejiler Resim 2’deki gibidir.

Resim 2

J2'nin Basit Makineler Ünitesini Okuduğunu Anlamasında En Fazla Etkili Olan Stratejiler

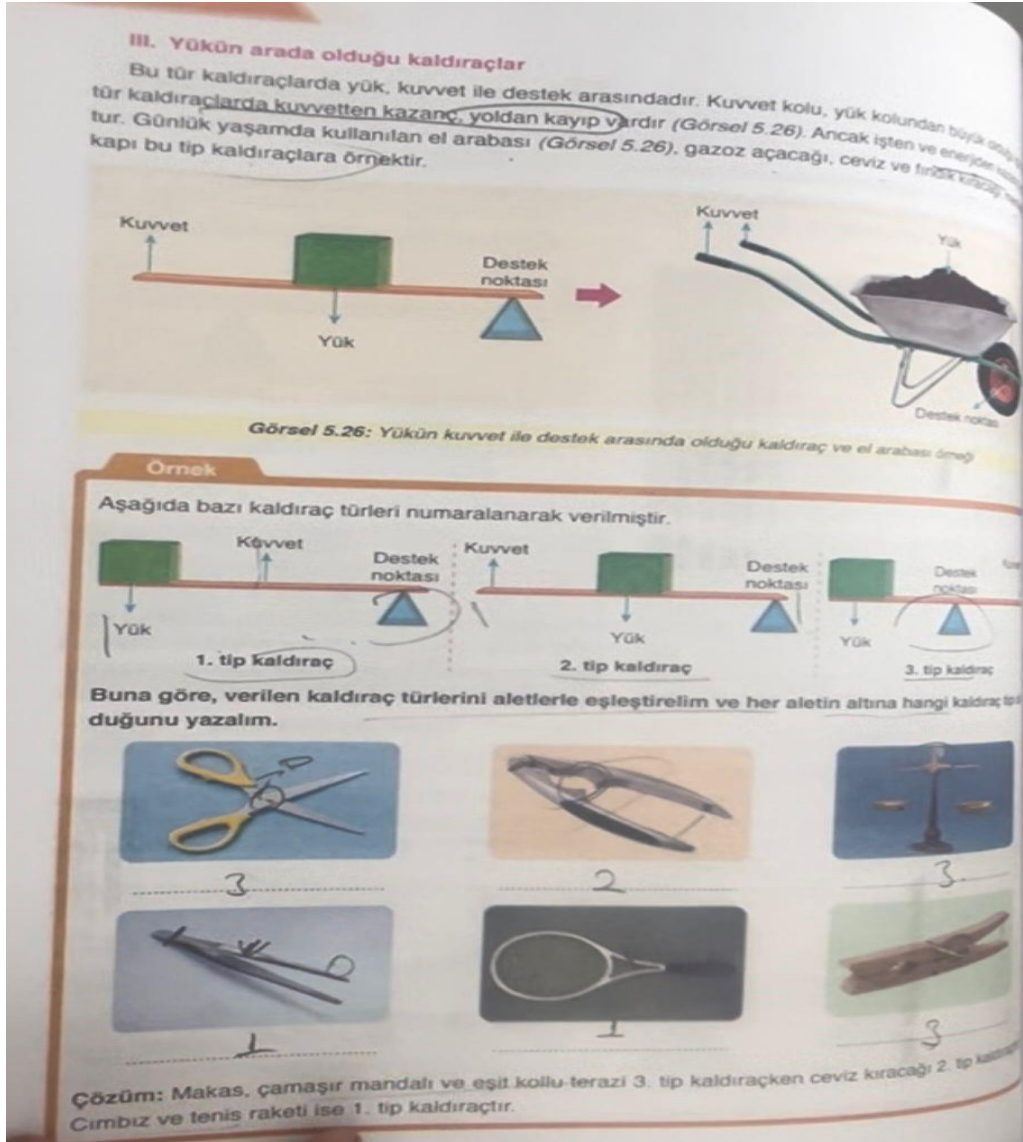


Resim 2'e incelendiğinde J2'nin üniteyi okuduğunu anlama sürecinde; "kuvvetten kazanç, yoldan kazanç sağlayabilir, enerjiden kazanç yoktur" kelimelerinin, "basit makineler kuvvetin yönünü değiştirerek iş yapma kolaylığı sağlar" cümlesinin altını çizerek okumuştur. Ayrıca eğik düzlem şeklinin üzerine "doğru orantı", vidanın üzerine " $h = a.n$ " formülünü not almıştır. J1 ile yapılan görüşmede J1'in üniteyi okuyup anlamasında en fazla etkili olan stratejilerin not alma, ipuçlarının altını çizme ve kelimelerin altını çizerek okuma stratejileri olduğu şeklinde görüş bildirdiği tespit edilmiştir. J1, kelimeleri okuyup anlamasında çok önemli gördüğü için kelimelerin altını çizdiğini, notları ise gözünün önünde bulunması için aldığını ifade ettiği için bu stratejiler üstbilişsel stratejilerdir.

Devlet okulunda öğrenim gören, 8. sınıf fen bilimleri dersi başarı düzeyi "İyi" olan J3'ün Basit Makineler ünitesini okuduğunu anlamasında en fazla etkili olan stratejiler Resim 3'deki gibidir.

Resim 3

J3'ün Basit Makineler Ünitesini Okuduğunu Anlamasında En Fazla Etkili Olan Stratejiler

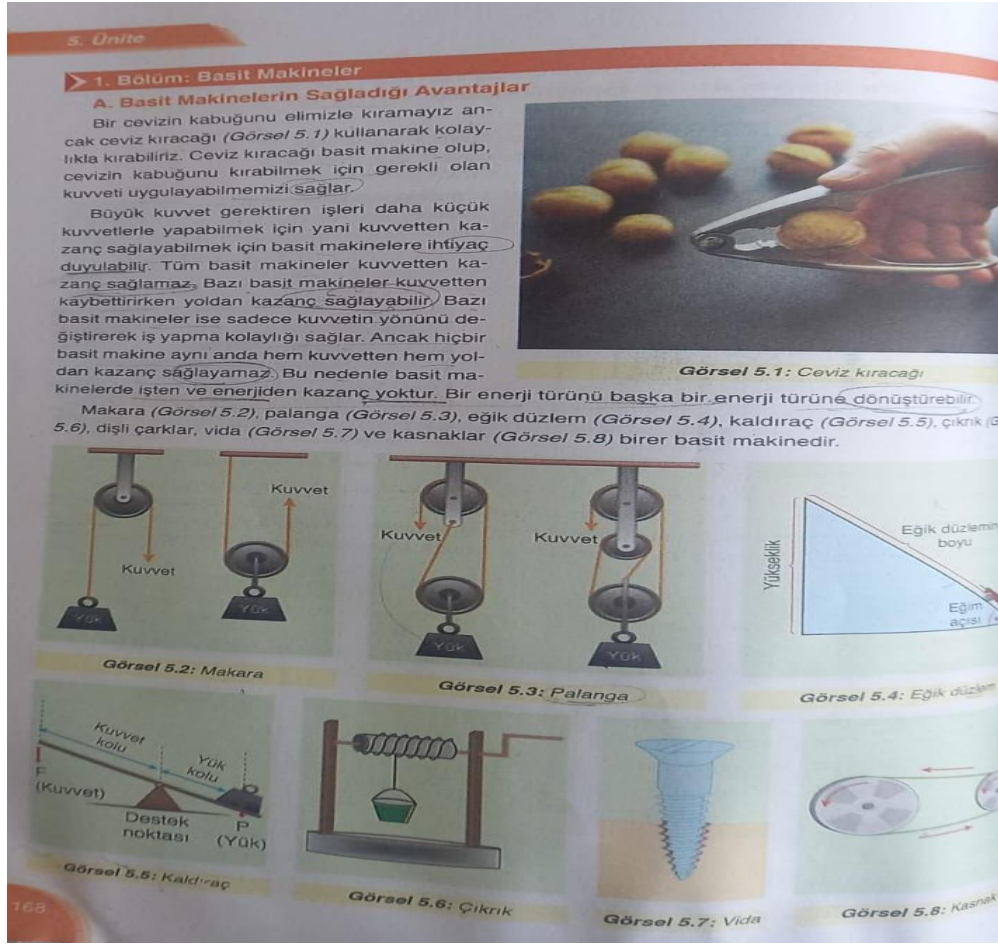


Resim 3 incelendiğinde J3'ün Basit Makineler" ünitesini okuduğunu anlama sürecinde; kaldıraç türlerini aletler ile eşleştirerek makas, pense, eşit kollu terazi, cımbız, raket ve mandal resimlerinin altlarına sırasıyla "3, 2, 3, 1, 1, 3" rakamlarını yazarak not almıştır. Ayrıca "kaldıraçlarda kuvvetten kazanç" kelimelerinin altını çizmiş, "yoldan kayıp" kelimelerini yuvarlak içine almıştır. J3 ile yapılan görüşmede kelimelerin okuduğunu anlamasında oldukça önemli olan püf noktaları olduğu için altlarını çizdiğini ve gözünün önünde hep bulunması için notlar aldığını ifade etmiştir. Bu stratejiler üstbilişsel stratejilerdir.

Devlet okulunda öğrenim gören, 8. sınıf fen bilimleri dersi başarı düzeyi "Orta" olan J4'ün "Basit Makineler" ünitesini okuduğunu anlamasında en fazla etkili olan stratejiler Resim 4'deki gibidir.

Resim 4

J4'ün Basit Makineler Ünitesini Okuduğunu Anlamasında En Fazla Etkili Olan Stratejiler

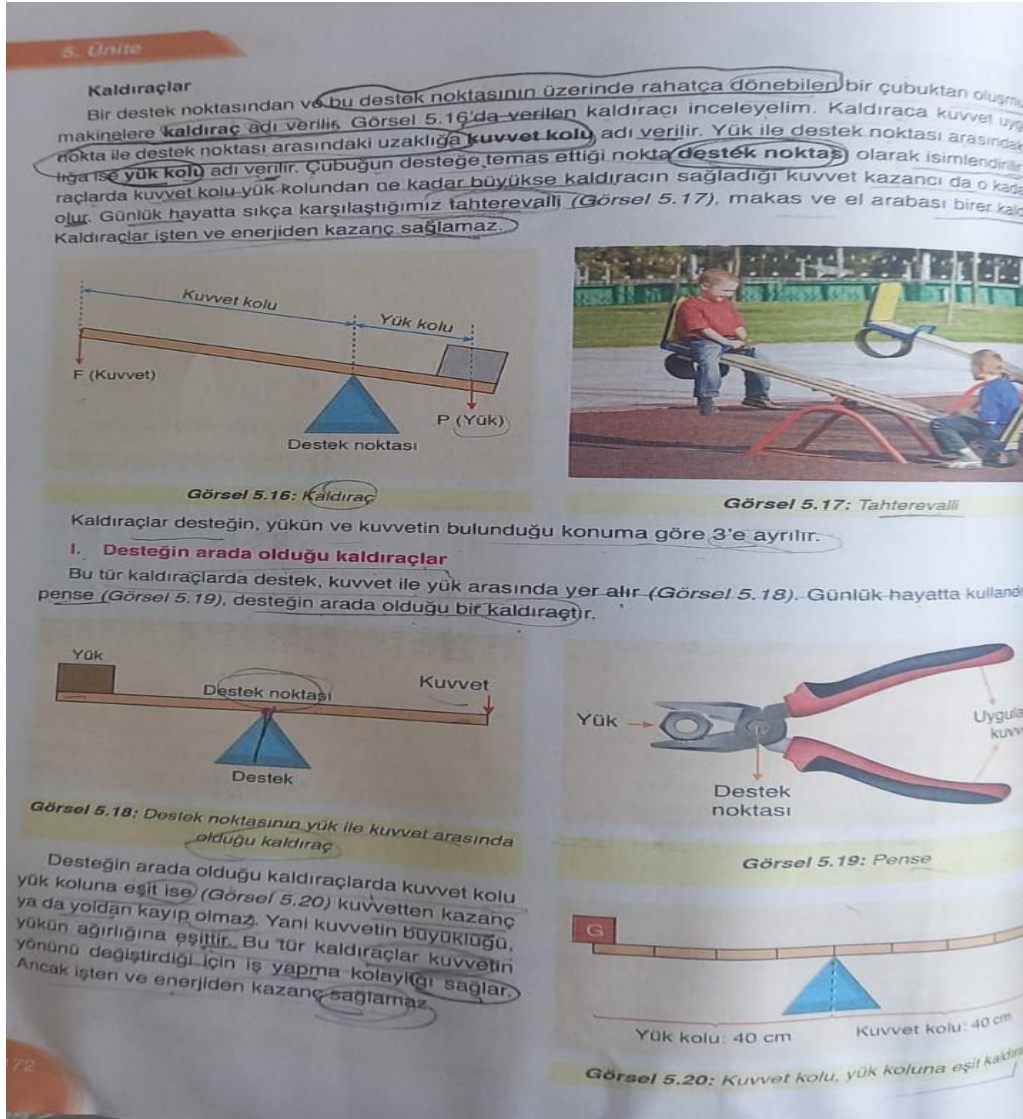


Resim 4 incelendiğinde J4'ün üniteyi okuma ve okuduğunu anlama sürecinde “sağlar, yoktur, dönüştürülebilir” kelimelerini yuvarlak içine aldığı, “ışten ve enerjiden” kelimelerinin ise altını çizdiği görülmektedir. J4 ile yapılan görüşmede J4'ün üniteyi okuyup anlamasında en fazla etkili olan stratejilerin ipuçlarını yuvarlak içine alma ve ipuçlarının altını çizme stratejileri olduğu şeklinde görüş bildirdiği tespit edilmiştir. J4 metni anlamasında kilit kelimeler olduğu kelimelerin altını çizdiğini ve yuvarlak içerisine aldığını belirtmiştir. Bu stratejiler üstbilgisel stratejilerdir.

Devlet okulunda öğrenim gören, 8. sınıf fen bilimleri dersi başarı düzeyi “Orta” olan J5'in “Basit Makineler” ünitesini okuduğunu anlamasında en fazla etkili olan stratejiler Resim 5'deki gibidir.

Resim 5

J5'in Basit Makineler Ünitesini Okuduğunu Anlamasında En Fazla Etkili Olan Stratejiler

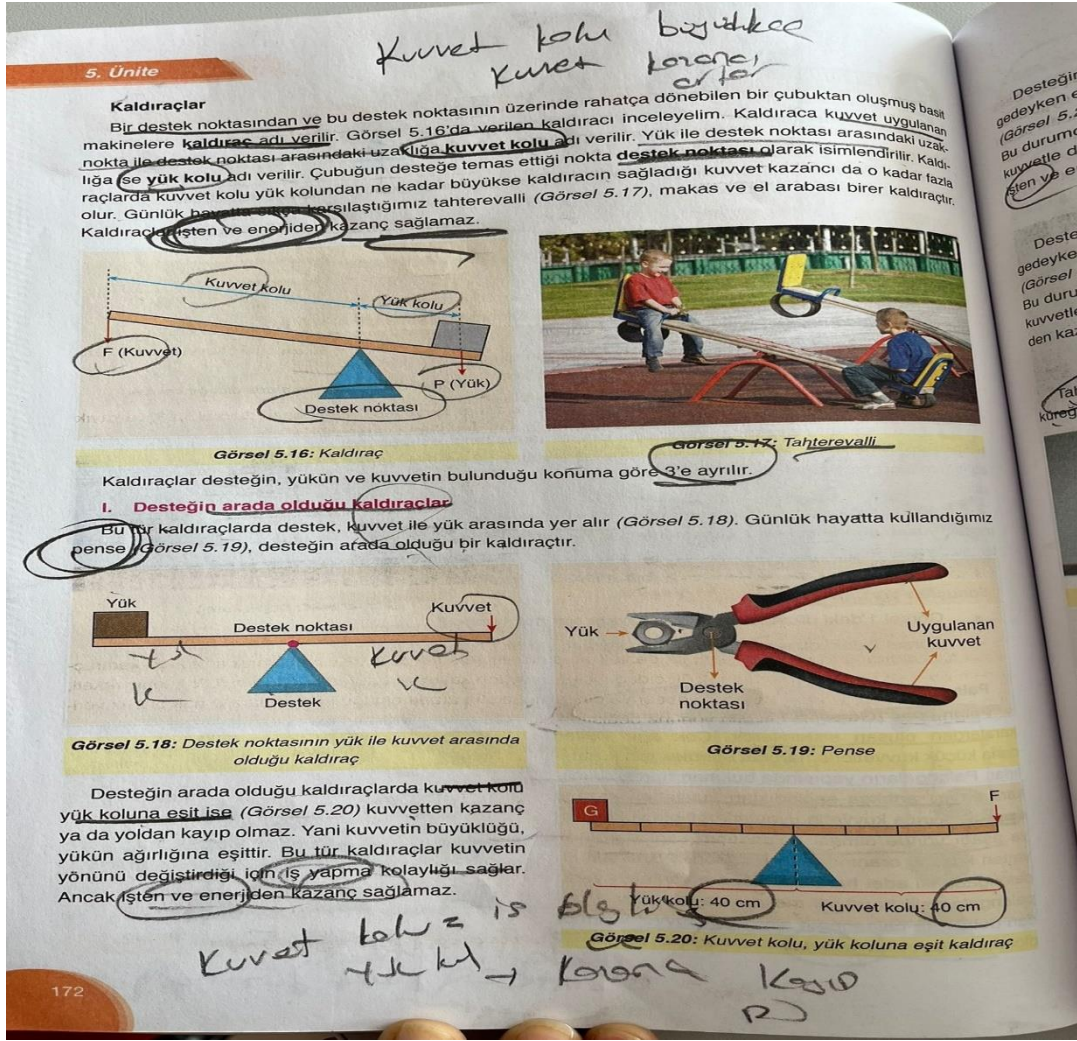


Resim 5'e bakıldığında J5'in okuduğunu anlamasında önemli olarak gördüğü için "kaldıraç, kuvvet kolu, destek noktası, yük kolu tahterevalli, sağlamaz" kelimelerini yuvarlak içine aldığı şeklinde görüş bildirdiği belirlenmiştir. Bu nedenle J5 okuduğunu anlamasında en fazla etkili olan ipuçlarını yuvarlak içine stratejisi üstbilişsel stratejidir.

Özel okulda öğrenim gören, 8. sınıf fen bilimleri dersi başarı düzeyi "Orta" olan J6'nın "Basit Makineler" ünitesini okuduğunu anlamasında en fazla etkili olan stratejiler Resim 6'daki gibidir.

Resim 6

J6'nın Basit Makineler Ünitesini Okuduğunu Anlamasında En Fazla Etkili Stratejiler



Resim 6 incelendiğinde J6'nın üniteyi okuma ve okuduğunu anlama sürecinde; "kuvvet kolu büyüdükçe kuvvet kazancı artar", "kuvvet kolu = iş kolaylığı, yük kolu, kazanç, kayıp" şeklinde notlar aldığı görülmektedir. J6 üniteyi okurken "yük kolu, kuvvet kolu, destek noktası, pense iş yapma" kelimelerini yuvarlak içine almış, "bir destek noktasından", "kaldıraç adı verilir", "destek noktası" kelimelerinin altını çizmiştir. J6 bu stratejileri, okuduğunu anlamasında çok önemli olduğu ve tekrar baktığında kontrol yapabildiği için kullandığını ifade etmiştir. Bu nedenle J6'nın üniteyi okuyup anlamasında en fazla etkili olan ipuçlarının altını çizme, ipuçlarını yuvarlak içine alma ve not alma stratejileri üstbilişsel stratejilerdir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmanın sonuçlarına göre 8. sınıf fen bilimleri dersindeki başarı düzeyleri iyi olan öğrencilerin üniteyi okuyup anlamalarında en fazla etkili olan stratejilerin ipuçlarının altını çizme, ipuçlarını yuvarlak içine alma, kelimelerin altını çizerek okuma ve not alma üstbilişsel stratejileri olduğu tespit edilmiştir. Başarı düzeyleri orta olan öğrencilerin üniteyi okuyup anlamalarında en fazla etkili olan stratejilerin ipuçlarının altını çizme, ipuçlarını yuvarlak içine alma, önemli noktaları tekrarlama ve not alma üst bilişsel stratejileri olduğu belirlenmiştir. Başarı düzeyleri kötü olan öğrencilerin üniteyi okuyup anlamalarında en fazla etkili olan stratejilerin kelimeleri kalemiyle takip ederek okuma, anlaşılmayan kelimeleri tekrar etme ve okuma hızını düşürme bilişsel stratejileri olduğu tespit edilmiştir.

Fen bilimleri dersindeki başarı düzeyleri iyi ve orta olan öğrencilerin üniteyi okuyup anlamalarında en az etkili olan stratejinin kelimeleri kalemiyle takip ederek okuma bilişsel stratejisi olduğu belirlenmiştir. Devlet

okulunda öğrenim gören, başarı düzeyi iyi olan bir öğrencinin de üniteyi okuduğunu anlamasında en az etkili olan stratejinin tekrar okuma üstbilişsel stratejisi olduğu belirlenmiştir. Başarı düzeyleri kötü olan öğrencilerin üniteyi okuyup anlamalarında en az etkili olan stratejilerin olmadığı belirlenmiştir.

Araştırmada fen bilimleri dersindeki başarı düzeyleri iyi ve orta olan öğrencilerin okuduklarını anlama süreçlerinde en fazla işlerine yarayan stratejilerin üstbilişsel stratejiler olduğu tespit edilmiştir. Başarı düzeyleri iyi ve orta olan öğrencilerin okuduklarını anlamalarında en az etkili olan ve başarı düzeyleri kötü olan öğrencilerin okuduklarını anlamalarında en fazla etkili olan stratejilerin ise bilişsel stratejiler olduğu araştırmanın sonucunda tespit edilen önemli sonuçlardır.

Alan yazında ortaokul öğrencilerinin ve üniversite öğrencilerinin fen bilimleri öğrenme alanındaki düz metinleri okuma ve okuduklarını anlama süreçlerindeki bilişsel ve üstbilişsel stratejilerin tespitine yönelik yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan Kumlu (2012) fen bilimleri öğretmen adaylarının “Fotosentez ve Solunum”, “Kuvvet ve Hareket” konuları ile ilgili düz metinleri okuma süreçlerinde kullandıkları bilişsel ve üst bilişsel stratejilerin tespitine yönelik bir çalışma yapmıştır. Kumlu (2012) araştırmasının sonucunda öğretmen adaylarının not alma, şekil inceleme, şekil-grafik çizme, metinde geçen işlemleri tekrarlama, numaralandırma yapma bilişsel stratejilerini kullandıklarını, fosforlu kalemle çizme, kare içine alma, kurşun kalemle altını çizme, parantez içine alma, yuvarlak içine alma üstbilişsel stratejilerini kullandıklarını tespit etmiştir. Kumlu Yurttaş (2016) “Isı ve Sıcaklık” konusunda doğrudan ve akranla okuma stratejisi öğretiminden sonra öğretmen adaylarının altını çizme, fosforlu kalemle boyama, kare içine, alma not alma, okuma hızını yavaşlatma, sesli tekrar etme, yorumlama, işaret koyma, kare içine alma, renkli kalem kullanma, tekrar okuma stratejilerini kullandıklarını tespit etmiştir. Diken (2020) ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin “Hücre ve Bölünmeler” ünitesini okuma süreçlerinde kullandıkları bilişsel stratejilerin kelimeleri kalemiyle takip ederek okuma, düşüncelerini sesli ifade etme olduğunu, üstbilişsel stratejilerin ise ipuçlarının altını çizme, not alma, ipuçlarını yuvarlak içine alma, tekrar okuma, şekli tekrar inceleme olduğunu belirlemiştir. Aydemir (2020) ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin “DNA ve Genetik Kod” ünitesini okuma süreçlerinde kullandıkları bilişsel stratejilerin kelimeleri kalemiyle takip ederek okuma, şekil inceleme, zihinde canlandırma olduğunu, üstbilişsel stratejilerin ise ipuçlarının altını çizme, fosforlu kalemle kelimelerin altını çizerek okuma, kendine soru sorma, ipuçlarını yuvarlak içine alma, kelimelerin altını çizerek okuma, tekrar okuma olduğunu tespit etmiştir. Uluslararası alan yazında iyi-kötü okuyucuların düz metinleri okurken kullandıkları bilişsel ve üstbilişsel stratejiler arasındaki farklılıklara odaklanan çalışmalar da bulunmaktadır. (Johnson-Glenberg, 2005; Pressley & Gaskins, 2006; Schellings, Aarnoutse & van Leeuwe, 2006; Anastasiou & Griva, 2009; Shokrpour & Nasiri, 2011).

Yukarıda örnekleri verilen geçmişteki çalışmalar incelendiği zaman öğrencilerin fen bilimleri dersinin ünitelerini okumalarında ve okuduklarını anlamalarında en fazla ve en etkili olan stratejilerin tespitine yönelik herhangi bir çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu araştırmada fen bilimleri dersinde başarılı olan öğrencilerin okuduklarını anlamalarına en fazla yardımcı olan stratejilerin üstbilişsel stratejiler olması araştırmadaki önemli sonuçlardan bir tanesidir. Yine araştırmada başarılı öğrencilerin okuduklarını anlamalarında en az işlerine yarayan stratejilerin ise zayıf bilişsel stratejiler olduğu araştırmanın sonucunda tespit edilen diğer önemli sonuçtur.

Araştırmanın sonuçlarına göre sunulan öneriler aşağıdadır.

1- Ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri derslerinin fizik öğrenme alanına yönelik üniteleri, konuları, düz bilimsel metinleri okurken bu araştırmada tespit edilen ve okuduklarını anlamalarında etkili olan ipuçlarının altını çizme, ipuçlarını yuvarlak içine alma, not ama ve kelimelerin altını çizerek okuma, önemli kelimeleri tekrarlama gibi üstbilişsel stratejilerin öğrencilere öğretimleri yapılarak onların okuduklarını anlamaları artırılabilir.

2- Fen metnlerinin okunup anlaşılmasında en fazla etkili olan bilişsel ve üstbilişsel stratejilerin fen bilimleri öğretmenlerine öğretimleri yapılarak bu öğretimlerin sonuçları incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Anastasiou, D., & Griva, E. (2009). Awareness of reading strategy use and reading comprehension among poor and good readers. *Elementary Education Online*, 8(2), 283-297. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ilkonline/issue/8598/107014>
- Aydemir, G. (2020). 8. sınıf öğrencilerinin “DNA ve genetik kod” ünitesini okuma süreçlerindeki bilişsel ve üst bilişsel stratejilerini kullanma sıklıkları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Ayres, P. L. (1993). Why goal-free problems can facilitate learning. *Contemporary Educational Psychology*, 18(3), 376–381. <https://doi.org/10.1006/ceps.1993.1027>
- Blakey, E., & Spence, S. (1990). *Developing metacognition*. ERIC Digest, ED 327 218. Syracuse: ERIC Clearinghouse on Information Resources. Retrieved June 14, 2009, <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED327218.pdf>.
- Boekaerts, M. (1996). Self-regulated learning at the junction of cognition and motivation. *European Psychologist*, 1(2), 100-112. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.1.2.100>
- Charles, R., Lester, F., & O' Daffer, P. (1987). *How to evaluate progress in problem solving* (1th Ed.). The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Cope, K. (1990). S.T.O.P. and watch your students' metacognition grow. *Journal of the Wisconsin State Reading Association*, 34(4), 17-19.
- Çapoğlu, E. (2021). *Okuduğunu anlama stratejileri “işbirlikçi stratejik okuma”*. Son Çağ Akademi.
- Diken, E. H. (2020). A comparative study on the cognitive and metacognitive strategies of 6th-grade private and state school students use while reading science texts. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(3), 1092-1109.
- Djudin, T. (2017). Synectics model: an offer to develop students' creativity through science learning. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 2(1), 65-70. <https://doi.org/10.26737/jetl.v2i1.608>
- Eanet, M. G., & Manzo, A. V. (1976). REAP-A strategy for improving reading, writing, study skills. *Journal of Reading*, 19(8), 647-652. <https://www.jstor.org/stable/40032892>
- Fenty, N. S. (2019). Using anticipation guides to support comprehension of science informational text. *Intervention in School and Clinic*, 54(3), 141-148. <https://doi.org/10.1177/1053451218767902>
- Flavell, J. H. (1976). *Metacognitive aspects of problem solving*. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Lawrence Erlbaum Associates.
- Garner, R. (1987). *Metacognition and reading comprehension* (3th ed.). Ablex Publishing House.
- Goos, M., Galbraith, P., & Renshaw, P. (2000). A money problem: a source of insight into problem-solving action. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 13, 1-21. <https://www.cimt.org.uk/journal/pgmoney.pdf>
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A., & Wu, S. M. (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 701-719. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199709\)34:7%3C701::AID-TEA3%3E3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199709)34:7%3C701::AID-TEA3%3E3.0.CO;2-Q)

- Johnson-Glenberg, M. C. (2005). Web-based training of metacognitive strategies for text comprehension: focus on poor comprehenders. *Reading and Writing*, 18, 755-786. <https://doi.org/10.1007/s11145-005-0956-5>
- Karaçam, S. (2009). *Öğrencilerin kuvvet ve hareket konularındaki kavramsal anlamalarının ve soru çözümünde kullandıkları bilişsel ve üst bilişsel stratejilerin soru tipleri dikkate alınarak incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karataş, İ., & Güven, B. (2003). Problem çözme davranışlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler: Klinik mülakatın potansiyeli. *İlköğretim-Online*, 2(2), 2-9. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/429510>
- King, A. (1991). Improving lecture comprehension: effects of a metacognitive strategy. *Applied Cognitive Psychology*, 5(4), 331-346. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/acp.2350050404>
- Kramers-Pals, H., Lambrechts, J., & Wolff, P. J. (1983). The transformation of quantitative problems to standard problems in general chemistry. *European Journal of Science Education*, 5(3), 275-287. <https://doi.org/10.1080/0140528830050303>
- Kumlu Yurttaş, G. D. (2016). *Doğrudan ve akranla öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarına etkisinin okuma stratejileri bakımından incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kumlu, G. (2012). *Alternatif kavramlara sahip fen ve teknoloji öğretmen adaylarında fen metinlerini okurken aktif hale gelen bilişsel ve üst bilişsel stratejiler*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Larkin, J. H. (1983). *The role of problem representation in physics*. In D. Centner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 75-99). Lawrence Erlbaum.
- Larkin, J. H., & Reif, F. (1979). Understanding and teaching problem-solving in physics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 191-203. <https://doi.org/10.1080/0140528790010208>
- Livingstone, J. A. (1997). *Metacognition: an overview*. <http://gse.buffalo.edu/fas/shuell/cep564/Metacog.htm>. Retrieved March 23, 2024.
- MEB (2023). *Ölçme değerlendirme yönetmeliği*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/09/20230909-2.htm> adresinden 1 Kasım 2024 tarihinde alınmıştır.
- Mokhtari, K., & Reichard, C. A. (2002). Assessing students' metacognitive awareness of reading strategies. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 249-259. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.2.249>
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school student with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25(4), 230-248. <https://doi.org/10.1177/002221949202500404>
- Owen, E., & Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 272-284. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.77.3.272>
- Özsoy, G., & Günindi, Y. (2011). Okul öncesi öğretmen adaylarının üstbilişsel farkındalık düzeyleri. *Elementary Education Online*, 10(2), 430-440. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/90652>
- Paris, G. S. & Jacobs, E. J. (1984). The benefits of informed instruction for children's reading awareness and comprehension skills. *Child Development*, 55(6), 2083- 2093. <https://doi.org/10.2307/1129781>
- Pintrich, P. R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 31(6), 459-470. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00015-4](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00015-4)

- Pressley, M., & Gaskins, I. W. (2006). Metacognitively competent reading comprehension is constructively responsive reading: How can such reading be developed in students? *Metacognition Learning*, 1, 99-113. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-7263-7>
- Robinson, F. P. (1970). *Effective study* (1th ed.). Harper Row.
- Schellings, G., Aarnoutse, C., & van Leeuwe, J. (2006). Third-graders think-aloud protocols: types of reading activities in reading an expository text. *Learning and Instruction*, 16(6), 549-568. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.10.004>
- Shokrpour, N., & Nasiri, E. (2011). The use of cognitive and metacognitive reading strategies by Iranian IELTS test takers in the reading section of the test. *European Journal of Social Sciences*, 22(1), 126-134. <https://www.researchgate.net/signup.SignUp.html>
- Simon, D. P., & Simon, H. A. (1978). *Individual differences in solving physics problems*. In R. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* (pp. 325-348). Lawrence Erlbaum Associates.
- Smith, B. C., & Elliot, P. G. (1986). *Reading activities for middle and secondary schools, a handbook of qualitative research* (13th ed.). Teacher College Press.
- Taraban, R., Kerr, M., & Rynearson, K. (2010). Analytic and pragmatic factors in college students' metacognitive reading strategies *Reading Psychology*, 25(2), 67-81. <http://dx.doi.org/10.1080/02702710490435547>
- Thomas, D. V., & Robinson, H. A. (1972). *Improving reading in every class* (3th ed.). Allyn and Bacon.
- Van Someren, M. W., Barnard, Y. F., & Sandberg, J. A. (1994). *The think-aloud method: A practical guide to modelling cognitive processes* (3th ed.). Academic Publishing House.
- Victor, A. M. (2004). *The effects of metacognitive instruction on the planning and academic achievement of first and second grade children*. Unpublished doctoral dissertation, Graduate College of the Illinois Institute of Technology, Chicago, IL.
- Weir, C. (1999). Using embedded questions to jumpstart metacognition in middle school remedial readers. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 51(4), 74-77. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:141157711>
- Winne, P. H. (1996). A metacognition view of individual differences in self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 8(4), 327-353. [https://doi.org/10.1016/S1041-6080\(96\)90022-9](https://doi.org/10.1016/S1041-6080(96)90022-9)
- Yanık, S. (2023). *T.C. Milli Eğitim Bakanlığı ortaokul ve imam hatip ortaokulu 8. sınıf fen bilimleri ders kitabı*. Ata Yayıncılık.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayınevi.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (3th ed.). Sage Publishing House.
- Yore, L. D., Craig, M. T., & Maguire, T. O. (1998). Index of science reading awareness: An interactive constructive model, test verification and grades 4-8 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 27-51. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199801\)35:1<27::AID-TEA3>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199801)35:1<27::AID-TEA3>3.0.CO;2-P)
- Yore, L. D., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725. <https://doi.org/10.1080/09500690305018>
- Yore, L. D., & Treagust, D. F. (2006). Current realities and future possibilities: language and science literacy-empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28(2), 291-314. <https://doi.org/10.1080/09500690500336973>

Determination of 8th Grade Students' Most and Least Effective Strategies in Reading and Comprehension of "Simple Machines" Unit and Demonstration with Examples

Gamze Kar¹ 
Emine Hatun Diken^{2*} 

¹Mehmet Tal Imam Hatip Secondary School, Adana, Türkiye
gamzekar0136@icloud.com

²Kafkas University, Department of Science Education, Kars, Türkiye
hatundiken06@gmail.com.tr

*Corresponding Author

Received: 30.01.2025
Accepted: 19.02.2025
Available Online: 30.05.2025

Abstract: This study aimed to identify the most and least effective strategies for 8th-grade students to read and comprehend the "Simple Machines" unit. The study group consisted of 8 students, 4 students each studying in the 8th grade of a private school and a public school in the city center of Kars. A case study, one of the qualitative research methods, was used in the study. To determine the strategies used while reading the Simple Machines unit, students were asked to read the unit by thinking aloud. Afterward, semi-structured interviews were conducted with the students to confirm the most frequent, most effective, and least effective strategies in reading and comprehending the unit. The data obtained from the observations of the students reading the unit and the semi-structured interviews conducted with them after reading the unit were written down and analyzed qualitatively. According to the results of the study, it was determined that metacognitive strategies such as underlining the clues, circling the clues, underlining the words, and taking notes were the most useful strategies for students with good achievement levels in the science course while reading the unit. It was found that the most useful metacognitive strategies of the students with moderate achievement levels were underlining the clues, circling the clues, repeating the important points, and taking notes, while the most useful strategies of the students with poor achievement levels while reading the unit were the cognitive strategies of following the words with a pencil, decreasing the reading speed, and repeating the words that were not understood. It was determined that the strategy that was least useful for students with good and moderate achievement levels in science courses while reading the unit was reading by following the words with a pencil, while students with poor achievement levels did not have any strategy that was least useful for them.

Keywords: Reading Comprehension, Science Texts, Simple Machines Unit, Cognitive Strategies, Metacognitive Strategies

INTRODUCTION

Scientific literacy is very effective in meaningful teaching of science subjects. However, not enough effort is put into reading and writing in activities aimed at promoting scientific literacy in schools (Yore, Bisanz & Hand, 2003). Reading science texts has an important place in scientific literacy. Reading and reading comprehension are skills that individuals will benefit from for a lifetime to grow effectively and consciously in the education and training process (Özsoy & Günindi, 2011). Reading is the most common way for individuals to obtain information in their daily and academic lives (Çapoğlu, 2021). Students should learn how to access, evaluate, and interpret scientific knowledge using books, publications, and electronic communication systems. At this point, science texts are very important and are explanatory texts containing scientific information (Yore, Craig & Maguire, 1998). Reading skills are of great importance during the reading of science texts, and students with poor learning ability must receive help to read and understand various texts (Fenty, 2019). Therefore, conscious and adequate use of strategies is essential in the process of reading and comprehending science texts (Guzzetti, Williams, Skeels & Wu, 1997). Since the 1980s, researchers have defined strategies as ways of reading comprehension to facilitate learning (Paris, Lipson & Wixson, 1994). Reading strategies facilitate students' comprehension processes and there are more than one of these strategies that students use in their reading processes (Garner, 1987; Mokhtari & Reichard, 2002). Science texts are one of the most important support points of science literacy. To read and understand these texts and to structure them in the mind, it is necessary to use different sources, to extract, read, watch, and criticize them, and for this, cognitive and metacognitive strategies should be used (Yore & Treagust, 2006, Djudin, 2017). In other words, individuals should use cognitive and metacognitive strategies together to reach the targeted proficiency in reading and reading comprehension (Yore et al., 2003; Kumlu, 2012). When students use any strategy while reading a text to accomplish a cognitive goal, these strategies are defined as cognitive strategies; if they use them to make sure that they have achieved a cognitive goal, this strategy is defined as a metacognitive strategy. The identification of strategies as cognitive or metacognitive varies

according to the purposes for which they are used (Flavell, 1976, 1979; Livingstone, 1997). If we consider cognitive and metacognitive strategies from a broader perspective, cognitive strategies are related to the processes and behaviors that students use to achieve the goals they set for a subject (Boekaerts, 1996). Students who use cognitive strategies while reading a text establish relationships between information, enabling them to separate appropriate information. Students who use metacognitive strategies, on the other hand, control their learning processes based on the information they understand from the text (Pintrich, 1999). There are studies on the cognitive and metacognitive strategies that students use while reading texts (Anastasiou & Griva, 2009; Ayres, 1993; Blakey & Spence, 1990; Charles, Lester & O'Daffer, 1987; Cope, 1990; Diken, 2024; Eanet & Manzo, 1976; Goos, Galbraith & Renshaw, 2000; Karaçam, 2009; Karataş & Güven, 2004; King, 1991; Kumlu, 2012; Kumlu Yurttaş, 2016; Kramers-Pals, Lambrechts & Wolff, 1983; Larkin & Reif, 1979; Larkin, 1983; Malloy, 1994; Montague, 1992; Owen & Sweller, 1985; Robinson, 1970; Simon & Simon, 1978; Smith & Elliot, 1986; Taraban, Kerr & Rynearson, 2010; Thomas & Robinson, 1972; Winne, 1996; Weir, 1999; Victor, 2004). Although studies have been conducted to determine the cognitive and metacognitive strategies used by students in the process of reading science texts, these studies have been conducted on very limited science subjects and generally for university students (Kumlu, 2012; Kumlu Yurttaş, 2016). The strategies identified in the processes of reading and comprehending science texts of secondary school students are related to the subjects in the field of Biology learning (Diken, 2020). However, there is a need for studies to determine the cognitive and metacognitive strategies that support the reading and comprehension of the units for the Physics learning area, which is one of the most difficult learning areas of science. It is necessary to make in-depth determinations of cognitive and metacognitive strategies that support the reading and comprehension of Physics subjects, especially at the 8th-grade level. In Turkey, it can be stated that the high performance of 8th-grade students in the High School Entrance Exam (HSEE) for them to continue their education in the high schools of their choice depends significantly on reading and reading comprehension. Therefore, it is of great importance to determine the strategies that are most effective in 8th-grade students' comprehension of science texts while preparing for HSEE. In this study, the cognitive and metacognitive strategies that were most and least useful for 8th-grade students in reading and comprehending the Simple Machines unit, one of the units of the Physics learning area of the 8th-grade science course, which is important and which students often have difficulty in understanding, were determined. It is considered that the results of this study may provide support to future studies in terms of students' comprehension of Physics topics or units in a shorter time and better by using the most effective strategies identified in this study while reading texts in the field of Physics.

METHOD

Research Design

In the study, the holistic multiple-case design of the case study, one of the qualitative research methods, was used. In the holistic multi-case design, the situations studied in the research are first evaluated within themselves, and then these situations are compared (Yin, 2003, Yıldırım & Şimşek, 2021). In this study, students of different achievement levels studying in private secondary schools and public secondary schools constitute the situations of the research.

Participants

The participants of the study consist of eight students who are studying in the 8th grade at a private secondary school and a public secondary school in the center of Kars province and have different levels of success in the science course. In the study, the real names of the secondary schools and students were kept confidential, and the public secondary school was named as "PS", the private secondary school was named as "PrS", and the students in these secondary schools were abbreviated as "J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7, and J8". Participation in the study was based on the principle of voluntariness and the students voluntarily participated in the study.

Eight students participating in the study were evaluated at three levels as "high", "moderate" and "low" in terms of their 8th-grade science GPA according to the principles in the Regulation on Secondary Education Institutions of the Ministry of National Education (MoNE, 2023). Students with GPA between "84.99-100"

were evaluated as "High", students between 60.00-69.99 as "Moderate", and students between "0-49.99" as "Low".

Taking into account the issues determined by MoNE (2023), four of the eight students participating in the study are studying in public schools and four in private schools. Two students (J1, J2) studying in a private school and a student studying in a public school (J3) had high 8th-grade science course success levels, two students studying in a public school (J4, J5) and a student studying in a private school (J6) had moderate science course success levels, and a student studying in a private school (J7) and a student studying in a public school (J8) had low science course success levels.

Data Collection Tools

The data collection tools in the study were the think-aloud sessions conducted with the "Simple Machines" unit and the semi-structured interview form. Detailed descriptions of data collection tools are as follows.

Think Aloud Sessions Conducted with the "Simple Machines" Unit

The first of the data collection tools in the study is the thinking-aloud sessions conducted on the reading process of the "Simple Machines" unit. The "Simple Machines" unit in the 8th grade Science Textbook (Yanık, 2023) prepared by the MoNE was selected for reasons such as the high number of learning outcomes, the high number of pictures, the high probability of being asked questions from this unit in the HSEE, the high probability of students' tendency to use cognitive and metacognitive strategies in the reading process of this unit, and the suggestions of Science teachers. 8. To use the 8th Grade Science Textbook's "Simple Machines" unit in the study and to show the students' reading processes of the unit with examples, the necessary permissions were obtained from the MoNE unit responsible for textbooks. To determine whether there was any misinformation or misconceptions in the content of the "Simple Machines" unit, this unit in the science textbook was checked again by two faculty members who are experts in the field of physics education and made ready to be used in the study. Students read the "Simple Machines" unit using the think-aloud technique. Thinking aloud is a technique to identify the interaction between different situations that affect students' reading of the unit and their ability to read the unit (Van Someren, Barnard & Sandberg, 1994). Since the questions were solved with think-aloud protocols, no observation form was used. Students were asked to read the unit aloud. Observations of students' thinking aloud while reading the "Simple Machines" unit were made to identify and distinguish the cognitive and metacognitive strategies they used in the reading process of the unit and to name these strategies.

Semi-Structured Interview Form

Semi-structured interviews were conducted with the students to reaffirm the distinction between cognitive and metacognitive strategies used by the students while reading the "Simple Machines" unit and to determine the cognitive-metacognitive strategies that were the least and most effective in their reading and comprehending the unit. Semi-structured interviews were conducted by the researcher immediately after each student read the unit aloud. Semi-structured interview questions were prepared by Diken (2020).

The interview questions are as follows.

- 1- While reading the unit, you reread, took notes, underlined words, etc. Why did you do these? How would it benefit you to do these things?
- 2- What strategy or strategies were most effective in your reading and comprehension of this unit?
- 3- What strategy or strategies were least effective in your reading and comprehension of this unit?

Research Process

In the study, first of all, science teachers were interviewed to determine the units that students had the most difficulty in understanding. One of these units, the "Simple Machines" unit, which belongs to the Physics learning area in the MoNE 8th grade Science Textbook (Yanık, 2023), was determined as one of the data collection tools in the study. The "Simple Machines" unit was selected because questions from this unit are asked every year in the High School Entrance Exam and the unit has a high number of learning outcomes in the Science Curriculum. After determining the unit, the researcher prepared semi-structured interview

questions designed with expert opinions. In the study, ethics committee permission was obtained with the decision of Kafkas University Social and Human Sciences Scientific Research and Publication Ethics Committee dated 22/12/2023 and numbered 52. The permission of the ethics committee was sent to the Kars Provincial Directorate of National Education and permission was obtained from the Kars Provincial Directorate of National Education to conduct the applications. Subsequently, the necessary permissions were obtained from the parents of eight students in the private and public schools. The administrators of the private and public schools were informed about the practices of the study. Eight students, who were the participants of the study, were selected voluntarily and the students were informed about the implementation steps of the study. The study was implemented in the science laboratories of private and public schools during times when the students did not have classes and were available for the study. Before the students read the "Simple Machines" unit, they were informed about the technique of thinking aloud. To determine the cognitive and metacognitive strategies used by the students while reading the "Simple Machines" unit, they were asked to read the unit by thinking aloud, and the process was observed by the researcher with the help of camera recording. Following the students' reading of the unit, semi-structured interviews were conducted with them once to identify the strategies that were most and least effective in their reading and comprehension of the unit and to reaffirm the cognitive-metacognitive division of these strategies. Camera recordings of semi-structured interviews with students were also taken. Implementations were made separately with each student. The students' reading times of the unit by thinking aloud were 16 minutes for J1, 15 minutes for J2, 22 minutes for J3, 22 minutes for J4, 17 minutes for J5, 18 minutes for J6, 22 minutes for J7, and 35 minutes for J8. The observations of the students reading the unit by thinking aloud and the semi-structured interviews with them after reading the unit were written down and computerized by the researcher. Written documents of observations and interviews are made available for analysis.

Data Analysis

In analyzing the data, content analysis was used to reach concepts and relationships by explaining the study data (Yıldırım & Şimşek, 2021). The analysis of the data was carried out using a software where qualitative data analysis was performed on the computer. First of all, two main themes were created as "Cognitive Strategies" and "Metacognitive Strategies", the strategies used by the students in the process of reading the unit. The strategies used by the students in the process of reading the unit were assigned as code to one of these two themes according to the purpose of use. The strategies used by the students to comprehend what they read were assigned as codes to the cognitive strategy theme and the strategies they used to check, monitor, and evaluate themselves on whether they understood the unit were assigned as codes to the metacognitive strategy theme. Afterward, the coding was completed by assigning the codes to the themes to determine the strategies that were the most and least effective for the students to read and comprehend the unit. Upon completion of the coding process, a dataset of a student's reading of the unit was independently coded by the second coder, the other academic, who was an expert in the relevant subject, to double-check that the coding was done correctly. The researcher and the other academic coder came together and made joint decisions about the consistency and reliability of the coding made for the cognitive and metacognitive status of the strategies and their maximum and minimum effectiveness. The percentage of consistency between the two encoders was determined to be 96%. A joint decision was reached by making the relevant checks on the remaining 4% inconsistent data.

RESULTS

This section presents the cognitive and metacognitive strategies that are most and least effective in students' reading and comprehension of the "Simple Machines" unit in a Table and then provides explanations for the table. Afterward, some pictures of the strategies that were most effective in students' reading and comprehension of the unit were presented and necessary explanations were made for these pictures.

The strategies that are most and least effective in reading and comprehension of the "Simple Machines" unit of 8th-grade students are shown in Table 1.

Table 1

Strategies that are Least and Most Effective in Students' Reading and Comprehension of the Unit

Unit	Simple Machines Unit							
Type of Secondary School	PrS	PrS	PS	PS	PS	PrS	PrS	PS
8th Grade Students	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8
8th Grade Science Course Achievement Levels	H	H	H	M	M	M	L	L
Cognitive Reading Strategies								
Reading by following the words with pencil	Few	Few	Few	Few	Few	Few	A lot	
Reducing the reading speed								A lot
Repeating words that are not understood								A lot
Metacognitive Reading Strategies								
Underlining clues		A lot	A lot	A lot		A lot		
Circling the clues	A lot		A lot	A lot	A lot	A lot		
Re-reading			Few					
Repeating important points				A lot				
Reading by underlining words		A lot						
Taking notes	A lot	A lot	A lot			A lot		

As can be seen in Table 1, the least effective strategy in the reading comprehension of J1, who was studying in a private school and whose achievement level in the 8th-grade science course was "High", was the cognitive strategy of reading by following the words with a pencil, while the most effective strategies were the metacognitive strategies of circling clues and taking notes.

The cognitive strategy of reading by following the words with a pencil was the least effective strategy in the reading comprehension of J2, who attended a private school and whose achievement level was "High", while the most effective strategies were underlining the clues, reading by underlining the words and taking notes metacognitive strategies.

While the least effective strategies in the reading comprehension of J3, who attended a public school and had a "High" achievement level, were the cognitive strategy of reading by following the words with a pencil and the metacognitive strategy of rereading, the most effective strategies were the metacognitive strategies of underlining the clues, circling the clues and taking notes.

While the cognitive strategy of reading by following the words with a pencil was the least effective strategy in the reading comprehension of J4, who attended a public school and whose achievement level was "Moderate", the most effective strategies were the metacognitive strategies of underlining the clues, circling the clues, and repeating the important points.

While the cognitive strategy of reading by following the words with a pencil was the least effective strategy in the reading comprehension of J5, who was studying in a public school and whose achievement level was "Moderate", the most effective strategy was the metacognitive strategy of circling the clues.

While the cognitive strategy of reading by following the words with a pencil was the least effective strategy in the reading comprehension of J6, who attended a private school and whose achievement level was "Moderate", the most effective strategies were the metacognitive strategies of underlining the clues, circling the clues and taking notes.

While the least effective strategy was not found in the reading comprehension of J7, who was studying in a private school and whose achievement level was "Low", the most effective strategy was the cognitive strategy of reading by following the words with a pencil.

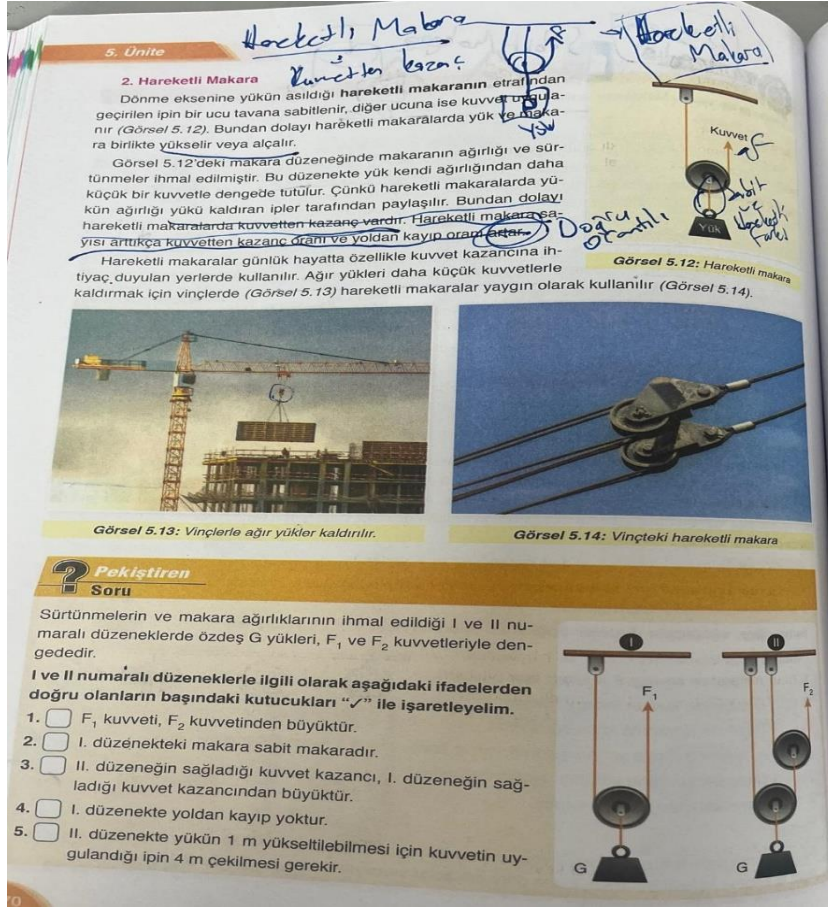
While there was no strategy that was least effective in the reading comprehension of J8, who attended a public school and whose achievement level was "Low", the most effective strategies were the cognitive strategies of decreasing the reading speed and repeating the words that were not understood.

Some illustrations and explanations of the strategies that are most effective in students' reading and comprehension of the "Simple Machines" unit are as follows.

The strategies that are most effective in reading comprehension of the "Simple Machines" unit of J1, who is studying in a private school and whose 8th-grade science course success level is "High", are as shown in Figure 1.

Figure 1

The Strategies Most Effective in J1's Reading Comprehension of the Simple Machines Unit

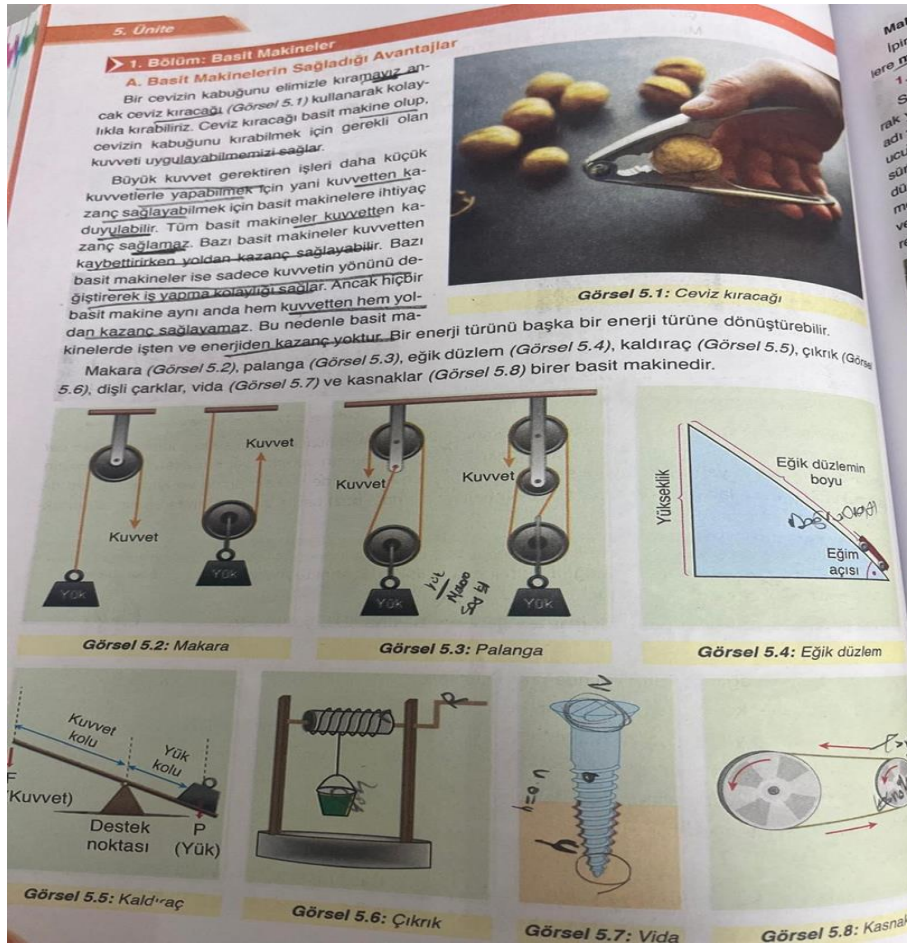


When Figure 1 is analyzed, it can be seen that J1 took notes on "moving pulley, gain from the force, the difference between moving and fixed pulley, direct proportion" in the process of reading and reading comprehension of the "Simple Machines" unit. J1 also completely underlined the sentence "as the number of moving pulleys increases, the rate of gain in force and the rate of loss in path increases" and circled the word "increases". In the interview with J1, it was determined that the strategies that were most effective in reading and comprehending the unit were note-taking and cue-circulating strategies. Since J1 used these strategies to check his/her comprehension of the unit, note-taking, and circling clues are metacognitive strategies.

The strategies that are most effective in the reading comprehension of the unit by J2, who is studying in a private school and whose success level is "High", are shown in Figure 2.

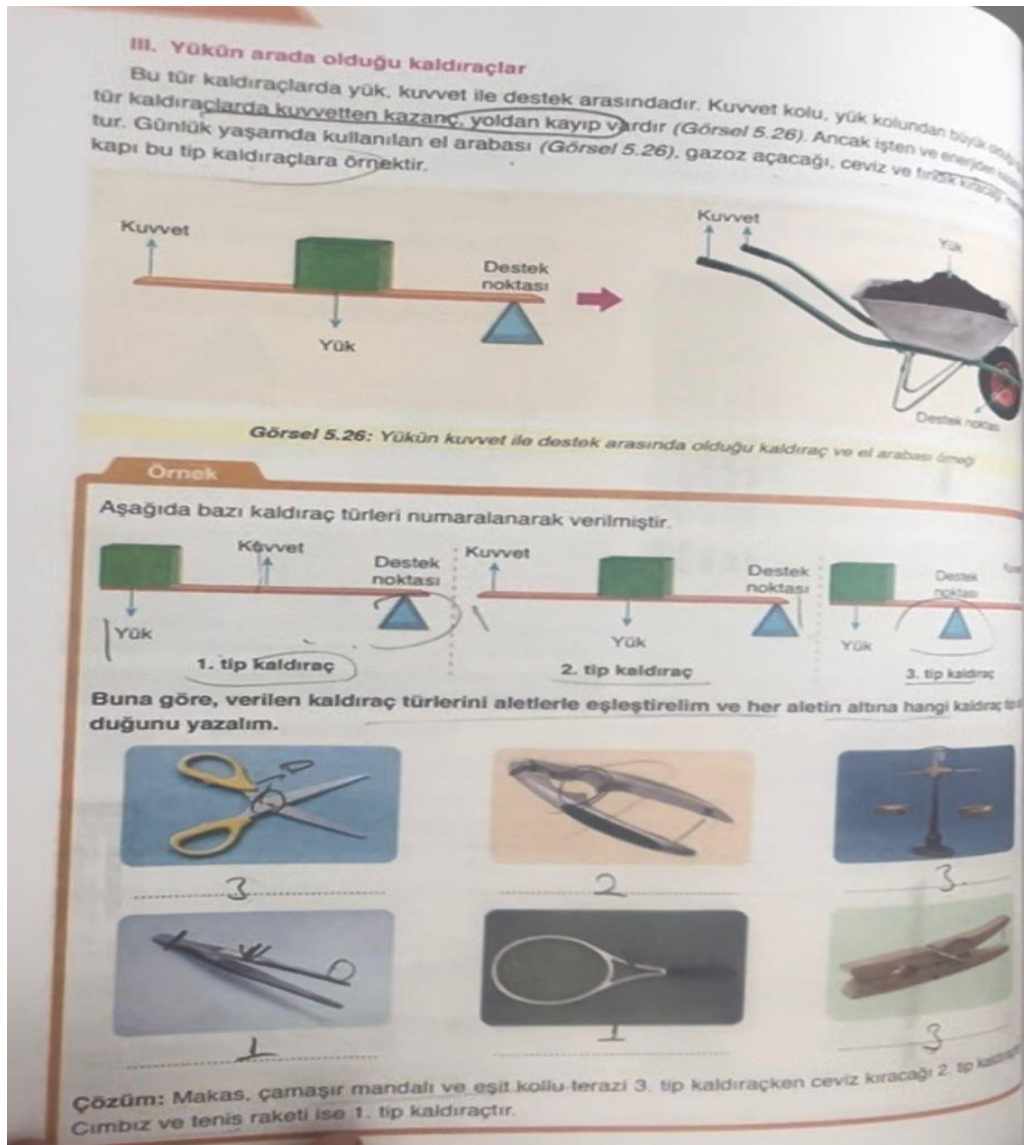
Figure 2

The Strategies Most Effective in J2's Reading Comprehension of the Simple Machines Unit



When Figure 2 is examined, it is seen that in the process of reading comprehension, J2 underlined the words "gain from force can provide gain from the road, there is no gain from energy" and the sentence "simple machines provide ease of doing work by changing the direction of force". In addition, he/she noted the formula "direct proportion" on the oblique plane shape and " $h = a.n$ " on the screw. In the interview with J2, it was determined that the most effective strategies in reading and comprehending the unit were note-taking, underlining clues, and underlining words. Since J2 stated that she underlined the words because s/he considered them very important for her/his reading and comprehension and took notes to keep them in front of her/his eyes, these strategies are metacognitive strategies.

The strategies that are most effective in reading the "Simple Machines" unit of J3, who is studying in a public school and whose 8th-grade science course success level is "High", are shown in Figure 3.

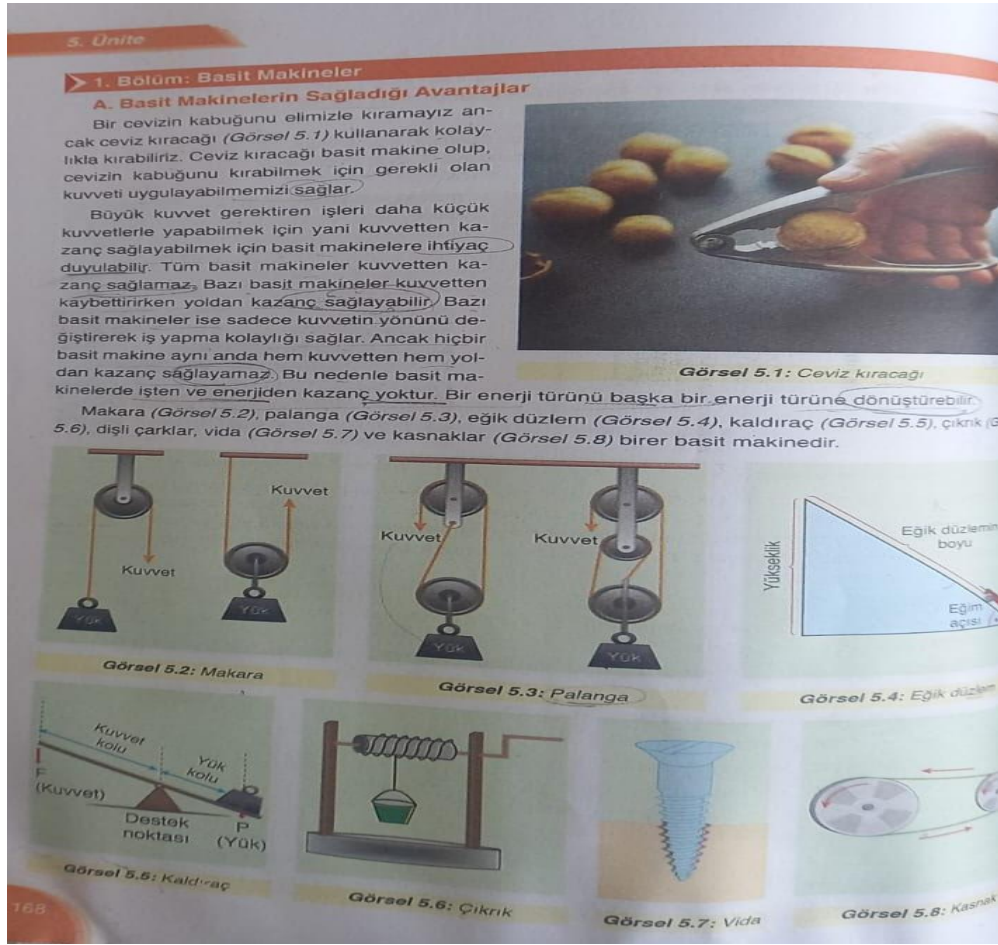
Figure 3*The Strategies Most Effective in J3's Reading Comprehension of the Simple Machines Unit*

In J3's reading comprehension of the "Simple Machines" unit, s/he matched the types of levers with the tools and wrote the numbers "3, 2, 3, 1, 1, 3" under the pictures of scissors, pliers, equal-armed scales, tweezers, racket, and clothespin, respectively. J3 also underlined the words "gain in leverage" and circled the words "loss in path". In the interview with J3, s/he stated that s/he underlined the words as they were very important tricks for her/his reading comprehension and that s/he took notes to keep them in front of her/his eyes at all times. These strategies are metacognitive.

The strategies that are most effective in the reading comprehension of the "Simple Machines" unit of J4, who is studying in a public school and whose 8th-grade science course success level is "Moderate", are shown in Figure 4.

Figure 4

The Strategies Most Effective in J4's Reading Comprehension of the Simple Machines Unit

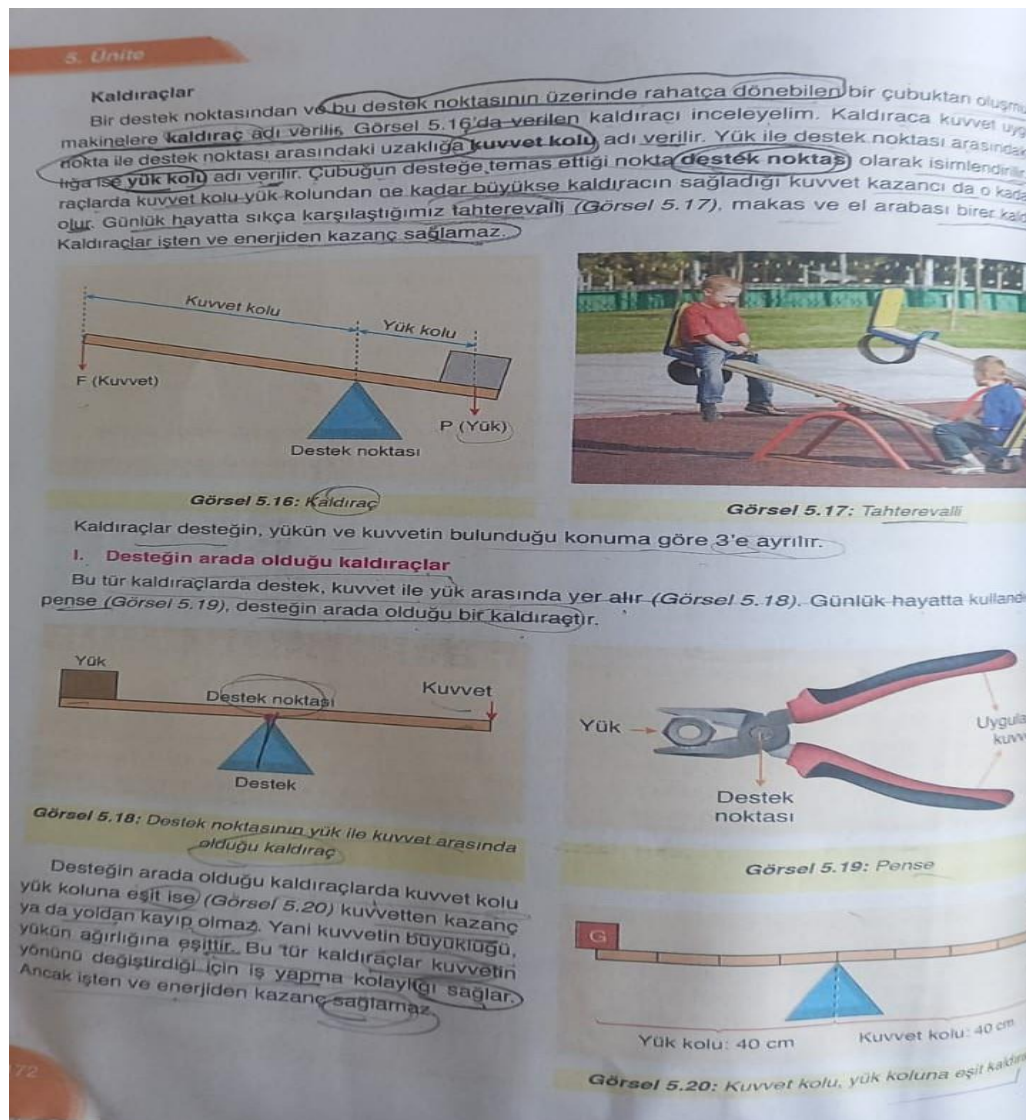


When Figure 4 is examined, it is seen that J4 circled the words "provides, does not exist, can be transformed" and underlined the words "from work and energy" in the process of reading and comprehending the unit. In the interview with J4, it was determined that the strategies that were most effective in reading and comprehending the unit were the strategies of circling the clues and underlining the clues. J4 stated that s/he underlined and circled the words that were keywords in his/her comprehension of the text. These strategies are metacognitive strategies.

The strategies that are most effective in reading the "Simple Machines" unit of J5, who is studying in a public school and whose 8th-grade science course success level is "Moderate", are shown in Figure 5.

Figure 5

The Strategies Most Effective in J5's Reading Comprehension of the Simple Machines Unit

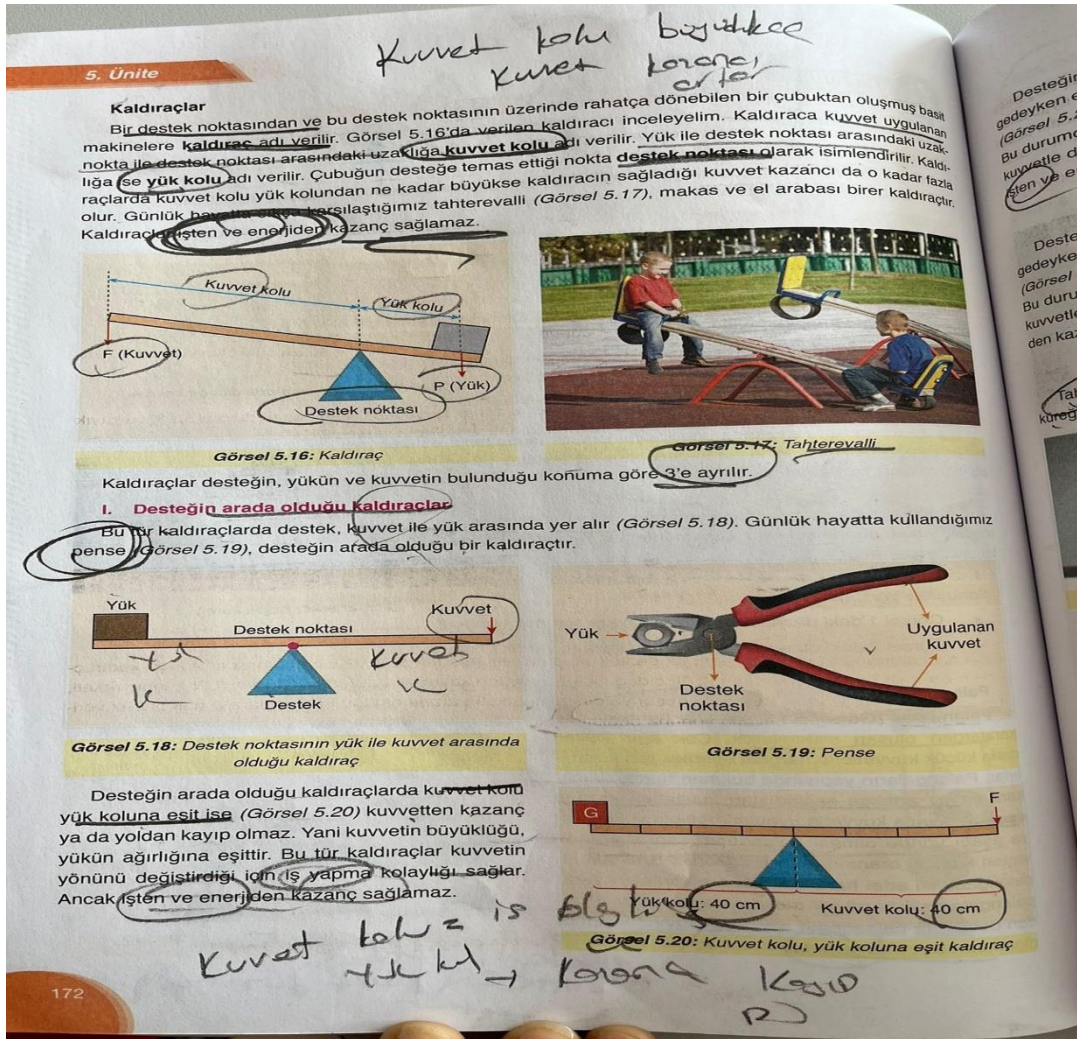


As seen in Figure 5, J5 circled the words “lever, force lever, support point, load lever seesaw, does not provide” because s/he considered these words important for her/his comprehension of what s/he read. Therefore, the most effective strategy in J5's reading comprehension is the metacognitive strategy of circling clues.

The strategies that are most effective in reading comprehension of the "Simple Machines" unit of J6, who is studying in a private school and whose 8th-grade science course success level is "Moderate", are shown in Figure 6.

Figure 6

The Strategies Most Effective in J6's Reading Comprehension of the Simple Machines Unit



When Figure 6 is analyzed, it is seen that J6 took notes such as "as the lever of force increases, the force gain increases", "lever of force = ease of work, the lever of load, gain, loss" during the reading and reading comprehension process of the unit. While reading the unit, J6 circled the words "load arm, force arm, support point, pliers work", and underlined the words "from a support point", "called a lever", and "support point". J6 stated that s/he used these strategies because they were very important in his/her reading comprehension and s/he was able to check when s/he looked at them again. Therefore, the strategies of underlining the clues, circling the clues, and taking notes, which were most effective in J6's reading and comprehension of the unit, are metacognitive.

DISCUSSION AND CONCLUSION

Study findings reveal that the metacognitive strategies that were most effective in the reading and comprehension of the unit by students with high achievement levels in the 8th-grade science course were underlining the clues, circling the clues, reading by underlining the words, and taking notes. It was determined that the most effective strategies in the reading and comprehension of the unit by the students with moderate achievement levels were underlining the clues, circling the clues, repeating the important points, and taking notes metacognitive strategies. It was determined that the most effective strategies for the students with low

achievement levels in reading and comprehending the unit were the cognitive strategies of reading by following the words with a pencil, repeating the incomprehensible words, and decreasing the reading speed.

The cognitive strategy of reading by following the words with a pencil was the least effective in reading and comprehending the unit for students with high and moderate achievement levels in science courses. The metacognitive strategy of rereading was the least effective in the reading comprehension of a student studying in a public school with a high achievement level. It was determined that students with low achievement levels did not have the least effective strategies in reading and comprehending the unit.

In the study, it was determined that the strategies that were most useful in the reading comprehension processes of the students with high and moderate achievement levels in the science course were metacognitive. One of the important results of the study is that the least effective strategies in reading comprehension of students with high and moderate achievement levels and the most effective strategies in reading comprehension of students with low achievement levels are cognitive strategies.

In the literature, there are studies conducted to determine the cognitive and metacognitive strategies of secondary school students and university students in the processes of reading and comprehending plain texts in the field of science learning. Kumlu (2012) conducted a study to determine the cognitive and metacognitive strategies used by pre-service science teachers in the reading process of plain texts on "Photosynthesis and Respiration" and "Force and Motion". Kumlu (2012) found that pre-service teachers used the cognitive strategies of taking notes, examining figures, drawing figures-graphs, repeating the operations in the text, numbering, and used the metacognitive strategies of drawing with highlighter, squaring, underlining with pencil, bracketing, and circling. Kumlu Yurttaş (2016) determined that the pre-service teachers used underlining, coloring with highlighter, squaring, taking notes, slowing down the reading speed, repeating aloud, interpreting, marking, using colored pencils, and rereading strategies after direct and peer reading strategy instruction in the 'Heat and Temperature' unit. Diken (2020) determined that the cognitive strategies used by secondary school 7th-grade students in the reading process of the "Cells and Divisions" unit were reading words by following with pencil and expressing their thoughts aloud, and metacognitive strategies were underlining the clues, taking notes, circling the clues, re-reading, and re-examining the shape. Aydemir (2020) found that the cognitive strategies used by secondary school 8th-grade students in the reading process of the "DNA and Genetic Code" unit were reading by following the words with a pencil, examining the shape, and visualizing in the mind, and metacognitive strategies were underlining the clues, reading by underlining the words with a highlighter, asking questions to oneself, circling the clues, reading by underlining the words, and rereading. In the international literature, there are also studies focusing on the differences between the cognitive and metacognitive strategies used by good and bad readers while reading plain texts (Johnson-Glenberg, 2005; Pressley & Gaskins, 2006; Schellings, Aarnoutse & van Leeuwe, 2006; Anastasiou & Griva, 2009; Shokrpour & Nasiri, 2011).

When the past studies given above are examined, it is seen that no study has been conducted to determine the most frequently used and most effective strategies in students' reading and comprehension of the units of the science course. One of the significant results of this study is that metacognitive strategies are the strategies that help students who are successful in science courses to comprehend what they read the most. Another important result of the study was that the least useful strategies for successful students in comprehending what they read were weak cognitive strategies.

The recommendations presented according to the results of the study are as follows.

1- Secondary school students' comprehension of what they read can be increased by teaching them metacognitive strategies such as underlining clues, circling clues, taking notes, underlining words, and repeating important words, which were identified in this study and which are effective in their reading comprehension while reading units, topics and plain scientific texts in the physics learning area of science courses.

2- Cognitive and metacognitive strategies that are most effective in reading and comprehending science texts can be taught to science teachers and the results of these teachings can be analyzed.

REFERENCES

- Anastasiou, D., & Griva, E. (2009). Awareness of reading strategy use and reading comprehension among poor and good readers. *Elementary Education Online*, 8(2), 283-297. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ilkonline/issue/8598/107014>
- Aydemir, G. (2020). *The frequency of 8th grade students' use of cognitive and metacognitive strategies during the reading process of the unit "DNA and the genetic code"*. Unpublished Master's Thesis, Kafkas University, Institute of Science, Kars.
- Ayres, P. L. (1993). Why goal-free problems can facilitate learning. *Contemporary Educational Psychology*, 18(3), 376-381. <https://doi.org/10.1006/ceps.1993.1027>
- Blakey, E., & Spence, S. (1990). *Developing metacognition*. ERIC Digest, ED 327 218. Syracuse: ERIC Clearinghouse on Information Resources. Retrieved June 14, 2009, <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED327218.pdf>.
- Boekaerts, M. (1996). Self-regulated learning at the junction of cognition and motivation. *European Psychologist*, 1(2), 100-112. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.1.2.100>
- Charles, R., Lester, F., & O' Daffer, P. (1987). *How to evaluate progress in problem solving* (1th. Ed.). The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Cope, K. (1990). S.T.O.P. and watch your students' metacognition grow. *Journal of the Wisconsin State Reading Association*, 34(4), 17-19. ERIC Number: EJ434219
- Çapoğlu, E. (2021). *Reading comprehension strategies "collaborative strategic reading"* (1th ed.). Son Çağ Akademi.
- Diken, E. H. (2020). A comparative study on the cognitive and metacognitive strategies of 6th-grade private and state school students use while reading science texts. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(3), 1092-1109. ERIC: EJ1258450
- Djudin, T. (2017). Synectics model: an offer to develop students' creativity through science learning. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 2(1), 65-70. <https://doi.org/10.26737/jetl.v2i1.608>
- Eanet, M. G., & Manzo, A. V. (1976). REAP-A strategy for improving reading, writing, study skills. *Journal of Reading*, 19(8), 647-652. <https://www.jstor.org/stable/40032892>
- Fenty, N. S. (2019). Using anticipation guides to support comprehension of science informational text. *Intervention in School and Clinic*, 54(3), 141-148. <https://doi.org/10.1177/1053451218767902>
- Flavell, J. H. (1976). *Metacognitive aspects of problem solving*. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Lawrence Erlbaum Associates.
- Garner, R. (1987). *Metacognition and reading comprehension* (3th ed.). Ablex Publishing House..
- Goos, M., Galbraith, P., & Renshaw, P. (2000). A money problem: a source of insight into problem-solving action. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 13, 1-21. <https://www.cimt.org.uk/journal/pgmoney.pdf>
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A., & Wu, S. M. (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 701-719. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199709\)34:7%3C701::AID-TEA3%3E3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199709)34:7%3C701::AID-TEA3%3E3.0.CO;2-Q)

- Johnson-Glenberg, M. C. (2005). Web-based training of metacognitive strategies for text comprehension: focus on poor comprehenders. *Reading and Writing*, 18, 755-786. <https://doi.org/10.1007/s11145-005-0956-5>
- Karaçam, S. (2009). *Investigation of students' conceptual understanding of force and motion topics and the cognitive and metacognitive strategies they use in solving questions by considering question types*. Unpublished Doctoral Thesis, Gazi University, Institute of Educational Sciences, Ankara.
- Karataş, İ., & Güven, B. (2003). Methods used in the assessment of problem solving behaviors: The potential of clinical interviews. *Primary Education-Online*, 2(2), 2-9. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/429510>
- King, A. (1991). Improving lecture comprehension: effects of a metacognitive strategy. *Applied Cognitive Psychology*, 5(4), 331-346. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/acp.2350050404>
- Kramers-Pals, H., Lambrechts, J., & Wolff, P. J. (1983). The transformation of quantitative problems to standard problems in general chemistry. *European Journal of Science Education*, 5(3), 275-287. <https://doi.org/10.1080/0140528830050303>
- Kumlu Yurttaş, G. D. (2016). *Investigating the effects of direct and peer instruction on prospective science teachers' conceptual understanding of heat-temperature in terms of reading strategies*. Unpublished Doctoral Thesis, Gazi University, Institute of Educational Sciences, Ankara.
- Kumlu, G. (2012). *Cognitive and metacognitive strategies activated while reading science texts in science and technology teacher candidates with alternative conceptions*. Unpublished Doctoral Thesis, Gazi University, Institute of Educational Sciences, Ankara.
- Larkin, J. H. (1983). *The role of problem representation in physics*. In D. Centner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 75-99). Lawrence Erlbaum.
- Larkin, J. H., & Reif, F. (1979). Understanding and teaching problem-solving in physics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 191-203. <https://doi.org/10.1080/0140528790010208>
- Livingstone, J. A. (1997). *Metacognition: an overview*. <http://gse.buffalo.edu/fas/shuell/cep564/Metacog.htm>. Retrieved March 23, 2024.
- MEB (2023). Ölçme değerlendirme yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/09/20230909-2.htm>. Retrieved 1 Kasım 2024.
- Mokhtari, K., & Reichard, C. A. (2002). Assessing students' metacognitive awareness of reading strategies. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 249-259. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.2.249>
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school student with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25(4), 230-248. <https://doi.org/10.1177/002221949202500404>
- Owen, E., & Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 272-284. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.77.3.272>
- Özsoy, G., & Günindi, Y. (2011). Metacognitive awareness levels of preschool teacher candidates. *Elementary Education Online*, 10(2), 430-440. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/90652>
- Paris, G. S. & Jacobs, E. J. (1984). The benefits of informed instruction for children's reading awareness and comprehension skills. *Child Development*, 55(6), 2083- 2093. <https://doi.org/10.2307/1129781>
- Pintrich, P. R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 31(6), 459-470. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00015-4](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00015-4)

- Pressley, M., & Gaskins, I. W. (2006). Metacognitively competent reading comprehension is constructively responsive reading: How can such reading be developed in students? *Metacognition Learning*, 1, 99-113. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-7263-7>
- Robinson, F. P. (1970). *Effective study* (1th ed.). Harper Row.
- Schellings, G., Aarnoutse, C., & van Leeuwe, J. (2006). Third-graders think-aloud protocols: types of reading activities in reading an expository text. *Learning and Instruction*, 16(6), 549-568. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.10.004>
- Shokrpour, N., & Nasiri, E. (2011). The use of cognitive and metacognitive reading strategies by Iranian IELTS test takers in the reading section of the test. *European Journal of Social Sciences*, 22(1), 126-134. <https://www.researchgate.net/signup.SignUp.html>
- Simon, D. P., & Simon, H. A. (1978). *Individual differences in solving physics problems*. In R. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* (pp. 325-348). Lawrence Erlbaum Associates.
- Smith, B. C., & Elliot, P. G. (1986). *Reading activities for middle and secondary schools, a handbook of qualitative research* (13th ed.). Teacher College Press.
- Taraban, R., Kerr, M., & Rynearson, K. (2010). Analytic and pragmatic factors in college students' metacognitive reading strategies *Reading Psychology*, 25(2), 67-81. <http://dx.doi.org/10.1080/02702710490435547>
- Thomas, D. V., & Robinson, H. A. (1972). *Improving reading in every class* (3th ed.). Allyn and Bacon.
- Van Someren, M. W., Barnard, Y. F., & Sandberg, J. A. (1994). *The think-aloud method: A practical guide to modelling cognitive processes* (3th ed.). Academic Publishing House.
- Victor, A. M. (2004). *The effects of metacognitive instruction on the planning and academic achievement of first and second grade children*. Unpublished doctoral dissertation, Graduate College of the Illinois Institute of Technology, Chicago, IL.
- Weir, C. (1999). Using embedded questions to jumpstart metacognition in middle school remedial readers. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 51(4), 74-77. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:141157711>
- Winne, P. H. (1996). A metacognition view of individual differences in self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 8(4), 327-353. [https://doi.org/10.1016/S1041-6080\(96\)90022-9](https://doi.org/10.1016/S1041-6080(96)90022-9)
- Yanık, S. (2023). *T.C. Ministry of National Education middle school and imam hatip middle school 8th grade science textbook* (1th ed.). Ata Publishing.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Qualitative research methods in social sciences* (12th ed.). Seçkin Publishing House.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (3th ed.). Sage Publishing House..
- Yore, L. D., Craig, M. T., & Maguire, T. O. (1998). Index of science reading awareness: An interactive constructive model, test verification and grades 4-8 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 27-51. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199801\)35:1<27::AID-TEA3>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199801)35:1<27::AID-TEA3>3.0.CO;2-P)
- Yore, L. D., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725. <https://doi.org/10.1080/09500690305018>
- Yore, L. D., & Treagust, D. F. (2006). Current realities and future possibilities: language and science literacy-empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28(2), 291-314. <https://doi.org/10.1080/09500690500336973>

İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlilik Düzeyleri ile Temel Yeterlilik Testi Matematik Başarıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Fatmagül Ergün^{1*} 
Emin Aydın² 
Esra Türk³ 

¹İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi,
Matematik Eğitimi Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye
fatmagulergun@marun.edu.tr

²Marmara Üniversitesi, Matematik
Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul,
Türkiye
eaydin@marmara.edu.tr

³Marmara Üniversitesi, Matematik
Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul,
Türkiye
esraturk@marun.edu.tr

Geliş tarihi: 30.01.2025
Kabul tarihi: 05.03.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Matematik eğitiminin temel amacı, bireylerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm bulabilmelerini sağlamaktır. Ancak okullarda, öğrencilerin matematiği nerelerde kullanacaklarına dair soru işaretleri bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu soruya cevap verilse de öğretimde bu alının yeterince kullanılmaması bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Matematik okuryazarlığı, bireylerin matematiksel bilgi ve becerileri günlük hayatlarında kullanabilmesidir. PISA sınavlarında Türkiye'nin başarısızlığının sebeplerinden biri, öğretmenlerin düşük matematik okuryazarlığı olabilir. İlköğretim matematik öğretmenlerinin seçilmesinde TYT sınavında matematik okuryazarlığını ölçen sorularının yer alması gerektiği düşünülmektedir. Bu sınavdaki matematik başarıları ile matematik okuryazarlık öz-yeterlilik algısı arasındaki ilişkinin ne olacağı araştırmanın sorusunu oluşturmuştur. Bu çalışmanın amacı, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterlilik inanç düzeyleri ile ÖSYM tarafından yapılan Temel Yeterlilik Testi (TYT) matematik başarıları arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırma, 2023-2024 eğitim öğretim yılında İstanbul ilindeki üç devlet üniversitesinde eğitim gören 1. sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inanç düzeyleri ile TYT matematik başarıları arasında olumlu yönde düşük düzeyde bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelime: Matematik Okuryazarlığı, Öz-Yeterlilik, TYT, İlköğretim Matematik Öğretmen Adayı

GİRİŞ

Matematik eğitiminde temel amaçlardan biri bireyin günlük hayatta karşılaştığı problemlere çözüm yolu bulabilmesini sağlamaktır. Matematik öğretim programında öğrencinin sahip olması beklenen özellikler “bilgiyi üreten, günlük hayatta etkili olarak kullanabilen, problem çözme, eleştirel düşünme ve iletişim becerilerine sahip, girişimci, duygudaşlık kurabilen, dahil olduğu topluma ve kültüre katkı sağlayan” olarak verilmiştir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Türkiye Yüzyılı Maarif Model de genelde okuryazarlık becerilerini özelde ise matematik okuryazarlığının önemini vurgulamaktadır (MEB, 2024). Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD, 2016), matematik eğitiminin temel amaçlarının gerçek hayatta matematiğin konumunun farkında olunmasının, amaca yönelik, eleştirel ve derin düşünebilen bireylerin yetiştirilmesinde önemli olacağını ifade etmiştir. 21. yüzyılda matematik alanında yetkin olabilmek için matematiği çok iyi bilmenin dışında okullarda öğrenilen matematik bilgisinin gerçek hayat problemlerinde kullanılabilmesi ve bu bilgilerden yeni bilgilerin üretilmesi gerekmektedir (Erdoğan & Arslan, 2023). Okullarda verilen matematik eğitimi düşünüldüğünde ise matematiğin nerede kullanılacağına dair öğrencilerde soru işaretleri olduğu gözlemlenmiştir. Öğretmenler sınıflarda “matematiği nerede kullanacağım?” sorusuna sıkça muhatap olmaktadır. Bu soru matematik ile gerçek hayat arasında bir bağlantının kurulması gerektiğine işaret etmektedir.

Diğer bir taraftan matematik öğretmenleri günlük hayat ile matematik arasında nadiren ilişki kurmaktadır (Bozkurt, 2019). Dolayısıyla öğrenciler tarafından sorulan bu soru cevaplanabilse de bu alının öğretimde etkili bir şekilde kullanılmadığı düşünülmektedir. Gerçek hayat meşguliyetleri ile okulda öğretilen matematik arasında bağlantı olmaması matematik eğitiminde yaşanan bir meseledir (Altun & Bozkurt, 2017). Bu sorunun çözülmesi toplumu oluşturan bireylerin sadece matematik bilmesi ile değil aynı zamanda da matematik okuryazarı olabilmesi ile mümkündür. Bu kapsamda, matematik derslerinde öğrenilen bilgilerin gerçek hayatta kullanılabilmesini ifade eden matematik okuryazarlığı kavramı giderek önem kazanmış ve bu kavramın geliştirilmesi matematik eğitiminin temel uğraşlardan biri olmuştur (Altun & Bozkurt, 2017).

İlköğretim matematik öğretim programında en çok vurgulanan hedeflerden biri matematik okuryazarlığıdır (Albayrak vd., 2023).

Matematik okuryazarlığının öneminin artmasıyla birçok ülke eğitim sistemlerini geliştirme ve planlama süreçlerinde, temel odağı matematik okuryazarlığı olan PISA değerlendirmelerini bir kaynak olarak benimsemeye başlamıştır (Breakspear, 2012). PISA değerlendirmeleri ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin matematik, fen okuryazarlık düzeylerini ve dil becerilerini ölçmektedir. Sonuçlara bakıldığında Türkiye PISA (2022) uygulamasında 81 ülke arasında 34. sırada yer almaktadır. Bu kapsamda öğrencilerin bir problem konusunda eleştirel ve analitik düşünmesi, problemin sonucuna ulaşması ve problem durumunu günlük hayata aktarması konusunda bir eksiklik olduğu yani bireylerin yeteri düzeyde matematik okuryazarı olmadığı düşünülmektedir.

Deng ve Gopinathan (2016) PISA sonuçlarına bakılarak “referans toplum” oluşturulduğunu ifade etmişlerdir. Dolayısıyla bu sonuçlarda başarı yakalayan ülkelerin en iyi eğitim sistemine sahip olduğu söylenebilir. Matematik okuryazarlığının ve PISA başarısının önemi göze alındığında Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin PISA (2022) uygulama sonucunda elde edilen başarısızlık için önlemler alınmalıdır. Nitekim az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde meselenin kaynağı, insan kaynağının yeterince geliştirilememesidir (Ersoy, 1997). Matematik okuryazarlığı konusundaki başarısızlığın sebepleri araştırılmalı ve iyileştirmeler yapılmalıdır. PISA sınavındaki Türkiye’nin başarısızlığının sebeplerinden biri öğretmenlerin matematik okuryazarlığının düşük olabileceğidir (Aydın vd., 2020). An vd. (2004), uluslararası sınavlarda elde edilen öğrenci başarısının en önemli sebeplerinden birinin öğretmenler olduğunu belirtmektedir. Öğretmenlerin mesleki bilgi ve becerilerinin uluslararası standartlarla karşılaştırılması, eğitimde başarıyı artıracak önemli bir adımdır. 2008 yılında gerçekleştirilen matematik öğretmen adaylarının eğitimini ve gelişimini değerlendiren uluslararası karşılaştırmalı TEDS-M (Matematikte Öğretmen Eğitimi ve Gelişimi Çalışması), katılımcı ülkelerin başarılarının TIMSS ve PISA sınavlarındaki başarılarıyla uyumlu olduğunu göstermiştir (Tatto vd., 2008). Bu sebep düşünüldüğünde matematik eğitiminde başrol oynayan matematik öğretmenleri eğer matematik okuryazarı değillerse bu toplumu oluşturan diğer bireylerin matematik okuryazarı olması beklenemez bir durumdur. Dolayısıyla öğretmen matematik ile günlük hayat arasındaki bağlantıyı kuramaz ve matematik eğitimindeki meselelerden biri varlığını sürdürmeye devam eder. Bu kapsamda matematik öğretmenlerinin matematik okuryazarlık düzeyleri ele alınması gereken bir konudur.

Yaşamın her noktasında matematik bulunmaktadır. Toplumu oluşturan bireyler matematikte güçlenmeli, insan hayatındaki teşhir ettiği etkisini doğru algılamalı, yaratıcı düşünceye sahip olmanın fırsatlarını gözetmeli ve bunlardan yararlanmalıdır (Ersoy, 1997). Dolayısıyla matematiksel bilgiye sahip olup onu günlük hayatta kullanabilmeli; yani matematik okuryazarı olmalıdır. Öğrencilerde bu yetkinlikler mümkün olduğu kadar erken geliştirilmelidir. Matematiksel bilginin kullanılabilmesi ve birçok matematiksel bilgi-becerinin ilköğretimde, ilköğretim öğretmenleri tarafından kazandırılıyor olması sebebiyle ilköğretim matematik öğretmenleri matematik eğitiminin en temel konumunda bulunmaktadır. Bu kapsamda da öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeyinin gelişmesi için ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematik okuryazarı olup matematik okuryazarlık öz yeterlikleri de yüksek olmalıdır. Matematik okuryazarlığının geliştirilmesi için öğretmenlerinin öncelikli olarak matematik okuryazarlığının sahip olması gerekmektedir (Altıntaş vd., 2012).

Matematik öğretmenlerinin inançları, öğrencilerin matematiksel başarıları üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Philipp (2007), öğretmenlerin inançları ve duygularının öğretim tarzlarını ve dolayısıyla öğrencilerin öğrenme deneyimlerini şekillendirdiğini belirtmektedir. Bu çerçevede, öğretmenlerin öz-yeterlilik inançları, matematiksel düşünme ve pedagojik becerilerin gelişiminde önemli bir rol oynar (Schoenfeld, 2016). Bu bağlamda, öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığına ve öz-yeterlilik düzeylerine ilişkin farkındalık geliştirmeleri ve bu yeterliliklerini bilinçli bir seviyeye taşımaları, öğretmenlik mesleğine adım attıklarında öğrencilerin matematik okuryazarlığı becerilerinin gelişimine önemli katkılar sağlayacaktır (Özgen & Bindak, 2008). Öz-yeterlilik, bir bireyin belirli bir görevi başarıyla yerine getirme inancıdır (Pajares & Miller, 1994). Bu inançlar, öğrencilerin matematiksel problemleri çözme süreçlerinde önemli bir motivasyon kaynağı oluşturur (Schunk, 1991). Bandura (1997), öz-yeterliliğin bireylerin başarıya ulaşmadaki kritik rolünü detaylı bir şekilde tartışarak, bu inançların eğitimdeki etkilerini kapsamlı bir biçimde ele almıştır. Eğitimde, öğretmenlerin okuryazarlık ve öz-yeterlilik algılarının yüksek olması gerektiği vurgulanmaktadır (Aydın vd., 2020). Bir bireyin herhangi bir beceriyi geliştirebilmesi için, öncelikle o beceriye yönelik öz-yeterlilik inancına

sahip olması gerekmektedir. Yani, matematiksel okuryazarlık kazanabilen bir birey, önce matematik okuryazarlığına dair öz-yeterlilik inancına sahip olmalıdır.

Diğer bir taraftan bakıldığında ilköğretim matematik öğretmenleri diğer mesleklerde olduğu gibi Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) tarafında Yükseköğretim Kurumları Seçme Sınavına (YKS) tabi tutularak seçilmektedir. Bu sınav Temel Yeterlilik Testi (TYT) ve Alan Yeterlilik Testinden (AYT) oluşmaktadır. Bu sınavın bileşenleri incelendiğinde ilköğretim matematik öğretmenlerinin seçiminde TYT sınavının matematik dersinde onların matematik okuryazarlığını ölçebilecek soruların yer alması gerektiği düşünülmektedir. TYT sınavının matematik soruları incelendiğinde ise yeni nesil soru kavramı kapsamında karmaşık olan ve matematik okuryazarlığını tam olarak ölçmediği düşünülen sorulardan oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu kapsamda TYT sınavının matematik okuryazarlığını yordamadığını açıklamak hedeflenmiştir. Ayrıca TYT (2023) sınavını ülke genelinde ortalaması 40 net üzerinden ortalama 8 net olarak hesaplanmıştır. Bu sınavdaki başarısızlığın sebebi soruların karmaşık yapısından dolayı ölçmek istediği becerileri ölçemediğinden, öğrencilerin yeterli matematiksel bilgiye sahip olmadığından veya sahip olduğu matematiksel bilgiyi kullanamadığından olabilmektedir. Matematik öğretmenlerinin sahip olması gereken yeterlilikler incelendiğinde, sadece akademik bilgiyi değil, aynı zamanda problem çözme, yorumlama ve matematiksel muhakeme becerilerini içeren matematik okuryazarlığını da kapsamı gerektiği vurgulanmaktadır (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014). Toplumun matematik okuryazarlığını geliştirecek olan matematik öğretmenlerinin de seçiminde matematik okuryazarlığının ölçülmesi gerektiği düşünülmektedir (Demir & Altun, 2018). Bu kapsamda matematik öğretmenlerinin bu sınavdaki matematik başarılarının ve matematik okuryazarlığı öz yeterlilik algılarının incelenmesi gereken konular olduğu düşünülmektedir.

Matematik Okuryazarlığı

Matematik okuryazarlığı, toplumun yaşadığı kültürde var olan çeşitli etkinliklerde bulunmak için sahip olduğu matematiksel bilgiyi kullanarak yorumlama ve iletişimde kullanabilme becerisidir (Hoogland, 2003). OECD (1999; 2003; 2006; 2009) matematik okuryazarlığını, matematiğin gerçek yaşam bağlamlarındaki yerini anlama ve tanımlama, gerektiğinde matematik bilgisini yapılandırıcı, ilişkilendirici ve yansıtıcı yollarla kullanarak karar verme ve bunu bir yaşam biçimi haline getirme olarak tanımlamıştır. Daha sonra OECD (2013; 2016), bu tanımlı genişleterek matematik okuryazarlığını, bireyin matematiği günlük yaşamda çeşitli şekillerde ifade etme, uygulama ve yorumlama yeteneği olarak tanımlamış ve matematiksel muhakeme becerisini, kavramsal ve süreç bilgisi yeteneklerini, matematiksel araçları kullanma becerisini, tahmin ve öngöründe bulunma yetisini matematik okuryazarlığının temel bileşenleri olarak vurgulamıştır. OECD'nin tanımının dışında alan yazında matematik okuryazarlığıyla ilgili benzer tanımlamalar mevcuttur. Matematik okuryazarlığı, gerçek hayatta matematiğin nasıl kullanıldığını görebilmek, sıkıntıları gidermek ve ihtiyaçları karşılamak için matematik bilgisinden yararlanabilmek olarak tanımlanmaktadır (Ersoy, 1997). Matematik okuryazarlığı, matematiğin günlük hayattaki yer aldığı konumu anlama ve karşılaşılan meslelerin çözümünde matematiksel bilgi ve becerileri kullanabilme yeteneği olarak tanımlanmıştır (McCrone & Dossey, 2007). Matematik okuryazarlığı, matematik işlemlerinin yapılıp yapılmamasından çok, işlemlerin gerçek hayattaki matematiksel sorunları bilme, bu sorunları matematiksel problemler oluşturarak ifade edebilme ve bu problemleri çözmek için çabalarla ulaşıldıkları düzeydir (Satıcı, 2008). Matematik okuryazarlığı, bireyin matematik bilgisi ve becerilerini iş, okul ve günlük hayatında kullanabilmesidir (Özgen & Bindak, 2011). Eğitim almış bireylerin yeterli düzeyde bilgi ve beceri edinerek matematik okuryazarı olması önem arz etmektedir (Altıntaş vd., 2012). Altun ve Bozkurt (2017) okuryazarlık faktörlerini “(i) algoritmik işlem yapma, (ii) zengin matematik içeriğine hâkim olma, (iii) matematiksel çıkarımda bulunma, (iv) matematiksel teklif geliştirme ve/veya geliştirilmiş teklifi yorumlama, (v) gerçek hayattaki durumun matematik dilindeki karşılığını anlama, (vi) matematik dilinin gerçek hayattaki karşılığını anlama” olarak belirtmiştir. Bilgeç (2022), çalışmasının sonucunda matematik okuryazarlığını “temel matematik becerilerinden iletişim, matematikselleştirme, temsil, muhakeme ve müzakere, problem çözme stratejileri, matematik dili kullanımı ve matematiksel araç kullanımı ile ele alınması” olarak tanımlamıştır. Bütün bu tanımlamalar dikkate alındığında matematik okuryazarlığının matematik yapma becerisi dışında analitik ve eleştireci düşünme ile yaklaşarak problem çözebilme becerisine bağlı olduğu, matematik bilgisini çeşitli işlevlerde kullanabilmeyle ilişkili olduğu, matematik eğitiminde edinilen bilgilerin günlük hayatta karşılıkları olduğu ve bunları bulabilmek için bağlantılar kurulması gerektiği, bağlantıların kurularak karşılaşılan sıkıntılara daha kolay çözüm yolu bulunulabileceği, oluşan düğümlerin çözülebilmesi için matematik okuryazarlığının önemli olduğu ve problemlerin matematiksel düşünmeyle çözümlenmesiyle toplumun gelişebileceği düşünülmektedir.

Literatür İncelemesi

YÖK Tez, Google Akademik ve Dergi Park veri tabanlarında Türkiye kaynaklı araştırmalar tarandığında matematik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık düzeylerini ve matematik okuryazarlık öz-yeterlilik düzeylerini araştırdıkları çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Tekin ve Tekin (2004), çalışmalarında matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık düzeylerini incelemiştir. Özgen ve Kutluca (2013), çalışmalarında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı kavramına, bu kavramın önemine ve geliştirilmesine yönelik görüşlerini incelemişlerdir. Güneş ve Gökçek (2013), çalışmalarında ilköğretim fen, matematik ve sınıf öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık düzeylerini incelemişlerdir. Yenilmez ve Ata (2013), çalışmalarında seçmeli matematik okuryazarlığı dersinin öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik düzeylerine olan etkisini değerlendirmişlerdir. Özgen (2015), çalışmasında matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik düzeylerini cinsiyet ve akademik başarı değişkenleri açısından incelemiştir. Aydın vd. (2020), matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik düzeylerini, cinsiyet ve ailelerinin eğitim durumu değişkenlerine göre değerlendirmiştir. Kabael ve Barak (2016), ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlık becerilerinin lisans eğitimi süresince nasıl geliştiğini araştırmıştır. Dinçer vd. (2016), matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inançlarını, matematik öğretimine yönelik yeterlik inançlarını ve bu değişkenlerin cinsiyet, sınıf düzeyi ve mezun oldukları lise türü gibi değişkenlerle ilişkisini ele almışlardır. Zehir ve Zehir (2016), çalışmalarında matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inançlarını; cinsiyet, sınıf düzeyi, lise mezuniyet türü, akademik not ortalaması, lisans yerleştirme puanı ve ebeveynlerin eğitim durumu gibi değişkenler bağlamında değerlendirmişlerdir. Özgen vd. (2018), matematik öğretmenlerinin matematik okuryazarlığı ve problem kurma öz-yeterlilik inançlarını, mezun oldukları fakülte türü, mesleki deneyim ve çalıştıkları okul türü gibi değişkenlere göre incelemiş ve bu iki yeterlik inancı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Tat (2018), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inançlarının akademik başarı ile olan ilişkisini ve bu inançların cinsiyet ile sınıf düzeyine göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemiştir. Şahin (2021), matematik öğretmenlerinin lisans eğitimleri sırasında aldıkları matematik okuryazarlığı eğitimini mesleki pratiklerine nasıl yansıttıklarını ve bu bağlamdaki mesleki gelişimlerini incelemiştir. Yenilmez ve Turgut (2012), matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik düzeylerini incelemişlerdir. Ünal ve Çil (2021), ilköğretim öğretmenlerinin matematik öğretimi öz-yeterlilik inançları ile matematik okuryazarlık ve matematiksel modelleme öz-yeterlilik inançları arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Bununla birlikte, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inançları ile TYT matematik başarıları arasındaki ilişkiyi ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Zehir ve Zehir (2016), lisans yerleştirme puanları değişkenini değerlendirmiş, ancak güncel sınav sistemine uygun olmaması nedeniyle bu çalışmanın yeterli bir kaynak olamayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Önemi ve Amacı

İlköğretim matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının matematik okuryazarı olmaları ve matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inançlarının yüksek düzeyde olması gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye için referans toplum olma yolunda önemlidir. Ayrıca öğretmenlerin öz-yeterlilik inançlarının yüksek olması, öğrencilerin matematik başarısını olumlu yönde etkilemektedir (Orman & Sevgi, 2022). Bu kapsamda öğretmenlerin ilgili lisans programlarına yerleştirilmesinde uygulanan sınav sisteminde (YKS) matematik okuryazarlığının ölçülmesi gerektiği düşünülmektedir. Matematik okuryazarlığını belirlemede matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inancı önemli bir bileşendir. Başarı davranışı ile öz yeterlilik inancı doğrudan ilişkilidir (Schunk, 2003). Adı geçen YKS sınavının TYT bölümünde yer alan matematik dersi bu becerinin ölçülmesinde beceri temelli sorulara yer verildiğinden uygun bir bölüm olabileceği düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının seçiminde matematik okuryazarlıkları dikkate alınır mı lisans eğitiminde alacakları eğitimle de var olan becerilerini geliştirebileceklerdir. Dolayısıyla TYT sınavının matematik bölümündeki başarı ile matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inancı arasında bir ilişki olması gerektiği düşünülmektedir. Bu kapsamda bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının ÖSYM tarafından yapılan Temel Yeterlilik Testindeki matematik başarıları ile matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inanç düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde araştırma soruları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının ÖSYM tarafından yapılan Temel Yeterlilik Testi matematik başarı düzeyleri nedir?

2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterlilik inançları ne düzeydedir?
3. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının ÖSYM tarafından yapılan Temel Yeterlilik Testi sınavındaki matematik başarıları ile matematiksel okuryazarlık öz-yeterlilik arasındaki ilişki var mıdır?

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden ilişki tarama deseni kullanılmıştır. Tarama araştırmaları, etkili ölçüm araçlarından yararlanılarak insanların tutum, düşünce ve inançlarının değerlendirilmesini, değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesini, geleceğe yönelik tahminler yapılmasını ve farklı alt gruplardaki değişimlerin analiz edilmesini sağlayan bir araştırma türüdür. İlişki tarama deseninde evreni temsil edecek örneklemden iki veya daha fazla değişken hakkında toplanan veriler ile değişkenler arasındaki ilişki incelenir (Büyüköztürk vd., 2021). İlişkinin incelendiği çalışmalara korelasyonel araştırmalar da denilmektedir (Creswel, 2017). Bu çalışmada, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz yeterlilik inanç düzeyi ile TYT matematik başarıları arasındaki ilişki incelenmiştir.

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma evreni İstanbul ilinde 2023-2024 eğitim öğretim yılında üniversitelerde eğitim alan 1. sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarıdır. ÖSYM tarafından 2023 yılında yapılan Temel Yeterlilik Sınavına ilişkin bilgiler alınacağı için çalışma evreninde ilköğretim matematik öğretmen adaylarının 1. sınıf olması önemlidir. Çalışma grubunun belirlenmesinde rastgele örnekleme yöntemi mümkün olmadığından ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile örneklem seçilmiştir. Ulaşılabilir örnekleme yöntemi, çalışma grubunun erişilebilirliğin maddi olarak daha uygun olduğu örnekleme yöntemidir (Creswell, 2017). Çalışma grubunun seçilmesinde rastgele örnekleme yöntemi seçilmesi mümkün olmasa da araştırma yapılacak üniversitelerin hem devlet üniversitesi olmasına hem de üniversitede okuyan öğrencilerin demografik özelliklerinin çalışma evrenin temsil edebilmesi dikkate alınmıştır. Örneklem büyüklüğü çalışmanın istatistiksel olarak anlamlı bir genellemeye ulaşabilmesi için önem arz etmektedir. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesi için öncelikle çalışma evreninin sayısına ulaşılmıştır. İstanbul çalışma evreninde yaklaşık olarak 600 1. sınıf ilköğretim matematik öğretmen adayı olduğuna YÖK'ün veri tabanından ulaşılmıştır. Bu kapsamda örneklem büyüklüğü Büyüköztürk vd. (2021)'in belirttiği şekilde evrenin büyüklüğüne göre yaklaşık olarak 120 olarak belirlenmiştir. Ayrıca Creswell de (2017) korelasyonel araştırmalarda örnekleme büyüklüğünün 30 olmasını uygun görmüştür. Dolayısıyla yaklaşık olarak 120 ilköğretim matematik öğretmen adayından veri toplanması hedeflenmiştir ancak 95 öğretmen adayına ulaşılabilmiştir. Bu çalışma grubu demografik özelliklerinden ve erişilebilirliklerinden dolayı Marmara Üniversitesi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesindeki 1. sınıf ilköğretim matematik öğretmen adayları olarak belirlenmiştir. Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'de çalışma grubunun demografik özellikleri sunulmaktadır.

Tablo 1

Çalışma Grubunun Yaşadığı İller

Yaşadığı İl	f	%
Adana	2	%2,10
Adıyaman	1	%1,05
Ağrı	1	%1,05
Aksaray	1	%1,05
Ankara	2	%2,10
Aydın	2	%2,10
Balıkesir	2	%2,10
Batman	1	%1,05
Bingöl	1	%1,05

Tablo 1 (Devam)

Yaşadığı İl	f	%
Bitlis	1	%1,05
Burdur	2	%2,10
Bursa	3	%3,15
Diyarbakır	2	%2,10
Düzce	2	%2,10
Erzurum	1	%1,05
Gaziantep	2	%2,10
Gümüşhane	1	%1,05
İstanbul	32	%33,68
Kahramanmaraş	4	%4,21
Kastamonu	1	%1,05
Kocaeli	4	%4,21
Konya	2	%2,10
Kütahya	2	%2,10
Malatya	1	%1,05
Manisa	3	%3,15
Mardin	3	%3,15
Niğde	1	%1,05

Tablo 1 incelendiğinde katılımcıların geldiği illerin çeşitli olduğu görülmekte ve öğretmen adayları farklı illerde yaşadığından dolayı verilerin Türkiye'yi temsil etmekte olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 2

Çalışma Grubunun Cinsiyetleri

Cinsiyet	f	%
Erkek	17	%17,89
Kız	78	%82,10

Tablo 2 incelendiğinde katılımcıların cinsiyetlerine göre kız öğretmen adayının daha yoğunlukta olduğu bir veri grubu ortaya çıkmıştır. Yükseköğretim program atlası incelendiğinde ise kızların bu bölümde okuma oranının erkeklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu kapsamda veri alınan grubun cinsiyet özellikleri de Türkiye'de bulunan öğretmen adaylarının özelliklerini yansıtmaktadır.

Tablo 3

Çalışma Grubunun Mezun Olduğu Lise Türleri

Mezun Olunan Lise Türü	f	%
Fen Lisesi	21	%22,1
Anadolu Lisesi	63	%66,3
Sosyal Bilimler Lisesi	2	%2,1
Açık Öğretim Lisesi	5	%5,3
Meslek Lisesi	1	%1,1
Özel Okul	3	%3,2

Tablo 3 incelendiğinde katılımcıların farklı liselerden mezun öğrencilerin olması demografik özellik bakımından çeşitliliği desteklemektedir.

Veri Toplama Araçları

Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlilik İnanç Ölçeği

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığına yönelik öz-yeterlilik inançlarını ölçmek amacıyla, Özgen ve Bindak (2008) tarafından geliştirilen “Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlilik Algısı Ölçeği” kullanılmıştır. Bu ölçek “Günlük hayattaki bir problemin çözümünde herhangi bir açıdan yeterliliğe karar verebiliyorum.” Matematik okuryazarlık öz yeterlilik inancını ölçen ifadelerden oluşmaktadır. Beşli likert tipinde hazırlanmış olan bu ölçek, 4’ü olumsuz olmak üzere toplam 25 maddeden oluşmaktadır. Ölçek maddeleri, 'Tamamen Katılıyorum' seçeneğinden 'Hiç Katılmıyorum' seçeneğine kadar sıralanmıştır. Ölçekten alınabilecek puanlar 25 ile 125 arasında değişmekte olup, daha yüksek puanlar, matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inancının daha yüksek olduğunu ifade etmektedir. Yapılan faktör analizi, ölçek maddelerinin 1. faktör yük değerlerinin yeterince yüksek olduğunu ve tek faktörün toplam varyansın %42,85’ini açıkladığını ortaya koymuştur. Güvenirlilik analizinde, madde-toplam puan korelasyonlarının 0,48 ile 0,75 arasında değiştiği ve ölçeğin Cronbach alfa güvenirlilik katsayısının 0,94 olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğin kullanımı için geliştiricilerinden gerekli izin alınmıştır.

Kişisel Bilgi Formu

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının ÖSYM tarafından yapılan Temel Yeterlilik Testindeki matematik dersi doğru-yanlış sayıları ve demografik özellikleri bilgisinin alınması için sorumlu araştırmacı tarafından hazırlanan “Kişisel Bilgi Formu” kullanılmıştır. Adı geçen formda ilköğretim matematik öğretmen adayına cinsiyet, ailesinin yaşadığı yer demografik özellikleri, mezun olduğu lise türü ve ÖSYM tarafından yapılan Temel Yeterlilik testindeki matematik bölümüne ilişkin TYT ve YKS puanları sorulmuştur. TYT 2023 matematik sorularından problem temelli bir soru şekil 1’de örnek olarak verilmektedir.

19. Bir kahve makinesi, bardak koyma haznesine yerleştirilen bardağın uzunluğunu algılamaktadır. Bu kahve makinesinin çalışabilmesi için kahve haznesi ile bardağın en üst kısmı arasındaki mesafenin, şekilde gösterildiği gibi en az 11,5 cm ve en fazla 12,4 cm olması gerekmektedir.



Bu kahve makinesinin bardak koyma haznesine 14,5 cm uzunluğunda bir bardak yerleştirildiğinde makine çalışmakta, 15,2 cm uzunluğunda bir bardak yerleştirildiğinde ise makine çalışmamaktadır.

Buna göre, bu kahve makinesinin bardak koyma haznesine

- I. 14,2 cm
- II. 14,4 cm
- III. 14,6 cm

uzunluğundaki bardaklardan hangileri yerleştirildiğinde makine kesinlikle çalışır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) II ve III

Şekil 1. TYT matematik sorusu (2023)

Verilerin Toplanması ve Analizi

Veriler Özgen ve Bindak (2008) tarafından geliştirilen “*Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlilik Ölçeği*” ve sorumlu araştırmacı tarafından hazırlanan “*Kişisel Bilgi Formu*” ile toplanmıştır. Verilerin toplanırken herhangi bir zorunluluk oluşturulmadan gönüllü bir şekilde katılmaları sağlanmıştır. Üç farklı devlet üniversitesinden toplam 95 öğretmen adayından veri toplanmıştır. Öğretmen adaylarının tamamının verileri doğru şekilde verdiği varsayılmıştır. 95 öğretmen adayından alınan verilerin tamamı verilerin analizinde kullanılmıştır. Veriler toplanmadan önce Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Araştırma ve Yayın Etik Kurulundan 16.01.2024 tarihinde 7111705 sayılı etik kurul onayı alınmıştır. Katılımcılardan gönüllü onam formu ile veriler tamamen gönüllülük esasına uygun olarak toplanmıştır.

Veriler analiz edilirken istatistiksel analizler kullanılmıştır. Birinci ve ikinci problem sorusunun cevabına ulaşmak için matematiksel okuryazarlık öz-yeterlilik inanç düzeyleri ve TYT matematik başarılarının tespitinde betimsel istatistik kullanılmıştır. TYT matematik netleri 1-10 (çok kötü), 11-20 (kötü), 21-30 (ortalama), 31-40 (iyi) olacak şekilde gruplandırılmıştır. Matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inanç düzeyleri ise 25.00-58.3 arasındaki ortalama değerlerin “Düşük”, 58.4-91.7 “Orta” ve 91.8-125 arasındakilerin “Yüksek” düzeyde gruplandırılmıştır. Üçüncü problem sorusunun cevabına ulaşmak için öncelikle verilerin normal dağılıp dağılmadığına Kolmogorov-Smirnov testi ile bakılmıştır. Veriler normal dağıldığından matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inanç düzeyi ile TYT matematik başarıları arasındaki ilişkinin hesaplanmasında Pearson korelasyon kat sayısı analizi kullanılmıştır.

Varsayımlar ve Sınırlılıklar

Bu çalışmanın bazı varsayımları bulunmaktadır. İlk olarak, katılımcıların matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inançları ve sınav başarı düzeyleri ile ilgili dürüst ve doğru yanıtlar verecekleri varsayılmaktadır. Ayrıca, matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inançları ve matematik başarı düzeylerini ölçmek için kullanılan TYT matematik testinin geçerlik ve güvenilirliği kabul edilmektedir. Çalışmanın bazı sınırlılıkları da mevcuttur. İlk olarak, örneklem sadece belirli ülkenin öğretmen adayları ile sınırlıdır, bu nedenle bulguların farklı eğitim sistemlerine sahip ülkelerde genellenemeyebilir. yrica, veri toplama süreci katılımcıların öz-değerlendirmelerine dayandığı için, yanıtların önyargılı veya subjektif olma ihtimali bulunmaktadır.

BULGULAR

Araştırmada ilk olarak öğretmen adaylarının Temel Yeterlilik Testi matematik başarılarının betimsel istatistik bulgularına yer verilmiştir. Betimsel istatistik ile ilgili bulgular Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4

Öğretmen Adaylarının TYT Matematik Başarılarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

Değişken	N	X	SD	Max	Min
TYT Matematik Netleri	95	27,16	4,52	40	16

Tablo 4. İncelendiğinde 40 sorunun yer aldığı bir sınavda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının en fazla yaptıkları net 40, en az yaptıkları net ise 16’dır. Bu netlerden elde edilen ortalama ($X=27,1605$) ortalama bir değerdir. TYT matematik netleri 1-13,3(kötü), 13,4-26,7(ortalama), 26,8-40 (iyi) olacak şekilde gruplandırılmıştır. Bu kapsamda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının TYT matematik başarılarının iyi olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Araştırmada ikinci olarak öğretmen adaylarının Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlilik ölçeği aracılığıyla toplanan verilerin betimsel istatistik bulgularına yer verilmiştir. Betimsel istatistik ile ilgili bulgular Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5*Öğretmen Adaylarının Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlilik Ölçeğine İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları*

Değişken	N	X	SD	Max	Min
Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterliliği	95	91,48	12,16	122	65

Betimsel istatistik sonuçlarına göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilikleri $\bar{x}=91,48$ olduğu tespit edilmiştir. Matematik okuryazarlık öz-yeterliliği 25-58,3 (düşük), 58,4-91,7 (orta), 91,8-125 (yüksek) olacak şekilde gruplandırılmıştır. Betimsel analiz sonuçlarına göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orta düzeyde matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inancına sahip olduğu söylenebilmektedir.

Araştırmanın üçüncü bulgusu öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilik düzeyleri ile TYT matematik başarıları arasındaki ilişkinin analizinden oluşmaktadır. Bu bulgu için öncelikle verilerin normal dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile analiz edilmiştir. Test sonucunda verilerin normal dağıldığı görülmüştür. Veriler normal dağıldığından Pearson korelasyon kat sayısı ile analiz yapılmıştır. Korelasyon analizine ilişkin bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6*Öğretmen Adaylarının Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlilik Düzeyleri ile TYT Matematik Başarıları Arasındaki İlişkinin Korelasyon Analizi*

Değişkenler	Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlilik Düzeyi	TYT Matematik Neti
Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlilik Düzeyi	1	0,22*
TYT Matematik Neti	-	1

n=95, *p<0,05

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inanç düzeyleri ile TYT matematik başarı düzeyleri arasındaki ilişkiye bakıldığında olumlu yönde düşük düzey bir ilişki ($r=0,23$; $p<0,05$) olduğu görülmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının Temel Yeterlilik Testi (TYT) matematik başarıları, matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inanç düzeyleri ve bu iki değişken arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının TYT matematik netlerinin ortalaması ($\bar{X} = 27,16$), genel olarak iyi düzeyde bir başarıyı işaret etmektedir. Adayların 40 sorudan en fazla 40, en az 16 net yaptığı gözlemlenmiştir. Başarı düzeyleri kötü (1-13,3), orta (13,4-26,7) ve iyi (26,8-40) olarak gruplandırıldığında, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun iyi bir başarı düzeyine sahip olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının genel olarak iyi bir başarı düzeyine sahip olmaları, onların matematiksel temel bilgi ve becerilerde yeterli bir altyapıya sahip olduklarını doğrulamaktadır. Ancak, tam puana ulaşan aday sayısının az olması, eğitimdeki eksikliklerin belirlenmesi ve bu eksikliklerin giderilmesi için daha kapsamlı bir analiz yapma gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Araştırma bulgularına göre, öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilik düzeylerinin ortalaması ($\bar{X}=91,48$) orta düzeyde olarak değerlendirilmiştir. Öz-yeterlilik düzeyleri düşük (25-58,3), orta (58,4-91,7) ve yüksek (91,8-125) olarak sınıflandırıldığında, adayların büyük bir kısmının öz-yeterlilik inançlarının orta düzeyde olduğu görülmüştür. Bu sonuç, adayların matematik okuryazarlığına ilişkin öz-yeterlilik inançlarının yüksek olmadığını, ancak temel yeterliliklere ilişkin bir farkındalığa sahip olduklarını göstermektedir. Ancak ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inancının yüksek olması beklenmektedir. Matematik okuryazarlığının, matematiksel problemleri çözme, yorumlama ve matematiği gerçek hayatla ilişkilendirme becerilerini içerdiği düşünüldüğünde, bu alandaki öz-yeterlilik düzeylerinin artırılmasının, öğretmen adaylarının hem mesleki başarıları hem de sınıf ortamındaki

performansları üzerinde olumlu etkiler yaratabileceği değerlendirilmektedir. Tekin ve Tekin (2004) çalışmalarında matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlıklarını orta düzeyde bulmuşlardır. Özgen (2015) çalışmasında, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik inançlarının genellikle orta düzeyde olduğunu bulmuştur. Çalışmanın bulguları bu çalışmalarla örtüşmektedir. Fakat Yenilmez ve Turgut (2012), Güneş ve Gökçek (2013), Dinçer vd. (2016), Aydın vd. (2020) tarafından yapılan çalışmalar ile örtüşmemektedir. Bu çalışmalarda öğretmen adaylarının matematik okuryazarlıkları ve öz-yeterlilik inanç düzeyleri ortalamaların üzerinde çıkmıştır. Bunun sebebi araştırmanın araştırma sorusu gereği yalnızca birinci sınıf öğretmen adaylarından veri toplanmış olması olabilir. Zehir ve Zehir (2016) çalışmalarında 4. Sınıf öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilik algısının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmada, TYT matematik başarıları ile matematik okuryazarlık öz-yeterlilik düzeyleri arasında olumlu yönde düşük düzeyde ($r=0,22$, $p<0,05$) bir ilişki bulunmuştur. Bu sonuç araştırmanın planlanmasında beklenen bir sonuçtur. Zehir ve Zehir (2016) tarafından yapılan çalışmada da ÖSS (ÖSYM tarafından geçmiş yıllarda yapılan üniversite giriş sınavı) puanları ile anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Sınavda yüksek başarı gösteren öğrencilerin matematik okuryazarlık öz-yeterlilik düzeylerinin düşük düzeyde bir ilişki göstermesi, sınavın niteliği ve kapsamıyla ilişkilendirilebilir. TYT matematik sınavının gerekli bilgi ve becerileri ölçen bir sınav olmadığı düşünülmektedir. Öyle ki, bu sınavda başarılı olan öğrencilerin matematik başarıları ile matematik okuryazarlık öz-yeterlilik inançları arasında düşük düzey bir ilişki çıkmıştır.

Matematik okuryazarlığını ölçen becerilerin, gerçek hayatla ilişkilendirilebilen problem çözme ve eleştirel düşünme gibi üst düzey bilişsel süreçleri içermektedir, ancak standart sınavların bu süreçleri yeterince değerlendiremediği düşünülmektedir. Bu durum, TYT matematik sınavının kapsam geçerliliği açısından ele alınması gerektiğini göstermektedir. TYT matematik başarılarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilik inançlarıyla düşük düzeyde ilişki göstermesi, sınavın gerçek hayatla ilişkili matematiksel problemleri çözme, yorumlama ve analiz etme becerilerini ölçmedeki yetersizliğinden kaynaklanabilir. PISA gibi uluslararası düzeyde sınavlarının, matematik okuryazarlığını gerçek hayat problemleri bağlamında ölçmeye odaklanırken, ulusal sınavların genellikle bilgi ve işlem odaklıdır.

ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonuçlarına göre araştırma alanına ve uygulama alanına yönelik öneriler verilebilir. Uygulama alanına yönelik öneriler şu şekilde sıralanabilir: Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterliliklerini geliştirmek amacıyla eğitim programlarında uygulama temelli etkinliklere daha fazla yer verilmelidir. Bu etkinlikler, adayların matematiksel kavramları gerçek hayatla ilişkilendirme, problem çözme ve yorumlama becerilerini desteklemeye odaklanmalıdır. Ayrıca, TYT matematik sınavının kapsam ve niteliği yeniden değerlendirilmeli ve yalnızca işlem becerilerini değil, matematik okuryazarlığı, matematiksel düşünme, yorumlama ve eleştirel düşünme gibi üst düzey bilişsel süreçleri ölçen soruların oranı artırılmalıdır. Bunun yanı sıra, öğretmen eğitim programlarına öz-yeterlilik artırıcı ve matematik okuryazarlığını destekleyici modüller eklenerek adaylara PISA gibi uluslararası sınavlarda kullanılan matematik odaklı sorular üzerinde çalışma fırsatları sunulabilir. Eğitim sürecinde teorik bilgilerin uygulamalarla desteklendiği bütüncül bir yaklaşım benimsenmeli, adayların problem çözme ve analitik düşünme becerilerini geliştirecek etkinliklere öncelik verilmelidir. Araştırma alanına yönelik öneriler şu şekilde sıralanabilir: Aynı örneklemin mezun olmadan önce matematik okuryazarlık öz yeterlik inancı ölçülüp değişim gözlemlenebilir, öğretmen adaylarının matematik okuryazarlıklarını artıracak tasarım tabanlı araştırmalar yapılabilir, nitel araştırma verileri ile bu çalışmanın bulguları desteklenebilir.

KAYNAKÇA

- Albayrak, H. B., Tarım, K., & Baypınar, K. (2023). Özel yetenekli öğrencilerin matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algıları ile matematik okuryazarlığı başarılarının incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(1), 115-127. <https://doi.org/10.24315/tred.1012064>
- Altun, M., & Bozkurt, I. (2017). Matematik okuryazarlığı problemleri için yeni bir sınıflama önerisi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 42(190), 171-188. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2017.6916>
- Altıntaş, E., Özdemir, A. Ş., & Kerpiç, A. (2012). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algılarının bölümlere göre karşılaştırılması. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 26-34.
- An, S., Kulm, G., & Wu, Z. (2004). The pedagogical content knowledge of middle school mathematics teachers in China and the U.S. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7(2), 145-172. <https://doi.org/10.1023/B:JMTE.0000021943.35739.1c>
- Aydın, B., Çulha, Ş., & Yeşilgöz-Şengün, G. Y. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterliklerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 9(3), 860-874. <https://doi.org/10.30703/cije.656316>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.
- Bilgeç, İ. (2022). *Matematik eğitimi uzman ve öğretmenlerinin matematik okuryazarlığı kavramı hakkındaki düşünceleri* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Bozkurt, I. (2019). *Matematik okuryazarlığı konusunda yetiştirilen öğretmenlerin öğrencilerinde matematik okuryazarlığının gelişiminin incelenmesi*. [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Breakspear, S. (2012). The policy impact of PISA: An exploration of the normative effects of international benchmarking in school system performance. *OECD Education Working Papers*, 71. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2021). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (30. baskı). Pegem Akademi Yayınları.
- Creswell, J. W. (2017). *Eğitim araştırmaları: Nicel ve nitel araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi* (H. Ekşi, Çev.). EDAM Yayıncılık.
- Demir, F., & Altun, M. (2018). Matematik okuryazarlığı soru yazma süreç ve becerilerinin gelişimi. *Eğitim ve Bilim*, 43(194), 1-24. <https://doi.org/10.15390/EB.2018.7111>
- Deng, Z., & Gopinathan, S. (2016). PISA and high-performing education systems: Explaining Singapore's education success. *Comparative Education*, 52(4), 449-472. <https://doi.org/10.1080/03050068.2016.1219535>
- Diñçer, B., Akarsu, E., & Yılmaz, S. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algıları ile matematik öğretimi yeterlik inanç düzeylerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 7(1), 207-228. <https://doi.org/10.16949/turcomat.99884>
- Erdoğan, E., & Arslan, Ç. (2023). Matematik eğitimi alanında matematik okuryazarlığı üzerine yapılan çalışmaların tematik içerik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 57, 1669-1693. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1281997>
- Ersoy, Y. (1997). Okullarda matematik eğitimi: Matematikte okuryazarlık. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 115-120.
- Güneş, G., & Gökçek, T. (2013). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 70-79.
- Hoogland, K. (2003). *Mathematical literacy and numeracy*. Utrecht: APS, National Center for School Improvement.
- Kabael, T., & Barak, B. (2016). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlık becerilerinin PISA soruları üzerinden incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(2), 321-349.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1-8. sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Türkiye Yüzyılı maarif modeli: Eğitimde dönüşüm ve yenilikçi yaklaşımlar raporu*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- McCrone, S. S., & Dossey, J. A. (2007). Mathematical literacy - it's become fundamental. *Principal Leadership*, 7(5), 32-37.

- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. NCTM.
- OECD. (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. Paris: OECD.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem-solving knowledge and skills*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2009). *PISA 2009 assessment framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What students know and can do*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Orman, F., & Sevgi, S. (2022). Matematik Öğretmenlerinin Özyeterlik ve Kolektif Özyeterlik İnançlarının İncelenmesi. *Bogazici University Journal of Education*, 39-1(2), 49-70. <https://doi.org/10.52597/buje.964438>
- Özgen, K. (2015). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığına yönelik öz-yeterlik inançları. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(7). 1-12.
- Özgen, K., & Bindak, R. (2008). Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Education Journal*, 16(2), 517-528.
- Özgen, K., & Bindak, R. (2011). Determination of self-efficacy beliefs of high school students towards math literacy. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 11(2), 1085–1089.
- Özgen, K., Özer, Y., & Arslan, E. (2018). Öğretmenlerin matematik okuryazarlığı ve problem kurma öz-yeterlik inançlarının incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 1–21. <https://doi.org/10.29299/kefad.2018.20.01.002>
- Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). The role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem-solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193–203. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.2.193>
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 257–315). Information Age Publishing.
- Satıcı, K. (2008). PISA 2003 sonuçlarına göre matematik okuryazarlığını belirleyen faktörler: Türkiye ve Hong Kong-Çin [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Schoenfeld, A. H. (2016). *How we think: A theory of goal-oriented decision making and its educational applications*. Routledge.
- Schunk, D. H. (2003). Self-efficacy and achievement behavior. *Educational Psychology Review*, 15(2), 173-184.
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2020). *Motivation and Social Cognitive Theory*. *Contemporary Educational Psychology*, 60, Article ID: 101832. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832>
- Tatto, M. T., Schille, J., Senk, S. L., Ingvarson, L., Peck, R., & Rowley, G. (2008). *TEDS-M: Teacher education and development study in mathematics (TEDS-M): Policy, practice, and readiness to teach primary and secondary mathematics*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). https://www.iea.nl/sites/default/files/2019-04/TEDS-M_International_Report.pdf
- Tekin, B. ve Tekin, S. (2004). *Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Okuryazarlık Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma*, <http://www.matder.org.tr/Default.asp?id=85> adresinden 20 Ocak 2025 tarihinde alınmıştır.
- Topbaş-Tat, E. (2018). Matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algıları. *İlköğretim Online*, 17(2). 489-499.
- Ünal, Ş., & Çil, O. (2021). Öğretmenlerin matematik öğretimi ile matematiksel modelleme ve okuryazarlık öz-yeterlik inançları arasındaki ilişki. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi*, 2(II), 28–40.
- Yenilmez, K., & Ata, A. (2013). Matematik okuryazarlığı dersinin öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterliğine etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(2).
- Yenilmez, K. ve Turğut, M. (2012). Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematik Okuryazarlığı Özyeterlik Düzeyleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 253-258.

Zehir, K., & Zehir, H. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik inanç düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 104–117.



Investigation into the Relationship between Mathematics Literacy Self-efficacy Levels of Prospective Primary Mathematics Teachers and TYT Mathematics Achievement

Fatmagül Ergün^{1*}

Emin Aydın²

Esra Türk³

¹Istanbul 29 Mayıs University, Department of mathematics education, İstanbul, Türkiye
fatmagulergun@marun.edu.tr

²Marmara University, Department of mathematics education, İstanbul, Türkiye
eaydin@marmara.edu.tr

³Marmara University, Department of mathematics education, İstanbul, Türkiye
esratürk@marun.edu.tr

*Corresponding Author

Received: 30.01.2025
Accepted: 05.03.2025
Available Online: 30.05.2025

Abstract: Mathematical literacy refers to an individual's ability to apply mathematical knowledge and skills in daily life. One possible reason for Türkiye's low performance in the PISA exams may be the insufficient mathematical literacy of teachers. It is suggested that questions assessing mathematical literacy should be incorporated into the Basic Proficiency Test (TYT), the first stage of the university entrance examination administered by ÖSYM. Since prospective primary mathematics teachers also take this exam as part of their admission process, understanding the relationship between their mathematics achievement in TYT and their self-efficacy perceptions regarding mathematical literacy is of significant importance. This study aims to examine the relationship between the mathematical literacy self-efficacy beliefs of prospective elementary mathematics teachers and their mathematics achievement in the TYT. We conducted this research with first-year pre-service elementary mathematics teachers enrolled in three state universities in Istanbul during the 2023-2024 academic year. The findings indicate a low but positive correlation between mathematical literacy self-efficacy belief levels and mathematics achievement in the TYT.

Keywords: Mathematics Literacy, Self-Efficacy, TYT, Pre-service Primary Mathematics Teachers

INTRODUCTION

One of the primary objectives of mathematics education aims to equip individuals with the ability to solve problems encountered in daily life. The mathematics curriculum outlines the expected characteristics of students as follows: "producing knowledge, using it effectively in daily life, demonstrating problem-solving, critical thinking, and communication skills, being entrepreneurial, establishing empathy, and contributing to the society and culture in which they live" (Ministry of National Education [MoNE], 2024). The Turkish Century Education Model also highlights the significance of literacy skills broadly, with a particular emphasis on mathematical literacy (MoNE, 2024). The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 2016) emphasizes that mathematics education should enable individuals to recognize the role of mathematics in real life and to develop purposeful, critical, and deep thinking skills. In the 21st century, mathematical competence requires mastering mathematical concepts and applying this knowledge to real-life problems and generating new knowledge from existing mathematical understanding (Erdoğan & Arslan, 2023). Despite the mathematics education provided in schools, students often question its real-life applications. Teachers frequently encounter the question, "Where will I use mathematics?" in the classroom. This reflects the necessity of establishing a stronger connection between mathematical concepts and real-world contexts.

Mathematics teachers often struggle to establish connections between mathematical concepts and real-life contexts in the classroom (Bozkurt, 2019). While we can answer students' questions about the real-world relevance of mathematics, our teaching practices fail to integrate this perception effectively. The disconnection between real-life professions and the mathematics taught in schools remains a significant issue in mathematics education (Altun & Bozkurt, 2017). Addressing this issue requires ensuring that individuals acquire mathematical knowledge and fostering their mathematical literacy. In this context, mathematical literacy, defined as the ability to apply mathematical knowledge to real-life situations, has gained increasing importance. Consequently, enhancing mathematical literacy has become a central focus of mathematics education (Altun & Bozkurt, 2017). In line with this, the primary mathematics curriculum places significant

emphasis on developing students' mathematical literacy (Albayrak et al., 2023). With the growing importance of mathematical literacy, many countries have started to adopt PISA assessments, whose primary focus is mathematical literacy, as a resource in their education systems' development and planning processes (Breakspear, 2012). PISA assessments measure the mathematics and science literacy levels and language skills of primary school students. When the results are analyzed, Türkiye ranks 34th among 81 countries in PISA (2022). In this context, that there is a deficiency in students' critical and analytical thinking about a problem, reaching the result of the problem, and transferring the problem situation to daily life; that is, individuals are not sufficiently mathematically literate.

Deng and Gopinathan (2016) stated that a "reference society" is formed based on the results of international assessments such as PISA and TIMSS. It is commonly believed that a country's ranking in PISA is commonly believed to be with the quality of its education system. Given the significance of mathematical literacy and success in PISA, educational policymakers have a widespread consensus that measures should be taken to address Türkiye's low performance in PISA (2022). The root cause of educational underperformance in developing or underdeveloped countries is often attributed to the insufficient development of human resources (Ersoy, 1997). Therefore, identifying the factors contributing to low mathematical literacy and implementing necessary improvements are crucial. One potential reason for Türkiye's weak performance in PISA is the inadequate mathematical literacy of teachers (Aydın et al., 2020). An et al. (2004) emphasize that teacher quality is one of the most significant factors influencing student performance in international assessments. Comparing teachers' professional knowledge and skills with international standards is essential to improve educational outcomes. The TEDS-M (Teacher Education and Development Study in Mathematics), an international comparative study conducted in 2008, examined the education and development of pre-service mathematics teachers. The findings revealed a strong correlation between countries' performance in TIMSS and PISA and the quality of their mathematics teacher education programs (Tatto et al., 2008). If mathematics teachers, who play a critical role in mathematics education, do not possess an adequate level of mathematical literacy, it is unlikely that the broader society will achieve mathematical literacy. Consequently, teachers may struggle to establish connections between mathematics and real-life applications, perpetuating one of the fundamental challenges in mathematics education. Therefore, we should address the critical issue of mathematics teachers' mathematical literacy levels.

Mathematics is an integral part of everyday life. Individuals within society should develop mathematical competence, recognize its impact on human life, and take advantage of the opportunities it provides for creative thinking (Ersoy, 1997). Therefore, they must not only acquire mathematical knowledge but also be able to apply it effectively in daily life. These competencies should be fostered in students from an early age. Elementary mathematics teachers play a crucial role in shaping students' mathematical development as they introduce fundamental mathematical knowledge and skills in primary education. Consequently, elementary mathematics teachers should possess a high level of mathematical literacy and strong mathematical literacy self-efficacy to enhance students' mathematical literacy. Students development of mathematical literacy in students is directly linked to teachers' own mathematical literacy levels (Altıntaş et al., 2012).

Mathematics teachers' beliefs have a significant impact on students' mathematical achievement. Philipp (2007) states that teachers' beliefs and emotions shape their teaching styles, thereby influencing students' learning experiences. Teachers' self-efficacy beliefs play a crucial role in developing mathematical thinking and pedagogical skills (Schoenfeld, 2016). For pre-service teachers, developing awareness of mathematical literacy and strengthening their self-efficacy beliefs is essential, as these competencies will significantly contribute to students' mathematical literacy once they enter the teaching profession (Özgen & Bindak, 2008). Self-efficacy refers to an individual's belief in their ability to successfully perform a specific task (Pajares & Miller, 1994). These beliefs serve as a key source of motivation for students in solving mathematical problems (Schunk, 1991). Bandura (1997) extensively examined the critical role of self-efficacy in achieving success, highlighting its profound effects on education. It is widely emphasized that teachers should possess strong perceptions of literacy and self-efficacy (Aydın et al., 2020). Developing any skill necessitates individuals believing in their competence in that area. Furthermore, previous success in a particular field positively influences the development of self-efficacy beliefs in that domain (Aydın et al., 2011).

As in other professions, primary school mathematics teachers in Türkiye are selected through the Higher Education Institutions Selection Examination (YKS), administered by the Student Selection and

Placement Centre (ÖSYM). This exam consists of the Basic Proficiency Test (TYT) and the Field Proficiency Test (AYT). Based on an analysis of the test's parts, it seems that questions testing mathematical literacy should be added to the math part of the TYT to improve the selection process for people who want to become math teachers. A review of the mathematics questions in the TYT exam indicates that they primarily consist of complex problems aligned with the "new generation question" format. However, these questions do not appear to comprehensively assess mathematical literacy. The TYT exam's ability to predict mathematical literacy is questionable. Moreover, the nationwide average score in the mathematics section of the 2023 TYT examination was 8 out of 40, raising concerns about the exam's effectiveness. Possible reasons for this low performance include the exam's inability to adequately measure the intended skills due to the complexity of its questions, students' insufficient mathematical knowledge, or their inability to apply existing mathematical knowledge effectively. The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2014) asserts that math teachers should have more than just academic knowledge. They should also have mathematical literacy, which includes problem-solving, interpretation, and mathematical reasoning skills. Given that mathematics teachers play a crucial role in fostering mathematical literacy in society, it is argued that their own mathematical literacy skills should be assessed during the selection process (Demir & Altun, 2018). Investigating the relationship between mathematics teachers' achievement in the TYT exam and their self-efficacy perceptions regarding mathematical literacy remains an critical study area.

Mathematics Literacy

Mathematical literacy is the skill of understanding and using mathematical information in everyday life so that people can be fully involved in many activities within their own culture and society (Hoogland, 2003). In its reports from 1999, 2003, 2006, and 2009, the OECD defined mathematical literacy as being able to recognize how math is used in real life, make informed decisions based on mathematical knowledge in a constructive, associative, and reflective way, and to use math in everyday life. In subsequent years, the OECD (2013; 2016) expanded this definition, characterizing mathematical literacy as an individual's ability to express, apply, and interpret mathematics in diverse real-life contexts. In the new definition, mathematical literacy is emphasized as having strong mathematical reasoning skills, knowing both concepts and procedures, being able to use mathematical tools, and demonstrating predictive and forecasting abilities. Beyond the OECD's framework, various definitions of mathematical literacy exist in the literature. For instance, Ersoy (1997) describes mathematical literacy as the ability to recognize how mathematics is utilized in real life and to apply mathematical knowledge in problem-solving and addressing practical needs.

Ensuring that individuals acquire sufficient mathematical knowledge and skills is crucial to fostering mathematical literacy (Altıntaş et al., 2012). Altun and Bozkurt (2017) identified key components of mathematical literacy as (i) performing algorithmic operations, (ii) mastering diverse mathematical content, (iii) making mathematical inferences, (iv) formulating and interpreting mathematical propositions, (v) translating real-life situations into mathematical expressions, and (vi) interpreting mathematical representations in real-life contexts. Bilgeç (2022) also notes that mathematical literacy includes basic math skills like communication, representation, reasoning, negotiation, problem-solving strategies, mathematical language proficiency, and the right use of mathematical tools. Considering these various definitions, mathematical literacy extends beyond mere computational ability; it involves analytical and critical thinking skills essential for problem-solving. It is closely related to the ability to apply mathematical knowledge in different contexts, emphasizing the importance of establishing connections between mathematical concepts and real-life applications. Strengthening these connections enables individuals to develop more effective problem-solving strategies and enhances their capacity to approach challenges using mathematical reasoning.

Literature Review

A review of studies originating Türkiye in the YÖK Thesis, Google Scholar, and DergiPark databases reveals numerous investigations into the mathematical literacy levels and mathematical literacy self-efficacy beliefs of mathematics teachers and pre-service mathematics teachers. Tekin and Tekin (2004) examined the mathematical literacy levels of prospective mathematics teachers, while Özgen and Kutluca (2013) explored their perspectives on the concept of mathematical literacy, its significance, and its development. Similarly, Güneş and Gökçek (2013) analyzed the mathematical literacy levels of pre-service teachers in elementary science, mathematics, and classroom teaching departments. Several studies have focused on mathematical literacy self-efficacy beliefs. For instance, Yenilmez and Ata (2013) assessed the impact of an elective

mathematical literacy course on pre-service teachers' self-efficacy levels. Özgen (2015) investigated self-efficacy beliefs about gender and academic achievement, while Aydın et al. (2020) examined the role of gender and parental education levels. Kabaal and Barak (2016) studied the progression of mathematical literacy skills throughout undergraduate education. Further, Dinçer et al. (2016) explored the relationship between pre-service mathematics teachers' mathematical literacy self-efficacy beliefs, efficacy beliefs toward mathematics teaching, and variables, such as gender, grade level, and high school background. Zehir and Zehir (2016) evaluated self-efficacy beliefs in relation to gender, grade level, high school background, GPA, undergraduate placement scores, and parental education level. Özgen et al. (2018) also looked at the link between mathematical literacy and problem-posing self-efficacy beliefs among math teachers who were already working, considering factors like faculty type, professional experience, and school type. Tat (2018) investigated the correlation between pre-service elementary mathematics teachers' mathematical literacy self-efficacy beliefs and academic achievement while analyzing variations based on gender and grade level. Şahin (2021) explored how mathematics teachers integrate the mathematical literacy education they received during their undergraduate studies into their professional practices and ongoing development. Additionally, Yenilmez and Turğut (2012) analyzed the mathematical literacy self-efficacy levels of prospective mathematics teachers, and Ünal and Çil (2021) examined the relationship between mathematics teaching self-efficacy beliefs, mathematical literacy self-efficacy beliefs, and mathematical modeling self-efficacy beliefs among primary and secondary school teachers. However, no study has been found that specifically investigates the relationship between mathematical literacy self-efficacy beliefs of prospective elementary mathematics teachers and their TYT mathematics achievement. While Zehir and Zehir (2016) considered undergraduate placement scores, their study is not fully applicable to the current examination system. It therefore does not provide sufficient insight into this specific research question.

Importance and Purpose of this Study

It is crucial for Türkiye, as a developing country, to establish a reference society by ensuring that both elementary mathematics teachers and prospective teachers possess mathematical literacy and high levels of mathematical literacy self-efficacy beliefs. Moreover, teachers' self-efficacy beliefs are positively correlated with students' mathematics achievement (Orman & Sevgi, 2022). In this regard, it is suggested that mathematics literacy should be evaluated within the examination system (YKS) used for the placement of teachers into their respective undergraduate programs. Mathematical literacy self-efficacy is a key determinant in shaping an individual's mathematics literacy, as it is directly associated with achievement behavior (Schunk, 2003). The mathematics section of the TYT, a part of the YKS, is considered appropriate for assessing mathematical literacy, as it includes skill-based questions designed to evaluate these competencies. By incorporating mathematical literacy as a factor in the selection of prospective teachers, it is believed that they will be able to enhance their existing skills during their undergraduate education. Therefore, a relationship is expected between performance in the mathematics section of the TYT exam and mathematical literacy self-efficacy beliefs. Given this context, the present study aims to explore the relationship between the mathematics achievement of prospective elementary mathematics teachers in the TYT conducted by ÖSYM and their mathematical literacy self-efficacy belief levels. The research questions guiding this study are as follows:

1. What are the mathematics achievement levels of pre-service elementary mathematics teachers in the TYT conducted by ÖSYM?
2. What is the level of mathematical literacy self-efficacy beliefs among pre-service elementary mathematics teachers?
3. Is there a relationship between mathematics achievement of pre-service elementary mathematics teachers in the TYT and their mathematical literacy self-efficacy beliefs?

METHOD

Research Design

In this study, the relationship survey design, a quantitative research method, was employed. Survey research is a research approach that allows for the evaluation of individuals' attitudes, thoughts, and beliefs, explores the relationships between variables, makes predictions for the future, and analyzes changes within different subgroups through the use of effective measurement tools. In the correlation survey design, the relationship between variables is examined using data collected from a sample that represents the broader population (Büyüköztürk et al., 2021). Studies investigating relationships between variables are often referred to as correlational studies (Creswell, 2017). This study specifically focuses on examining the relationship between the mathematical literacy self-efficacy belief levels of prospective elementary mathematics teachers and their TYT mathematics achievement.

Sample

This study's population comprised first-year prospective elementary mathematics teachers studying at universities in Istanbul during the 2023-2024 academic year. Since data regarding the TYT administered by ÖSYM in 2023 were collected, it was essential that the participants are first-year students. Given that random sampling was not feasible for selecting the study group, the convenience sampling method was used. The convenience sampling method involves selecting a sample based on its accessibility and the practical feasibility of gathering participants (Creswell, 2017). Although random sampling could not be employed, it was considered that the universities involved are state universities, and the demographic characteristics of the students could adequately represent the broader study population. The sample size is critical for ensuring that the study yields statistically significant results. To determine the sample size, the total number of first-year prospective elementary mathematics teachers in Istanbul was first identified. According to data from the Council of Higher Education, there are approximately 600 first-year elementary mathematics teacher candidates in Istanbul. Based on the population size, the sample size was set at approximately 120, in line with Büyüköztürk et al.'s (2021) recommendations. Additionally, Creswell (2017) suggests that a sample size of at least 30 is suitable for correlational studies. As a result, data collection was initially aimed at reaching 120 pre-service elementary mathematics teachers; however, 95 participants were ultimately included in the study. This sample group was selected based on their demographic characteristics and accessibility, consisting of first-year pre-service elementary mathematics teachers from Marmara University, Istanbul Medeniyet University, and Yıldız Technical University. Tables 1, 2, and 3 provide a detailed overview of the demographic characteristics of the study group.

As seen in Table 1, it was observed that participants came from various provinces, indicating diversity in their backgrounds. Since teacher candidates resided in different provinces, it can be stated that the data represent Türkiye as a whole.

Table 1

Provinces Where the Study Group Resides

Province	f	%
Adana	2	2,10%
Adıyaman	1	1,05%
Ağrı	1	1,05%
Aksaray	1	1,05%
Ankara	2	2,10%
Aydın	2	2,10%

Table 1 (Continued)

Province	f	%
Balıkesir	2	2,10%
Batman	1	1,05%
Bingöl	1	1,05%
Bitlis	1	1,05%
Burdur	2	2,10%
Bursa	3	3,15%
Diyarbakır	2	2,10%
Düzce	2	2,10%
Erzurum	1	1,05%
Gaziantep	2	2,10%
Gümüşhane	1	1,05%
İstanbul	32	33,68%
Kahramanmaraş	4	4,21%
Kastamonu	1	1,05%
Kocaeli	4	4,21%
Konya	2	2,10%
Kütahya	2	2,10%
Malatya	1	1,05%
Manisa	3	3,15%
Mardin	3	3,15%
Niğde	1	1,05%

As seen in Table 2, the data group consisted predominantly of female teacher candidates. A review of the Higher Education Program Atlas reveals that the proportion of females enrolled in this field is higher than that of males. In this context, the gender characteristics of the study group also reflected the general characteristics of teacher candidates in Türkiye.

Table 2

Genders of the Study Group

Gender	f	%
Male	17	17,89%
Female	78	82,10%

As seen in Table 3 below, the presence of students from different high school backgrounds supports diversity in demographic characteristics

Table 3*High School Types Graduated by the Study Group*

High School Type	f	%
Science High School	21	22,1%
Anatolian High School	63	66,3%
Social Sciences High School	2	2,1%
Open Education High School	5	5,3%
Vocational High School	1	1,1%
Private School	3	3,2%

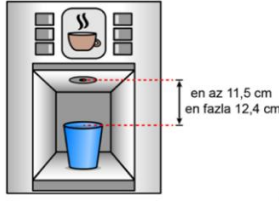
Data Collection Instruments***Mathematics Literacy Self-efficacy Belief Scale***

The "Mathematical Literacy Self-Efficacy Perception Scale," developed by Özgen and Bindak (2008), was used to measure the self-efficacy beliefs of primary mathematics teacher candidates regarding mathematical literacy. This scale includes statements that assess mathematical literacy self-efficacy, such as "I can determine competence from any aspect in solving a problem in daily life." The scale is designed in a five-point Likert format, comprising 25 items, including four negative statements. The items are ranked from "Strongly Agree" to "Strongly Disagree." The possible scores range from 25 to 125, with higher scores indicating higher self-efficacy beliefs in mathematical literacy. Factor analysis showed that the factor load values of the items were sufficiently high and that a single factor explained 42.85% of the total variance. Reliability analysis revealed that the item-total score correlations ranged between 0.48 and 0.75, and the Cronbach's alpha reliability coefficient of the scale was 0.94. Necessary permissions were obtained from the developers for the use of this scale.

Personal Information Form

A "Personal Information Form" designed by the responsible researcher was used to collect data on the correct and incorrect answers in the mathematics section of the TYT administered by ÖSYM, and the demographic characteristics of pre-service primary mathematics teachers. This form included questions about the gender of candidates, the demographic characteristics of their family's place of residence, the type of high school they graduated from, and their TYT and YKS scores in the mathematics section. An example of a problem-based TYT mathematics question from 2023 is presented in Figure 1.

19. Bir kahve makinesi, bardak koyma haznesine yerleştirilen bardağın uzunluğunu algılamaktadır. Bu kahve makinesinin çalışabilmesi için kahve haznesi ile bardağın en üst kısmı arasındaki mesafenin, şekilde gösterildiği gibi en az 11,5 cm ve en fazla 12,4 cm olması gerekmektedir.



Bu kahve makinesinin bardak koyma haznesine 14,5 cm uzunluğunda bir bardak yerleştirildiğinde makine çalışmakta, 15,2 cm uzunluğunda bir bardak yerleştirildiğinde ise makine çalışmamaktadır.

Buna göre, bu kahve makinesinin bardak koyma haznesine

- I. 14,2 cm
- II. 14,4 cm
- III. 14,6 cm

uzunluğundaki bardaklardan hangileri yerleştirildiğinde makine kesinlikle çalışır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) II ve III

Figure 1. TYT Mathematics Question (2023)

Data Collection and Analysis

The data were collected using the "Mathematical Literacy Self-Efficacy Scale" developed by Özgen and Bindak (2008) and the "Personal Information Form" prepared by the responsible researcher. Participation was voluntary and free from obligation. In this study, 95 teacher candidates from three different public universities participated, and it was assumed that all provided accurate information. The entire dataset from these 95 candidates was used in the analysis. Before data collection, ethical approval was obtained from the Ethics Committee of the Institute of Educational Sciences at Marmara University on January 16, 2024, under approval number 7111705. Participants' data were collected entirely on a voluntary basis with an informed consent form.

Statistical analyses were used to analyze the data. Descriptive statistics analyses were conducted to determine the mathematical literacy self-efficacy belief levels and TYT mathematics achievement scores to answer the first and second research questions. TYT mathematics scores were categorized as 1–13.3 (poor), 13.4–26.7 (average), and 26.8–40 (good). Mathematical literacy self-efficacy belief levels were categorized as 25.00–58.3 (Low), 58.4–91.7 (Medium), and 91.8–125 (High). The Kolmogorov-Smirnov test was used to answer the third research question to check whether the data were normally distributed. Since the data were normally distributed, The Pearson correlation coefficient analysis was used to assess the relationship between mathematical literacy self-efficacy belief levels and TYT mathematics achievement scores.

Assumptions and Limitations

This study is based on certain assumptions. First, it is assumed that participants provide honest and accurate responses regarding their self-efficacy beliefs in mathematical literacy and exam performance levels. Additionally, the validity and reliability of the TYT mathematics test used to measure mathematical literacy self-efficacy beliefs and mathematical performance levels are assumed to be accepted. There are also some limitations to this study. First, the sample was limited to teacher candidates from a specific country, so the findings may not be generalizable to countries with different educational systems. Furthermore, since the data collection process was based on participants' self-assessments, potential biases or subjectivity in responses cannot be ruled out.

FINDINGS

In this study, the first findings presented were the descriptive statistics regarding the mathematics achievement of pre-service teachers in the TYT. The descriptive statistical findings are presented in Table 4.

Table 4*Descriptive Statistical Results of Pre-service Teachers' TYT Mathematics Achievement*

Variable	N	X	SD	Max	Min
TYT Mathematics Scores	95	27,16	4,52	40	16

According to the descriptive statistical results, in a 40-question exam, the highest net score obtained by pre-service elementary mathematics teachers was 40, while the lowest was 16. The mean score ($\bar{X} = 27.16$) was considered an average value. TYT mathematics scores were categorized as 1–13.3 (poor), 13.4–26.7 (average), and 26.8–40 (good). Based on this classification, it can be concluded that the TYT mathematics achievement of pre-service elementary mathematics teachers falls within the 'good' category.

Secondly, the descriptive statistical findings related to the data collected through the Mathematics Literacy Self-efficacy Scale were examined. These findings are presented in Table 5.

Table 5*Descriptive Statistical Results of Pre-service Teachers' Mathematics Literacy Self-Efficacy Scale*

Variable	N	X	SD	Max	Min
Mathematics Literacy Self-efficacy	95	91,48	12,16	122	65

According to the descriptive statistical results, the mathematics literacy self-efficacy level of pre-service elementary mathematics teachers was $\bar{X} = 91.48$. Mathematical literacy self-efficacy belief levels were categorized as 25.00–58.3 (Low), 58.4–91.7 (Medium), and 91.8–125 (High). Based on the descriptive analysis results, it can be stated that pre-service elementary mathematics teachers have a moderate level of self-efficacy in mathematics literacy.

The third finding of this study consisted of the analysis of the relationship between pre-service teachers' mathematics literacy self-efficacy levels and their TYT mathematics achievement. To analyze this, the normality of the data distribution was tested using the Kolmogorov-Smirnov test, and it was determined that the data followed a normal distribution. Since the data were normally distributed, Pearson's correlation coefficient was used for the analysis. The findings of the correlation analysis are presented in Table 6.

Table 6*Correlation Analysis of the Relationship Between Pre-service Teachers' Mathematics Literacy Self-Efficacy Levels and TYT Mathematics Achievement*

Variables	Mathematics Literacy Self-efficacy Level	TYT Mathematics Score
Mathematics Literacy Self-efficacy Level	1	0,22*
TYT Mathematics Score	-	1

n=95, *p<0,05

According to the correlation analysis results, the relationship between pre-service elementary mathematics teachers' mathematics literacy self-efficacy beliefs and their TYT mathematics achievement levels, a low positive correlation ($r=0.22$; $p<0.05$) was found.

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study examines the relationship between pre-service elementary mathematics teachers' performance in the TYT mathematics section and their mathematical literacy self-efficacy beliefs. The study found that the average number of correct answers in the TYT mathematics section ($\bar{X} = 27.16$) indicates a generally good level of success. The candidates' scores ranged from a minimum of 16 to a maximum of 40 out of 40 questions. When categorized into low (1-13.3), moderate (13.4-26.7), and high (26.8-40) achievement levels, most teacher candidates fell within the high-achievement range. This suggests that pre-service teachers have a strong foundation in basic mathematical knowledge and skills. However, the low number of candidates achieving a perfect score highlights the need for a more comprehensive analysis to identify and address gaps in education.

Findings from the study indicate that the average level of mathematical literacy self-efficacy beliefs among the teacher candidates was moderate ($\bar{X} = 91.48$). When classified as low (25-58.3), moderate (58.4-91.7), and high (91.8-125), most candidates fell into the moderate category. This suggests that while pre-service teachers have a general awareness of their mathematical competencies, their self-efficacy beliefs in mathematical literacy are not particularly high. However, pre-service elementary mathematics teachers are expected to have high mathematical literacy self-efficacy beliefs. Given that mathematical literacy encompasses problem-solving, interpretation, and the ability to relate mathematics to real-life situations, enhancing self-efficacy in this domain could positively impact their professional success and classroom performance. The results of this study align with previous research by Tekin and Tekin (2004) and Özgen (2015), who also found that pre-service elementary mathematics teachers generally have moderate levels of mathematical literacy self-efficacy beliefs. However, these findings do not align with studies conducted by Yenilmez and Turgut (2012), Güneş and Gökçek (2013), Dinçer et al. (2016), and Aydın et al. (2020), which reported above-average levels of mathematical literacy and self-efficacy beliefs among teacher candidates. A possible reason for this discrepancy could be attributed to the present study's focus on data from first-year students. Supporting this explanation, Zehir and Zehir (2016) found that fourth-year pre-service teachers had higher mathematical literacy self-efficacy perceptions.

This study found a low but positive correlation between TYT mathematics performance and mathematical literacy self-efficacy beliefs ($r = 0.22$, $p < 0.05$). This aligned with expectations outlined during the study's planning phase. Similarly, Zehir and Zehir (2016) found no significant relationship between previous university entrance exam (ÖSS) scores and mathematical literacy self-efficacy beliefs. The weak correlation between high performance in the TYT mathematics section and mathematical literacy self-efficacy beliefs could be attributed to the nature and scope of the exam. The TYT mathematics test is not necessarily designed to measure the required competencies in mathematical literacy. The fact that students who perform well on this exam show only a weak correlation with mathematical literacy self-efficacy suggests that the exam's content may not fully assess real-life mathematical problem-solving and interpretation skills.

Mathematical literacy involves high-level cognitive processes, such as real-world problem-solving and critical thinking, which standardized exams may not adequately assess. This highlights the need to reevaluate the content validity of the TYT mathematics test. The weak correlation between TYT mathematics performance and mathematical literacy self-efficacy beliefs suggests that the exam may not effectively measure students' ability to solve, interpret, and analyze real-life mathematical problems. Unlike international assessments, such as PISA, which focus on evaluating mathematical literacy in real-world contexts, national exams tend to be primarily emphasize procedural knowledge over real-world applications.

RECOMMENDATIONS

Based on the results of this study, recommendations can be made for both the research field and practical applications. The recommendations for practical applications are as follows. To enhance pre-service teachers' self-efficacy in mathematical literacy, more practice-based activities should be incorporated into education programs. These activities should focus on supporting candidates in relating mathematical concepts to real-life situations, problem-solving, and interpretation skills. Additionally, a revision of the TYT mathematics exam's scope and quality should be undertaken, and the proportion of questions assessing procedural skills and higher-order cognitive processes (mathematical literacy, mathematical reasoning, interpretation, and critical thinking) should be increased. Furthermore, self-efficacy-enhancing and mathematics literacy-

supporting modules can be added to teacher education programs, providing candidates with opportunities to work on math-focused questions used in international exams, such as PISA. A holistic approach should be adopted in the education process, where theoretical knowledge is reinforced with practical applications, and priority should be given to activities that develop candidates' problem-solving and analytical thinking skills. The recommendations for the research field are as follows. The mathematical literacy self-efficacy beliefs of the same sample should be longitudinally to track changes, design-based research can be conducted to enhance pre-service teachers' mathematical literacy, and qualitative research data can be used to support the findings of this study.

REFERENCES

- Albayrak, H. B., Tarım, K., & Baypınar, K. (2023). Investigation of mathematical literacy self-efficacy perceptions and mathematical literacy achievement of gifted students. *Trakya Journal of Education*, 13(1), 115-127. <https://doi.org/10.24315/tred.1012064>
- Altun, M., & Bozkurt, I. (2017). A New classification proposal for mathematical literacy problems. *Education and Science*, 42(190), 171-188. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2017.6916>
- Altıntaş, E., Özdemir, A. Ş., & Kerpiç, A. (2012). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algılarının bölümlere göre karşılaştırılması. *Trakya University Journal of Education*, 2(2), 26–34.
- An, S., Kulm, G., & Wu, Z. (2004). The pedagogical content knowledge of middle school mathematics teachers in China and the U.S. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7(2), 145–172. <https://doi.org/10.1023/B:JMTE.0000021943.35739.1c>
- Aydın, B., Çulha, Ş., & Yeşilgöz-Şengün, G. Y. (2020). Examining mathematics literacy self-efficacy for mathematics teacher candidates in terms of various variables. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 9(3), 860-874. <https://doi.org/10.30703/cije.656316>
- Aydın, E., Delice, A., & Kardeş, D. (2013). Development of a scale measuring mathematics teacher candidates' self efficacy perceptions in solving systems of linear equations. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 2(2), 160-182.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.
- Bilgeç, İ. (2022). *Opinions of mathematics education experts and teachers on the concept of mathematical literacy (Matematik eğitimi uzman ve öğretmenlerinin matematik okuryazarlığı kavramı hakkındaki düşünceleri)*. [Doctoral thesis, Marmara University]. YÖK Thesis Center.
- Bozkurt, I. (2019). *Investigation of the development of mathematical literacy in students of teachers trained in mathematical literacy (Matematik okuryazarlığı konusunda yetiştirilen öğretmenlerin öğrencilerinde matematik okuryazarlığının gelişiminin incelenmesi)*. [Doctoral thesis, Bursa Uludağ University]. YÖK Thesis Center.
- Breakspear, S. (2012). The policy impact of PISA: An exploration of the normative effects of international benchmarking in school system performance. *OECD Education Working Papers*, 71. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2021). *Scientific research methods (Bilimsel araştırma yöntemleri)* (30th ed.). Pegem Akademi Publishing.
- Creswell, J. W. (2017). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (H. Ekşi, Trans.). EDAM Publishing.
- Demir, F., & Altun, M. (2018). Development of mathematical literacy question writing process and skills. *Education and Science*, 43(194), 1-24. <https://doi.org/10.15390/EB.2018.7111>
- Deng, Z., & Gopinathan, S. (2016). PISA and high-performing education systems: Explaining Singapore's education success. *Comparative Education*, 52(4), 449–472. <https://doi.org/10.1080/03050068.2016.1219535>
- Diñçer, B., Akarsu, E., & Yılmaz, S. (2016). The Investigation of Perceptions of Math Literacy Self-Efficacy and Mathematics Teaching Efficacy Belief Levels of Preservice Primary Mathematics Teachers. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 7(1), 207–228. <https://doi.org/10.16949/turcomat.99884>
- Erdoğan, E., & Arslan, Ç. (2023). Thematic content analysis of studies on mathematical literacy in the field of mathematics education. *The Journal of Buca Faculty of Education*, 57, 1669–1693. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1281997>
- Ersoy, Y. (1997). Mathematics education in schools: Literacy in mathematics. *Hacettepe University Faculty of Education Journal*, 13, 115–120.
- Güneş, G., & Gökçek, T. (2013). Determination of preservice teachers' mathematics literacy levels. *Dicle University Ziya Gökalp Faculty of Education Journal*, 20, 70–79.
- Hoogland, K. (2003). *Mathematical literacy and numeracy*. Utrecht: APS, National Center for School Improvement.
- Kabael, T., & Barak, B. (2016). Examining the mathematical literacy skills of secondary school mathematics teacher candidates through PISA questions. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(2), 321–349.
- Ministry of Education [MoNE]. (2024). *Turkey Century Education Model: Transformation and innovative approaches in education report*. Ministry of National Education Publications.

- McCrone, S. S., & Dossey, J. A. (2007). Mathematical literacy-it's become fundamental. *Principal Leadership*, 7(5), 32–37.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. NCTM.
- OECD. (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. Paris: OECD.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem-solving knowledge and skills*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2009). *PISA 2009 assessment framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What students know and can do*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Orman, F., & Sevgi, S. (2022). An Investigation of mathematics teachers' self-efficacy and collective self-efficacy beliefs. *Bogazici University Journal of Education*, 39-1(2), 49-70. <https://doi.org/10.52597/buje.964438>
- Özgen, K. (2015). Self-efficacy beliefs of pre-service primary mathematics teachers regarding mathematical literacy. *Electronic Journal of Educational Sciences*, 4(7), 1-12.
- Özgen, K., & Bindak, R. (2008). Development of the mathematical literacy self-efficacy scale. *Kastamonu Education Journal*, 16(2), 517-528.
- Özgen, K., & Bindak, R. (2011). Determination of self-efficacy beliefs of high school students towards math literacy. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 11(2), 1085–1089.
- Özgen, K., Özer, Y., & Arslan, E. (2018). Examination of teachers' mathematical literacy and problem-posing self-efficacy beliefs. *Ahi Evran University Kırşehir Faculty of Education Journal*, 20(1), 1–21. <https://doi.org/10.29299/kefad.2018.20.01.002>
- Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). The role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem-solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193–203. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.2.193>
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 257–315). Information Age Publishing.
- Satıcı, K. (2008). *Factors determining mathematical literacy according to PISA 2003 results: Turkey and Hong Kong-China (PISA 2003 sonuçlarına göre matematik okuryazarlığını belirleyen faktörler: Türkiye ve Hong Kong-Çin)*. [Master's thesis, Balıkesir University]. YÖK Thesis Center.
- Schoenfeld, A. H. (2016). *How we think: A theory of goal-oriented decision making and its educational applications*. Routledge.
- Schunk, D. H. (2003). Self-efficacy and achievement behavior. *Educational Psychology Review*, 15(2), 173-184.
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2020). *Motivation and Social Cognitive Theory*. *Contemporary Educational Psychology*, 60, Article ID: 101832. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832>
- Tatto, M. T., Schwille, J., Senk, S. L., Ingvarson, L., Peck, R., & Rowley, G. (2008). *TEDS-M: Teacher education and development study in mathematics (TEDS-M): Policy, practice, and readiness to teach primary and secondary mathematics*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). https://www.iea.nl/sites/default/files/2019-04/TEDS-M_International_Report.pdf
- Tekin, B. ve Tekin, S. (2004). *A study on the mathematical literacy levels of mathematics teacher candidates*. Retrieved on January 20, 2025, from <http://www.matder.org.tr/Default.asp?id=85>
- Topbaş-Tat, E. (2018). Mathematical literacy self-efficacy perceptions of mathematics teacher candidates. *Elementary Education Online*, 17(2), 489-499.
- Ünal, Ş., & Çil, O. (2021). The relationship between teachers' self-efficacy beliefs in mathematics teaching, mathematical modeling, and literacy. *International Journal of Leadership in Education*, 2(2), 28–40.
- Yenilmez, K., & Ata, A. (2013). The effect of the mathematical literacy course on pre-service teachers' mathematical literacy self-efficacy. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(2).

- Yenilmez, K. ve Turğut, M. (2012). Mathematical literacy self-efficacy levels of mathematics teacher candidates. *ournal of Research in Education and Teaching*, 1(2), 253-258.
- Zehir, K., & Zehir, H. (2016). Investigation of elementary mathematics student teachers' mathematics literacy self-efficacy beliefs according to some variables. *International Journal of Education, Science and Technology*, 2(2), 104–117.

Erken Çocukluk Dönemi Sürdürülebilir Kalkınma Eğitiminin Uzman ve Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Karşılaştırılmalı Analizi

Mustafa Şahin^{1*} 
Büşra Oruç² 
Gülizar Ay Demirel³ 
Yasemin Özdem Yılmaz⁴ 

¹Yüksek Lisans Öğrencisi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Muğla, Türkiye
mustafasahin98@gmail.com

²Okul Öncesi Öğretmeni, Ayda Bebek Anaokulu, İzmir, Türkiye
busraoruc@icloud.com

³Okul Öncesi Öğretmeni
gulizaydemirel97@gmail.com

⁴Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Okul Öncesi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Muğla, Türkiye
yaseminozdem@mu.edu.tr

*Sorumlu Yazar

Geliş tarihi: 31.01.2025
Kabul tarihi: 26.02.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Sürdürülebilir Kalkınma eğitimi sürdürülebilir bir gelecek için bireyin tüketim alışkanlıklarını ve bu yönde tutum ve davranış kalıplarını değiştirecek, ileriye dönük ve sistemli düşünme, sürdürülebilir bir gelecek için ortak kararlar alma ve uygulama yeteneklerini geliştirecek bir çerçeve belirler. Bunun için ise gerekli eğitim ve öğretim uygulamalarının geliştirilmesini öngörür. Eğitim programlarında sürdürülebilir kalkınma eğitimi yer verilmesi çocukların bu konuda farkındalıklarını arttıracaktır ve toplumda ortak bir bilinç oluşmasını sağlayacaktır. Sürdürülebilir kalkınma eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında erken çocukluk dönemine yönelik uluslararası karşılaştırmalı incelemelerin oldukça az sayıda olduğu görülmektedir. Bu durumdan yola çıkarak, bu çalışmamızın amacı sürdürülebilir kalkınma eğitiminin Türkiye’de 2013 okul öncesi eğitim programı ve eklerine nasıl ilişkilendirildiğini ve sürdürülebilir kalkınma eğitiminin uluslararası alanda okul öncesi eğitim programlarına nasıl yansıtıldığını öğretmen ve uzman görüşleri doğrultusunda karşılaştırarak uluslararası perspektiften erken çocukluk döneminde sürdürülebilir kalkınma eğitimi incelemektir. Bu çalışma nitel ve betimsel nitelikte bir içerik analizidir. Bu doğrultuda Türkiye, Avustralya, Almanya ve Kanada okul öncesi eğitim programları uzman ve öğretmen görüşleri doğrultusunda incelenmiştir. Elde edilen veriler doküman analizi yöntemi ile analiz edilmiş ve sonuçlar iki ana başlık altında tematik olarak toplanmıştır. Bu başlıklar; “Okul Öncesi Eğitim Programlarının Genel Özellikleri” ve “Okul Öncesi Eğitim Programlarının Sürdürülebilirlik ile İlişkisi” şeklindedir. Sonuç olarak, sürdürülebilirlik eğitiminin okul öncesi eğitim programlarında çoğunlukla doğrudan yer almamasına rağmen, farklı gelişim alanları ve kazanımlar aracılığıyla dolaylı olarak verilebildiği görülmektedir.

Anahtar Kelime: Sürdürülebilirlik Eğitimi, Okul Öncesi Eğitim, Eğitim Programları, İçerik Analizi

GİRİŞ

İnsanlık, tarım toplumundan sanayi toplumuna geçilmesiyle birlikte pek çok sorunla karşı karşıya kalmıştır. İnsanoğlunun bilinçsiz bir şekilde yenilenemez kaynakları tüketmesi, sanayinin oluşturduğu kirlilik, gelir eşitsizliği, cinsiyet eşitsizliği, iklim değişikliği, nitelsiz eğitim ve işsizlik bu sorunlardan bazılarıdır (Korkmaz, 2020). 21. yüzyıl ise bu sorunların giderek büyüyeceği ve daha fazla karşı karşıya kalacağımız mesajını bize vermektedir (Yıldırım, 2020). Bu problemler şu an ki hayatımızı ve geleceğimizi riske atmaktadır ve tüm dünyayı ilgilendiren küresel problemlerdir (Bulut ve Çakmak, 2018; Kaya ve diğerleri, 2011). Yapılan çalışmalara bakıldığında yaşanan krizlerin en büyük nedeninin insan davranışları olduğu görülmektedir (Ateş, 2019). Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2021) raporunda belirtildiği üzere insan faktörlü etkiler, en azından son 2000 yılda dünya ikliminin eş benzeri görülmemiş bir oranda ısınmasına neden olmuştur. Bu etki dünyanın her bölgesinde kendisini sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar, kuraklıklar ve tropikal siklonlar gibi aşırı hava olayları şeklinde göstermektedir (Özdem Yılmaz, 2021). Bu zararları azaltmak ve telafi etmek için sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmıştır (Bulut ve Çakmak, 2018; Kaya ve diğerleri, 2011; Korkmaz, 2020).

Çevreye ve çevre kirliliğine yönelik ilk büyük duyarlılık göstergesi 1972’de Stockholm’de toplanan BM Çevre Konferansı sonunda Birleşmiş Milletler Çevre Programı örgütünün kurulmasıdır. Konferansta sürdürülebilir kalkınma terimine açıkça atıfta bulunulmamışsa da uluslararası toplum şimdiye kadar ayrı konular olarak ele alınan kalkınma ve çevrenin karşılıklı olarak yararlı bir şekilde yönetilebileceği fikrini kabul etmiştir (Çevik ve Şahin, 2023). Sürdürülebilir kalkınma, insanlığın o güne dek olan doğaya bakış açısından farklı bir yöntem sunar. Sürdürülebilir kalkınma, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun (WCED) Brundtland Raporunda, “Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme potansiyelini ortadan kaldırmaksızın bugünün ihtiyaçlarının karşılanmasıdır” olarak tanımlanmaktadır (s. 15) (IPCC, 2021). Eğitim, sürdürülebilir kalkınmayı ekolojik, sosyal ve ekonomik

Cite as (APA 7): Şahin M., Oruç B., Ay-Demirel G., & Özdem-Yılmaz Y. (2025). Erken çocukluk dönemi sürdürülebilir kalkınma eğitiminin uzman ve öğretmen görüşleri doğrultusunda karşılaştırılmalı analizi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 15(Özel Sayı), 211-246. <https://doi.org/10.24315/tred.1630365>

bağlamlarda gerçekleştirmek için en etkili yöntemdir (Gülay ve Önder, 2011; Vladimirova ve Blanc, 2015). Bu da demek oluyor ki küresel problemlerin çözüme ulaşması için her çalışmaya eğitimin dâhil olması oldukça önemlidir (Teksöz, 2014). Buna paralel olarak, Türkiye’de gerçekleştirilen güncel çalışmalara bakıldığında farklı öğrenim kademelerindeki öğrencilerin sürdürülebilirlik ile ilgili algı ve tutumlarının nasıl olduğuna ilişkin ve hem öğretmenler ile hem de geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiş araştırmaların olduğu görülmektedir. Örneğin, Demir ve Atasoy (2021) ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik algılarını, Ada ve diğerleri (2023) lisesi öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik tutumlarını incelemiştir. Arslan ve Yağmur (2022) fen bilimleri öğretmenleri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, öğretmenlerin sürdürülebilir kalkınma eğitimine ilişkin görüşlerini incelemiştir. Değirmenci ve Gül (2024) sosyal bilgiler öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin görüşlerini incelemiştir. Caba (2021) yayımladığı yüksek lisans tezinde sınıf öğretmenliği alanında öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri ve çevresel tutumları üzerinde çalışmıştır. Örerel ve Kağnıcı (2024) ise yaptıkları çalışmada tüm okul bileşenlerinin bu alandaki önemine değinerek, okul psikolojik danışmanları açısından sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamıştır. Prince (2010) sürdürülebilirlik için eğitimin özellikle erken çocukluk döneminden başlayarak temel bir değer olarak eğitim programlarına dâhil edilmesi gerektiğini savunmaktadır. Martinez ve diğerleri (2014), İspanya’da erken çocukluk eğitimi müfredat içeriğinin sürdürülebilirlik değerleri açısından inceledikleri çalışmada, eğitim programlarının uygun tutumlar, davranışlar ve yaşam tarzları geliştirmek için tasarlanmış etkinlikler içerip içermediğini doğrulamanın önemli olduğunu belirtmektedir.

Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, kapsayıcı büyüme sağlamanın yanı sıra mevcut nesil için ortak refah yaratmayı ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamaya devam etmeyi amaçlayan üç ana sütuna dayanmaktadır. Bunlar çevre, ekonomik ve toplumsal (sosyal) boyuttur (Demirbaş, 2015). Sürdürülebilir kalkınmanın temeli 1940’larda Meksika’da ortaya çıkan ve pestisit, melez tohum, yapay gübre gibi kimyasalların hayatımıza girdiği Yeşil Devrim ile atılmıştır. Yeşil Devrim, artan nüfusun yiyecek ihtiyacını karşılamaya yönelik bir buluştur (Teksöz, 2014). Kavramın daha çok 1980 yılları civarı kullandığı ve çevresel olarak ifade edildiği söylenebilir. Bu şekilde sürdürülebilirlik kavramı bu yıllarda çevresel değerlere zarar vermemek ve doğal kaynakların sürdürülebilir olarak kullanmak olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha sonraki yıllarda sürdürülebilir kavramının yanına ek olarak ekonomi ile ilgili olan kalkınma kelimesi getirilerek sürdürülebilir kalkınma olarak ifade edildiği görülmektedir. Bu şekilde sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesiyle sayesinde ekonomik alanlarda da gelişme ve büyüme sağlanacaktır (Korkmaz, 2020). Daha sonra çevreyi korumak ve ekonominin büyümesini sağlamak adına yapılan çalışmalarda sürdürülebilir kalkınmanın sosyal boyutu fark edilmiştir. Bu boyut toplumun çevreye karşı sorumluluğunu bilen, duyarlı, bilinçsiz bir şekilde tüketim yapmayan, demokratik bir topluma dönüşmesini ele alır (Kaya ve Tomal, 2011). Bu da sürdürülebilirlik kavramının sadece çevrenin korunması ve ekonomik kalkınma olarak algılanmaması gerektiğini göstermektedir ve bunların yanında sürdürülebilir bir toplumsal düzen şeklini de ele almaktadır. Bu şekilde bilinçli bir toplumun oluşması içinde eğitim kavramı gündeme gelmektedir (Korkmaz, 2020). Bu bilinçli toplumu oluşturacak bireylerin sürdürülebilir hedeflere ulaşmasını sağlaması için bu hedefler eğitim programlarına ve ders içeriğine yansıtılmalıdır (Yapıcı, 2003). Sürdürülebilir kalkınma idealini eğitime yansıtmak ve bu konuda insanların endişe duymasını sağlamak, sürdürülebilirlik adına bir şeyler yapan bir toplum oluşturmayı sağlayacaktır (Ateş, 2019). Sürdürülebilirlik kavramı bireysel çıkarların toplumsal çıkarlardan ayrı bir şekilde düşünülmemeyeceğini ve bunun eğitim ile yapılacağını savunur (Demirbaş, 2015).

Eğitimin küresel problemleri çözme konusunda rolü kanıtlanmıştır. DMO ve BM tarafından yayınlanan raporlarda ozon tabakasının korunmasını ile ilgili yapılan çalışmaların olumlu sonuç verdiği belirtilmiştir. Bu olumlu sonucun oluşması ise sağlayan şey bazı kuruluşların ve kişilerin toplumu bilinçlendirmek için verdiği eğitimlerle gerçekleşmiştir. Bu yapılan çalışmaların en önemli noktası insanlara odaklanılarak bir başarı yakalanmasıdır. Davis (2010) tarafından aktarılan araştırmada erken çocukluk eğitimi de kapsayacak şekilde eğitim, çocukları aktif ve bilgili vatandaşlar olarak geliştiren, sağlıklı ve sürdürülebilir yaşam biçimlerine katkıda bulunabilecek beceriler oluşturmada önemli bir role sahiptir. Ancak ne yazık ki günümüzde halen sürdürülebilir kalkınma bilincini, eğitim sistemlerine anlamlı bir şekilde ilişkilendiren programların sayısı oldukça azdır ve buna yönelik araştırmalar yalnızca sosyal bilgiler, sanat, coğrafya ve fen derslerine yönelik. Bu eksikliğe sahip eğitim sistemlerinden sürdürülebilir kalkınma ve çevre bilincine sahip bireyler yetiştirmek oldukça zor olacaktır (Yapıcı, 2003). Bu nedenle, sürdürülebilir kalkınma eğitiminin uygulanabilmesi için

eğitim ve eğitim programlarının geliştirilmesi ve bu eğitimin programlara bütünleştirilmesi gerekmektedir (Bulut ve Çakmak, 2018). Bu çalışma ile erken çocukluk döneminde sürdürülebilir kalkınma eğitiminin ulusal ve uluslararası düzeyde eğitim programlarına nasıl ilişkilendirildiği ortaya koyulacak ve Türkiye’de bu yönde okul öncesi eğitim programlarında sürdürülebilir kalkınma ilişkisinin geliştirilmesine yönelik öneriler sunulacaktır. Böylece bu çalışma ayrıca, gelecek çalışmalarda erken çocukluk eğitiminde sürdürülebilir gelişimi ana hatlarıyla gösteren değişkenlerin dâhil edilmesi, ön ve sürekli öğretmen eğitiminin düzenlenmesi ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik değişikliklerin gündeme getirilmesi için bilgilendirici bir çalışmadır.

Sürdürülebilir Kalkınma İçin Eğitim

Sürdürülebilir kalkınma için eğitim kavramı ilk olarak 20. yüzyılda BM Konferansında yer verilmiştir (Bulut ve Çakmak, 2018). Bu konferansta, Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi için sürdürülebilir kalkınmayla eğitim kavramını ilişkilendirilmesini istemiş ve “Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim Dönemi” olarak ilan edilmiştir. Bu anlayışın yerleşmesi için 2005- 2014 yılları arasında tüm dünyada konunun gündeme alınarak tüm eğitim kademelerinde gerekli yansımaların yapılması gerektiği vurgulanmıştır (UNESCO, 2005). 2015 yılına gelindiğinde ise artık dünyanın dönüşümünü ilgilendiren temel konularda önemli kararların alındığı bir zemin oluşmaya başlamıştı. Eylül 2015’te New York’taki Birleşmiş Milletler Genel Merkezi’nde gerçekleştirilen BM Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nde sosyal, çevresel ve ekonomik konularla alakalı “2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri” 193 ülkenin imzası ile kabul edilmiştir. Bu doğrultuda, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden bir maddesi artık eğitimin gereğini ve önemini vurgulamıştır (Bulut ve Çakmak, 2018).

UNESCO, 2030 yılına kadar, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik ederek, tüm öğrencilerin gerekli bilgi ve becerileri kazanmalarını ve bunun yanında sürdürülebilir yaşam biçimleri, insan hakları, eşitlik, barış, küresel vatandaşlık ve kültürel çeşitliliğin takdiri ve kültürün sürdürülebilir kalkınmaya katkısı sağlanması” gerektiği vurgulamıştır. Sürdürülebilir kalkınma eğitimi öğrencilerin çevre, ekonomik ve sosyal düzen oluşmasını sağlamasını, bu düzenin gelişmesini ve geleceğini düşünen planlı bir şekilde hareket eden eğitimi vurgular. Sürdürülebilir kalkınma eğitimi; sürdürülebilir kalkınmanın içinde barındırdığı tüm konuları ele alır (Bulut ve Çakmak, 2018). Okur Berberoğlu ve Uygun’a (2013) a göre, sürdürülebilir kalkınma eğitimi bütünsel bir bakış açısına sahiptir. Çevresel sorunların sebebine sadece biyolojik ve fiziksel olarak bakmaz bunun sosyal boyutlarını da inceler ve sürdürülebilir kalkınma eğitimi alan bireye de bütünsel bir bakış açısı kazandırmaya çalışır. Sürdürülebilir kalkınma eğitimi geçmişten ders alarak şekillendirilmeli ve oluşturulmalıdır. Daha önceki yaşanan küresel problemler ve uygulanan çevre eğitim uygulamalarından çıkarılan ders şu ki sürdürülebilir bir kalkınmanın gerçekleşmesi için bireye bu konuda sorumluluk duygusunu oluşturmaktan geçmektedir. Yani birey hem kendi davranışlarının sorumluluğunu alır hem de çevresel sorunların çözümlerinde de kendi sorumluluğunu bilerek aktif bir rol oynar (Okur Berberoğlu ve Uygun, 2013).

Araştırmalar, sürdürülebilir kalkınma eğitiminin erken çocukluk döneminden itibaren verilmesi gerektiğini savunmaktadır (Bulut ve Polat, 2019; Davis, 2010; Prince, 2010; Reunamo ve Suomela, 2013; Weldermariam ve diğerleri, 2017). Çocuklar geleceğin karar vericileri olduğu için, sürdürülebilir yaşam değerlerinin erken yaşta ilişkilendiren bir erken yaş müfredatı ile aşılması gerektiğini belirtilmektedir (Prince, 2010). Buna göre, müfredata dayalı öğrenme deneyimleri ve öğretmenler ve ebeveynler tarafından modellenen çocuklar, yaşam boyu sürecek bir sürdürülebilirlik yolculuğuna ilk adımları atmaya başlayabilirler (Kahriman Pamuk, 2019). Sürdürülebilirlik için eğitimin okul öncesi öğretimin ayrılmaz bir parçası haline gelmesi ve erken çocukluk müfredatında temel bir değer olarak dâhil edilmesi gerektiği bu araştırmacıların ortak önerisidir. Davis ve Elliott (2014), çocukların sosyal varlıklar olduğunu vurgulayarak küçük çocukların uluslararası anlayış, eşitlik ve sosyal adaletle ilgili tartışmalara ve deneyimlere katılımının teşvik edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bulut ve Polat (2019)’ın yaptığı çalışma da çocukların eğitim verildiğinde doğayı daha karmaşık yöntemlerle tanımlayabildiklerini, erken çocukluk döneminde çevresel sürdürülebilirliği öğrenmenin mümkün ve verimli olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmamıza benzer şekilde, Weldermariam ve diğerleri (2017) sürdürülebilirlik hakkındaki fikirlerin Avustralya, İngiltere, Norveç, İsveç ve ABD için erken çocukluk müfredatına nasıl ilişkilendirildiğini incelemişlerdir. Analizler eleştirel sorgulama ve uluslararası diyalogla gerçekleştirilmiş ve müfredatın dört yönüne odaklanmıştır: sürdürülebilirlik varlığı, çocuğun görüşleri, insan-çevre ilişkisi ve sürdürülebilirlik hakkında ifade edilen fikirlerin felsefi/teorik temelleri. Araştırmanın sonuçlarına göre, sürdürülebilirlikle ilgili fikirler, çoğu müfredatta örtük olarak mevcuttur. Çocukların, sürdürülebilirliği teşvik etmeye yardımcı olmak

için aracı olan dünya vatandaşları olarak görüldüğü ise açık değildir. İnsan-çevre ilişkisi ile ilgili olarak, Avustralya'dan alınan çerçeve daha fazla karşılıklılık ve karışıklık ifade ederken, diğer çerçeveler müfredatlar arasındaki farklılıklara rağmen daha insan merkezlidir. Araştırmacılar, sonuç olarak insan, insan olmayan ve diğer türleri bir ortak dünyalar topluluğu içinde kucaklamayı içeren sürdürülebilirlik hakkında daha geniş ve daha kapsayıcı dünya görüşleri sunan alternatif çerçeveleri dikkate almaya ihtiyaç olduğunu belirtmektedir.

Kim ve Dreamson (2020)'in yaptığı çalışma, sürdürülebilirlik için erken çocukluk eğitimi kavramlarının (sürdürülebilirliğin anlamı, sürdürülebilirlik için değişim aracı olarak çocuklar ve küçük çocukların günlük yaşamlarında sürdürülebilirlik) eleştirel doküman analizi yoluyla Avustralya ve Kore ulusal müfredat belgelerinde nasıl temsil edildiğini incelemektedir. Çalışma sonucunda, müfredatın ülkelerin ağırlıklı kültürel özellikleri ile anlamlı bağlantılara sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgularla, bu çalışma sürdürülebilirliğin anlamına önemli bir boyut olarak kültürü de eklemektedir. Bu çalışmada kültürel farklılıklar birincil odak noktası olmasa da analiz, kültürün müfredatta neden farklı sürdürülebilirlik yorumlarının ortaya çıktığını açıklığa kavuşturan kritik bir faktör olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde Davis ve Elliot (2014), sürdürülebilirliğin çocuklar, aileleri ve büyüdüleri topluluklarla ne kadar alakalı olduğunu göstermektedir. Yılmaz ve Olgan (2017) da okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 60-66 aylık çocuklarının doğaya yakınlık seviyelerini (biyofili) belirledikleri çalışmada çocukların biyofilik ya da biyofobik olmasında öne çıkan en önemli faktörün kültürün etkisi olduğunu saptamışlardır.

Ärlemalm -Hagsér ve Davis (2014), yaptıkları çalışmada küçük çocukların erken çocukluk eğitimi için Avustralya ve İsveç ulusal belgelerinde çevre ve sürdürülebilirlik ile ilgili kavramları- yani kalkınmanın çevresel, sosyal, ekonomik ve politik boyutunu, insanın doğadaki yerini ve çevresel yönetimi - eleştirel doküman analizi ile incelemişlerdir. Genel olarak, analiz hem Avustralya hem de İsveç erken çocukluk eğitimi müfredatında sürdürülebilirlik hakkında bilgi edinmenin belirsiz ve belirsiz terimlerde tanımlandığını göstermektedir. Analizler hem Avustralya hem de İsveç müfredatının çevresel, sosyal ve bilişsel boyutlara bağlı içeriklerle ilgilenirken, insan gelişiminin siyasi boyutlarının sınırlı veya hiç tartışılmadığını göstermektedir. Başka bir deyişle, çocuklar bu erken çocukluk müfredatı çerçevelerinde sürdürülebilirlik için yetkin varlıklar veya değişimi gerçekleştirecek bireyler olarak tanınmamaktadır. Bu çalışma, sürdürülebilirlik ve çocukların aktif vatandaş olarak nasıl anlaşıldığı hakkında gizli varsayımları ve değerleri ortaya çıkarmayı amaçlayan eleştirel yorumlayıcı bir araştırmadır.

Reunamo ve Suomela (2013) tarafından yapılan araştırmada, Finlandiya erken çocukluk eğitimi ve bakımı (EÇEB) müfredatında, sürdürülebilir kalkınma için eğitim (ESD) için özel bir içerik olmadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle araştırmacılar, genişletilmiş çevre eğitimi modeli aracılığıyla Finlandiya erken çocukluk eğitimcilerinin tercihlerini incelemişlerdir. Bu modelin arkasında Palmer'in ağaç modeli ve EÇEB'in deneysel, sosyal ve etik bileşenlerine vurgu vardır. Araştırma yöntemi olarak bir anket kullanılmıştır. Güney Finlandiya'daki toplam 924 ekip kendi öğrenme ortamlarını ESD açısından değerlendirmiştir. Sonuçlara göre, öğretmenler öncelikle EÇEB'in anlama (öğrenme) yönlerine ve eğitimin sosyal yönüne öncelik vermektedirler. Bu araştırma, öğretmen görüşleri doğrultusunda eğitim programının ESD için değerlendirmesini yapması nedeniyle çalışmamız için yol gösterici olmuştur. Araştırmada ESD uygulamasına yönelik potansiyel çıkarımlar ve göstergeler tartışılmaktadır.

Benzer şekilde, Ogelman ve Ekici (2010), Özkan ve Tuğluk (2020) tarafından aktarılan çalışmalarda, Millî Eğitim Bakanlığı Okul Öncesi Eğitim Programındaki kazanım ve göstergeleri çevre eğitimi açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Her iki çalışmada da Okul Öncesi Eğitim Programının çevre eğitimi bakımından içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Yine her iki araştırmada, veriler araştırmacılar tarafından hazırlanan "Uzman Görüş Formu" ile okul öncesi ve çocuk gelişimi bölümlerinden, çevre eğitimi çalışan öğretim elemanının görüşlerinin alınması yoluyla toplanmıştır. Uzman görüş formunda Okul Öncesi Eğitim Programındaki tüm gelişim alanlarına ait kazanım ve göstergeler yer almıştır. Uzmanlara bunlardan hangilerinin çevre eğitimi ile ilgili olduğu sorulmuştur. Özkan ve Tuğluk (2020)'un çalışmasında, 2013 programı kazanım göstergeleri açısından incelendiğinde, uzmanlara göre gelişim alanlarındaki kazanımlarda, motor ve dil alanlarında çevre eğitime yönelik kazanım ve göstergelerin yer almadığı ancak sosyal-duygusal, bilişsel ve öz bakım becerileri alanlarında çevre eğitime ilişkin kazanım ve göstergelerin mevcut olduğu görülmektedir. Bu araştırma da çalışmamıza uzman görüşünün araştırmaya dâhil edilmesi yönüyle yol gösterici olmuştur.

Sürdürülebilir kalkınma eğitimi, sürdürülebilir bir gelecek için bireyin tüketim alışkanlıklarını, tüketime karşı tutumunu ve davranışlarını, geleceğe dönük, ileriye düşünen, sürdürülebilir bir dünya için planlar yapan,

geleceği için ortak kararlar ve davranışlar sergileyen bireyler oluşturmayı hedefler. Bunun sağlanması için eğitim ve eğitim programlarının geliştirilmesini öngörür (Bulut ve Çakmak, 2018).

Toran (2017), Türkiye’de erken çocukluk eğitimi için sürdürülebilir kalkınma bağlamında yapılan yayınlara yönelik bir değerlendirme yapmıştır. Araştırmanın veri kaynağını, erken çocukluk eğitimi için sürdürülebilir kalkınma ile ilgili yapılmış yayınlar oluşturmaktadır. Araştırmada yayınlar belirlenirken “erken çocukluk eğitimi ve sürdürülebilir kalkınma, erken çocukluk eğitimi için sürdürülebilir kalkınma, erken çocukluk eğitimi için sürdürülebilir gelişme, okul öncesi eğitim için sürdürülebilir gelişme” ifadelerinden birinin geçmesi ve ölçütü belirlenerek araştırma kapsamına alınmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye’de araştırma sayısının düşük olduğu buna karşın son yıllarda araştırmaların arttığı ve bu araştırmaların büyük bir çoğunluğunun bildiri türünde olduğu, farkındalık düzeyini incelemek amacıyla yapıldığı saptanmıştır. Yalnızca, Akçay (2006) tarafından yapılan çalışma ile Türkiye’de 2002 okul öncesi eğitim programı kapsamında yer alan ve Kanada, Amerika, İsviçre, Almanya ve Japonya’da okul öncesi eğitim programları kapsamında yer alan çevre eğitime yönelik etkinlikler ile karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmıştır. Programların okul öncesi eğitime yönelik genel bilgi içeren bölümleri ile çevre eğitime yönelik amaçlar, hedefler ve uygulamalar seçilerek Türkçe çevirisi yapılmıştır. Daha sonra her bir ülkenin okul öncesi programı Türkiye’nin okul öncesi eğitim programı ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada ele alınan ülkelerin programları incelendiğinde, ülkelerin çevre eğitime gerekli önemi verdiği belirtilmektedir. Türkiye’de ise okul öncesi eğitim programında çevre eğitime yönelik birkaç tane hedef ve hedef davranış bulunmakla birlikte örnek yıllık plânda özellikle Fen ve Doğa Etkinlikleri kapsamında azımsanmayacak miktarda çevre eğitimi uygulamalarına yer verildiği görülmektedir. Ancak bu çalışmanın benzerine 2013 yılında uygulamaya geçilen program için rastlanmamıştır.

Yaptığımız alan yazını taramasında da görüldüğü üzere sürdürülebilir kalkınma eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında erken çocukluk dönemine yönelik sürdürülebilirlik programlarının uluslararası karşılaştırmalı incelemelerin oldukça az olduğu görülmektedir. Bu durumdan yola çıkarak, bu çalışmamızın amacı; sürdürülebilir kalkınma eğitiminin Türkiye’de okul öncesi eğitim programı ve eklerine ne ölçüde ilişkilendirildiğini ve sürdürülebilir kalkınma eğitiminin uluslararası alanda okul öncesi eğitim programlarına ne kadar yansıtıldığını öğretmen ve uzman görüşleri doğrultusunda karşılaştırarak uluslararası perspektiften erken çocukluk döneminde sürdürülebilir kalkınma eğitimi incelemektir. Bu bağlamda şu sorulara yanıt aranmıştır:

1. Türkiye, Almanya, Avustralya ve Kanada okul öncesi eğitim programlarının genel özellikleri nelerdir?
2. Türkiye, Almanya, Avustralya ve Kanada okul öncesi eğitim programlarında sürdürülebilir kalkınma eğitiminin yer alma durumu nasıldır?

YÖNTEM

Bu bölümde çalışmanın deseni, veri kaynakları, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve veri analizi hakkında detaylı bilgiye yer verilmiştir.

Araştırmanın Deseni

Sürdürülebilir kalkınma eğitiminin farklı ülkelerde ve Türkiye’de, okul öncesi eğitim programlarına nasıl yansıtıldığını karşılaştırmalı olarak incelemesini amaçlayan bu çalışma nitel ve betimsel bir araştırmadır. Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi deseni ile gerçekleştirilmiştir. İçerik analizi, metin veya görsellerin içeriğinde yer alan, araştırmaya yönelik bileşenleri saptama, sınıflandırma ve yorumlama amacı ile gerçekleştirilen, nesnel ve metodolojik bir desendir (Alanka, 2024). Betimsel araştırmadaki temel amaç da araştırılan konuyu tam ve dikkatli bir şekilde açıklamaktır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2020). Bu açılarından çalışma hem araştırmacıların incelemesi ile hem de öğretmen ve alan uzmanlarının deneyim ve görüşlerinden yararlanarak sürdürülebilir kalkınma eğitiminin uluslararası okul öncesi eğitim programlarına nasıl yansıtıldığını incelemiştir.

Veri Kaynakları

Çalışma kapsamında Türkiye, Almanya, Avustralya ve Kanada okul öncesi eğitim programları incelenmiştir. Uluslararası programların seçiminde; programların ulaşılabilirliği ve farklı bölgeleri temsil etmeleri temel kriterler olmuştur. Programların dilleri Türkçe, Almanca ve İngilizcedir.

Programların incelenmesinde çalışmaya iki farklı grup dâhil edilmiştir: Bunlar 3 okul öncesi öğretmeni, 2 okul öncesi alan uzmanı ve 1 fen bilgisi eğitimi alan uzmanıdır. Bu bağlamda, Türkiye'nin batı illerinin birinin merkezinde yer alan okul öncesi kurumlarında görev yapan öğretmenler ve yine aynı ilde bulunan bir üniversitenin eğitim fakültesi bünyesinde yer alan öğretim elemanları çalışmada yer almıştır. Öğretmenlerin ve uzmanların seçiminde; zaman, finansman ve işgücü kaybını önlemek amacıyla, araştırmacı tarafından ihtiyaç duyulan gruba en kolay ulaşılabilir kişiler ile çalışmaya yardımcı olan bir yöntem olduğundan uygun örneklem yöntemi (Büyüköztürk ve diğerleri, 2020) kullanılmıştır. Bu doğrultuda öğretmenlerin seçiminde en az 5 yıllık mesleki deneyime sahip olmaları ve mesleğe aktif olarak devam etmeleri, uzmanların seçiminde ise en az doktora derecesine sahip öğretim üyesi olmaları ve araştırmanın amacına uygun olacak şekilde belirlenen (okul öncesi eğitimi ve sürdürülebilirlik eğitimi) alanlarda çalışmalarının olması kriter olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Çalışmanın verileri araştırmacılar tarafından geliştirilmiş bir inceleme raporu ile toplanmıştır. Bu bağlamda çalışma kapsamında belirlenen okul öncesi eğitim programlarının sürdürülebilir kalkınma eğitimi için uygunluğuna yönelik incelenmesi amacıyla, alan yazına dayalı olarak ölçütler belirlenmiştir. Bu yönde özellikle Weldermariam ve diğerleri (2017), Kim ve Dreamson (2020), Ärlemalm -Hagsér ve Davis (2014) ve Reunamo ve Suomela (2013)'nın çalışmalarından yararlanılarak bir ölçüt tablosu oluşturulmuştur. Bu ölçüt tablosunun içerik ve kapsam geçerliliği için sürdürülebilirlik ve çevre eğitimi alanlarında çalışan okul öncesi uzmanlarından uzman görüşü alınmıştır. Alınan uzman görüşleri doğrultusunda ölçütler düzenlenerek dokümana olan son hali verilmiş ve veri toplama aracı tamamlanmıştır. Ölçütlerin son hali Ekler bölümünde verilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Çalışmanın veri toplama ve uygulanabilirliğine yönelik etik kurul onayı, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 28.09.2022 tarihi ve 120 karar numarası ile verilmiştir. Alınan etik kurul onayı doğrultusunda çalışmanın verileri 3 aşamada toplanmıştır. Bu aşamalar şu şekilde gerçekleştirilmiştir:

1. Aşama: Ulaşılabilir okul öncesi eğitim programlarının (1 ulusal ve 3 farklı ülke) sürdürülebilir kalkınma eğitimi için uygunluğuna yönelik araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Bu bağlamda Türkiye' de uygulanan 2013 Okul Öncesi Eğitim Programı ve Avusturalya, Almanya, Kanada'da uygulanan okul öncesi eğitim programları incelenmiştir. Bu aşamada programlar yalnızca araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Ayrıca inceleme sonucunda, daha önce oluşturulan ölçütler tekrar gözden geçirilmiştir.

2. Aşama: Türkiye'de uygulanmakta olan okul öncesi eğitim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi için uygunluğuna yönelik öğretmen görüşleri alınmıştır. Bu doğrultuda mesleğe devam eden 3 farklı okul öncesi öğretmenine verilen ölçütler doğrultusunda 2013 Türkiye Okul Öncesi Eğitim Programını incelemeleri istenmiştir. Öğretmenler ekte verilen ölçütleri açık uçlu şekilde cevaplayarak programı incelemişlerdir.

3. Aşama: Almanya, Avustralya ve Kanada'da okul öncesi eğitim programlarının sürdürülebilir kalkınma eğitimi için uygunluğuna yönelik uzman görüşlerinin alınması için 3 farklı alan uzmanına birer program incelenmiş ve verilen ölçütler doğrultusunda görüşleri alınmıştır. Bu doğrultuda uzmanlar ekte verilen ölçütleri açık uçlu şekilde cevaplayarak programları incelemişlerdir.

Verilerin Analizi

Betimsel bir araştırma olan bu çalışmada, konuyu derinlemesine incelemek amacıyla mevcut çalışmalar üzerine nitel araştırma yöntemi olan doküman analizi kullanılmıştır (Çepni, 2010). Doküman analizi bilgi içeren yazılı materyallerin incelemesini kapsamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırma kapsamında alınan öğretmen ve uzman görüşleri de ölçütler çerçevesinde eğitim programlarının değerlendirmesini

içerdiğinden doküman analizi sonuçlarının güvenilirliğini artırmak amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntem, nitel araştırmalarda üçgenleme olarak bilinmektedir. Üçgenleme stratejilerinden biri olan veri kaynaklı üçgenlemede farklı veri kaynaklarından yararlanılması öngörülmektedir. Bu bağlamda üçgenlemede, elde edilen sonucu desteklemek için en az üç farklı bilgi kaynağından yararlanılması gerekmektedir (Başkale, 2016). Üçgenleme aynı zamanda farklı kaynaklardan gelen bilgilerin birleştirilmesi yoluyla geçerliliği test etmek için nitel bir araştırma stratejisi olarak görülmektedir (Carter ve diğerleri, 2014). Bu bağlamda çalışmada üçgenleme yönteminden şu şekilde yararlanılmıştır: Araştırmaya dâhil edilen programların tümü araştırmacılar tarafından, birbirlerinden bağımsız olarak incelenmiştir. Bunun yanı sıra Türkiye okul öncesi programı 3 farklı öğretmen tarafından, birbirlerinden bağımsız şekilde, uluslararası programlar ise farklı uzmanlar tarafından (her bir uzman bir ülkenin programını incelemiştir) incelenmiştir. Elde edilen inceleme verileri daha sonra birleştirilerek analiz edilmiş ve cevapların karşılaştırılması sonucunda bulgulara ulaşılmıştır.

BULGULAR

Çalışma kapsamında Türkiye (2013 Okul Öncesi Programı), Avustralya, Almanya ve Kanada'ya ait okul öncesi eğitim programları incelenmiştir. Bu bağlamda Türkiye'de uygulanan okul öncesi eğitim programı 3 farklı okul öncesi öğretmeni tarafından, Avustralya, Almanya ve Kanada'ya ait okul öncesi eğitim programları ise her biri farklı birer alan uzmanı olmak üzere üniversitelerde okul öncesi eğitimi alanında çalışma yürüten uzmanlar tarafından incelenmiştir. İnceleme verileri iki ana başlık altında toplanmıştır. Bu başlıklar "Okul Öncesi Eğitim Programlarının Genel Özellikleri" ve "Okul Öncesi Eğitim Programlarının Sürdürülebilirlik ile İlişkisi" şeklindedir. Bu başlıklar altında oluşturulan tema ve kodlar aşağıda verilmiştir.

Okul Öncesi Eğitim Programlarının Genel Özellikleri

Üç farklı okul öncesi öğretmeni ve araştırmacılar tarafından ayrı ayrı incelenen 2013 Türkiye Okul Öncesi Eğitim Programı için genel özelliklerinin tema ve kodları Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmacılar tarafından tek tek ve 3 ayrı uzman tarafından her bir uzmanın farklı ülkenin programlarını incelediği; Avustralya, Almanya ve Kanada Okul Öncesi Eğitim Programı için genel özelliklerini gösteren tema ve kodlar ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1

Türkiye Okul Öncesi Eğitim Programı Genel Özellikleri

Temalar	Kodlar
Program Felsefesi	İlerlemeci
	Çocuk merkezli
	Oyun temelli
	Bütüncül gelişimi destekleme
	Sarmal ve eklektik
Programın Genel Amaçları	Zengin öğrenme deneyimi sağlama
	İlkokula hazırlık
	Gelişim ve öz bakım becerilerini destekleme
Gelişim Alanları	Bilişsel gelişim
	Dil gelişimi
	Sosyal-duygusal gelişim
	Motor gelişimi
	Öz bakım becerileri

Tablo 1 incelendiğinde, Türkiye 2013 okul öncesi eğitim programında ilerlemecilik felsefesinin esas alındığı görülmektedir. Program, çocuk merkezli olup, gelişimlerini desteklemesinin yanı sıra bütün gelişim alanlarında görülebilecek yetersizlikleri önlemeyi amaçladığından destekleyici ve önleyici boyutları olan, özel gereksinimli bireyler için uyarlamalara yer veren, çok yönlü bir program olma özelliği taşımaktadır. Program, çocukların gelişim düzeylerine ve özelliklerine dayanan oyun temelli, günlük yaşam deneyimlerinden yararlanan ve bu anlamda, bütün gelişim alanlarının geliştirilmesini esas alan gelişimsel bir programdır. Ayrıca program aile eğitimine ve katılımına, rehberlik hizmetlerine önem veren çağdaş bir anlayışı benimsemiştir. Yaklaşım olarak "sarmal özellik gösteren bu program, model olarak eklektiktir. Bu program, okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden çocukların zengin öğrenme deneyimleri aracılığıyla sağlıklı büyümelerini; motor, sosyal ve duygusal, dil ve bilişsel gelişim alanlarında gelişimlerinin en üst düzeye ulaşmasını, öz bakım becerilerini kazanmalarını ve ilkokula hazır bulunmalarını sağlamak amacı ile geliştirilmiştir. Bununla birlikte

gelişimsel bir programdır. Bütüncül bir yaklaşımla, çocuğun sosyal ve duygusal, motor, bilişsel, dil gelişim alanları ile öz bakım becerilerini desteklemeyi hedeflemektedir.

Tablo 2’de özetlenen Avustralya okul öncesi eğitim programı incelendiğinde; programın felsefesinde oyun temelli, aktif öğrenme yaşantısı, sosyal öğrenme, yaparak yaşayarak öğrenme gibi dinamik süreçlerin olduğu görülmektedir. Programın amacı temelde çocukların eşit ve en ideal şekilde öğrenmeleri sağlamak olarak; bu doğrultuda da ilkeleri güvenli, saygılı ve karşılıklı ilişkiler, ortaklıklar, yüksek beklentiler ve eşitlik, çeşitliliğe saygı, sürekli öğrenme ve yansıtıcı uygulama olarak ele alınmaktadır. Programın tamamında yer alan kazanımlar bağlamında duygusal, sosyal, bilişsel, fiziksel ve kişisel gelişim alanları yer aldığı ve bu bağlamda 5 temel öğrenme çıktısı ve 19 alt başlığın bulunduğu görülmektedir.

Almanya okul öncesi eğitim programı bütüncül bir yaklaşıma ve sistemli bir öğrenme yapısına sahiptir. Programın amaçları arasında merak ve yaratıcılığı desteklemek, kendine güvenen ve öğrenmek için kendini güdüleyebilen bireyler yetiştirmek bulunmaktadır. Bu bağlamda programda ele alınan kazanımlar tüm gelişim alanlarını içermektedir.

Kanada okul öncesi eğitim programının belirli bir felsefesi olmamakla beraber küresel amaçlara vurgu yapan bir özelliğe sahip olduğu görülmektedir. Programın önlemsel maddeler içerdiği ve keşfetmeye, yaparak yaşayarak ve oyun temelli öğrenmeye önem veren, kapsayıcı eğitim ile ilgili ilkeleri olduğu gözlemlenmiştir. Program tüm gelişim alanlarını kapsayacak şekilde düzenlendiği görülmektedir.

Tablo 2

Avustralya, Almanya ve Kanada Okul Öncesi Eğitim Programları Genel Özellikleri

Temalar/Kodlar	Avustralya	Almanya	Kanada
Program Felsefesi	Oyun temelli Holistik Çocuk merkezli Yaparak-yaşayarak öğrenme Sosyal öğrenme	Bütüncül gelişimi destekleme Sistemli öğrenme Gerçek yaşam deneyimleri	Bütüncül gelişimi destekleme Çok kültürlü eğitim Küresel ve evrensel amaçlara yönelik
Programın Genel Amaçları	Eğitimde mükemmellik ve eşitlik Kendine güvenli ve yaratıcı birey yetiştirme	Bireysel becerileri ve öğrenmeyi geliştirme Kendine güvenli ve yaratıcı, meraklı birey yetiştirme	Küresel gelişimi destekleme İlkokula hazırlık Keşfederek öğrenme Güven verici ve kapsayıcı ortam sunma
Gelişim Alanları	Sosyal gelişim Duygusal gelişim Fiziksel gelişim Bilişsel gelişim	Sosyal/duygusal gelişim Dil ve matematiksel gelişim Bilişsel gelişim Fiziksel-motor gelişimi	Duygusal gelişim Sosyal gelişim Dil gelişimi Bilişsel gelişim Fiziksel-motor gelişimi

Okul Öncesi Eğitim Programlarının Sürdürülebilirlik ile İlişkisi

3 farklı okul öncesi öğretmeni ve araştırmacılar tarafından ayrı ayrı incelenen 2013 Türkiye Okul Öncesi Eğitim Programının sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmesini gösteren tema ve kodları Tablo 3’te görüldüğü gibidir. Araştırmacılar tarafından tek tek ve 3 ayrı uzman tarafından her bir uzmanın farklı ülkenin programlarını incelediği; Avustralya, Almanya ve Kanada Okul Öncesi Eğitim Programlarının sürdürülebilirlik ile ilişkisini gösteren tema ve kodlar ise Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 3*Türkiye Okul Öncesi Eğitim Programının Sürdürülebilirlik ile İlişkisi*

Temalar	Kodlar
Programda sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilen kavramlar	Karşıtlık/Zıtlık Kavramları Zaman Kavramları Öz Bakım Kavramları Sürdürülebilirlik ve Gelecek Kavramları
Programda sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilen kazanım/gösterge/amaçlar	Öz Bakım Becerileri (Sağlık, temizlik, beslenme, yaşam becerileri) Sosyal ve Duygusal Gelişim (Hak ve sorumluluklar, sosyal uyum, yaratıcılık, estetik, farklılıklara saygı) Bilişsel Gelişim (Gözlem yapma, neden-sonuç ilişkisi, problem çözme, parça-bütün ilişkisi)
Kavram ve kazanımların kazandırılma süresi	Belirtilen bir süre yoktur 1 yıllık öğretim süresi yeterli değildir
Kazanım/gösterge/hedeflerin gelişimi alanları ile ilişkisi	Sosyal duygusal gelişim Öz bakım becerileri Bilişsel gelişim
Programda sürdürülebilirlik eğitimi ile ilgili önerilen etkinliklerin akışı (basitten karmaşığa/ aynı düzey)	Okul öncesi programında sürdürülebilirlik kavramı yer almamaktadır
Programda çevre/doğa ile ilgili uygulama önerileri	Uygulama önerisi bulunmamaktadır
Programda sürdürülebilirlik ile ilgili kazanımların değerlendirilmesi ve izlenmesine yönelik bilgiler	Değerlendirme yöntemi belirtilmemektedir Öğretmenin inisiyatifinde

Türkiye’deki Okul Öncesi Eğitim programda yer alan kavramlara verilen cevaplar incelendiğinde araştırmacıların bulguları ile öğretmenlerin bulguları arasında yüksek benzerlik olduğu görülmüştür. Ele alınan kazanım boyutları değerlendirildiğinde de araştırmacılar ve üç öğretmenin de ortak olarak belirttiği kazanım “Bilişsel Gelişim” kazanımları olduğu, bunu “Sosyal Duygusal Gelişim” ve “Öz Bakım Becerisi” kazanımlarının takip ettiği görülmektedir. Bir öğretmen hariç diğer öğretmenler ve araştırmacılar başta Sosyal ve Duygusal Gelişim alanı olmak üzere bu alanlardaki kazanımlardan bahsetmektedirler. Buna paralel olarak sürdürülebilirlik ile ilgili eğitimi bu gelişim alanları ile ilişkili olarak ele aldıkları görülmektedir. Kazanımların bir yıllık eğitim-öğretim sürecinde verilmesinin mümkün olmadığını belirtirken, sabit bir zaman aralığı olmaksızın dönem içerisinde programın sarmallık özelliğinden de yararlanarak bir eğitim-öğretim yılına yayarak verilebileceği belirtilmektedir.

Programın sunduğu etkinlik ve uygulama örnekleri bağlamında sürdürülebilirlik için eğitim ile ilgili herhangi bir içeriğin olmadığını görülmektedir. Kazanımların değerlendirmesine bakıldığında, bir değerlendirme önerisinin olmadığı ve öğretmenin inisiyatifine bırakıldığı görülmektedir. Bunlara ek olarak öğretmenlerin görüşleri neticesinde sürdürülebilirlik için eğitimin okul öncesi eğitim programında yeteri kadar yer almadığını ve programa farklı alanlarla uyulanarak verilebileceğini düşündükleri görülmektedir.

Tablo 4*Avustralya, Almanya ve Kanada Okul Öncesi Eğitim Programlarının Sürdürülebilirlik ile İlişkisi*

Temalar/Kodlar	Avustralya	Almanya	Kanada
Programda sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilen kavramlar	Programda kavramlara yer verilmemiştir.	Kültür Sürdürülebilirlik Değerler Adalet-Hak Sağlık Doğa Saygı-Hoşgörü Sürdürülebilirlik Eğitimi	Doğrudan kavram bulunmamakta Kültür Evrensellik Kapsayıcılık

Tablo 4 (Devam)

Temalar/Kodlar	Avustralya	Almanya	Kanada
Programda sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilen kazanım/gösterge/amaçlar	Çeşitlilik ve kültürel farkındalık Problem çözme ve araştırma becerileri Çevre bilincine ve sosyal sorumluluğa duyarlılık Kendini tanıma	*	Sağlıklı yaşam tarzı alışkanlıkları Kendini ve ihtiyaçlarını tanıma Sosyal beceriler Çevresinde olanları gözlemleme ve yeni şeyler keşfetme
Kavram ve kazanımların kazandırılma süresi	Belirtilen bir süre yok 6-8 hafta	Belirtilen bir süre yok 1 öğretim yılı yetersiz	Belirtilen bir süre yok 1 öğretim yılı
Kazanım/gösterge/hedeflerin gelişimi alanları ile ilişkisi	Bilişsel Gelişim Kişilik Gelişimi Sosyal-Duygusal Gelişim Fiziksel-Motor Gelişimi	Sosyal-Duygusal Gelişim Fiziksel-Motor Gelişimi Bilişsel Gelişim	Sosyal-Duygusal Gelişim Fiziksel-Motor Gelişimi Bilişsel Gelişim
Programda sürdürülebilirlik eğitimi ile ilgili önerilen etkinliklerin akışı (basitten karmaşığa/ aynı düzey)	Basitten karmaşığa Yakından uzağa Bilinenden bilinmeyene	Basitten karmaşığa Karma etkinlikler	*
Programda çevre/doğa ile ilgili uygulama önerileri	Sınıf içi ve Sınıf dışı öğretim Bütüncül gelişim Oyun temelli Geniş materyal seçimi (doğal-teknolojik) Çocuk merkezlilik	Sınıf içi ve Sınıf dışı öğretim 4 yeterlilik/10 etkinlik Deney Proje tabanlı Oyun temelli Yaparak yaşayarak öğrenme Çok yönlü materyal seçimi	Uygulama önerisi bulunmamakta
Programda sürdürülebilirlik ile ilgili kazanımların değerlendirilmesi ve izlenmesine yönelik bilgiler	Süreç değerlendirmesi Okul-Aile işbirliği Öğretmenin kendini değerlendirmesi	Değerlendirme yöntemi belirtilmemekte Kazanımlara yönelik soru önerileri	Değerlendirme yöntemi belirtilmemekte

*Uzmanlar ve araştırmacılar bu kriter için görüş belirtmemiştir/programda gerekli verilere ulaşamamıştır.

Avustralya okul öncesi eğitim programı incelendiğinde doğrudan sürdürülebilirlik ile ilgili bir kavrama rastlanmamaktadır. Ancak, farklı kazanımlar sürdürülebilirlik için eğitim ile ilişkilendirilebilmekte ve bu kazanımların bir yıllık eğitim-öğretim sürecinde verilebileceği düşünülmektedir. Bu kazanımlar arasında gruplara ve topluluğa bağlılık duygusu geliştirmek ve aktif topluluk katılımı için karşılıklı haklar ve sorumluluklar konusunda bir anlayış geliştirmek, çeşitliliği keşfetmek ve saygıyla yanıt vermek, adaletin farkına varmak sosyal sorumluluk ve çevreye saygı göstermek, sosyal, duygusal ve zihinsel refahlarında güçlü olmak sayılabilir.

Avustralya okul öncesi eğitim programının sürdürülebilirlik için eğitim çerçevesinde sosyal gelişime daha çok önem atfetmektedir, ancak bununla birlikte diğer gelişim alanlarını ile de ilişkilendirilebildiği görülmektedir. Bu kazanımları çocuklara verme konusunda programın sunduğu öneriler incelendiğinde, aynı düzey, basitten karmaşığa, yakından uzağa gibi çeşitli yöntemler ile gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

Program genel çerçevesinde eğitim-öğretim faaliyetlerinde iç mekân ve dış mekân kullanımının birlikte gerçekleştirilmesine ve bu farklı ortamlar sayesinde, çocukların tüm gelişim alanları ile desteklenebileceğini ortaya koymaktadır. Sürdürülebilirlik kalkınma eğitimi ile ilgili olduğu düşünülen öneriler bütün gelişim alanlarıyla ilişkilendirilebilmektedir. Programın sunduğu önerilerin belirli bir hedef yaş kitlesi olmamakla birlikte materyal kullanımı bağlamında geniş bir hedef kitleye sahip olduğu görülmektedir. Bu öneriler programın çocuk merkezli bir çerçevede olduğunu göstermektedir. Değerlendirme bu program için önemli bir bileşendir. Bu bağlamda öğrenme çıktılarını belgelemesi, çocuğun ihtiyaçlarının analiz edilmesi ve ihtiyaçları doğrultusunda öğrenmelerin planlanması, değerlendirmede okul ve aile iş birliğinin sağlanması ve sadece çocuğun değil öğretmenin de kendini değerlendirmesi programın önemli unsurlarındandır.

Almanya okul öncesi eğitim programının sürdürülebilirlikle ilgili kazanımları sürdürülebilirliğin; sağlık, adalet, doğaya ve canlılara saygı, kültürler arası etkileşim /farklı kültür ve değerlere saygı farkındalığı amaçları arasındadır. Programda bulunan kavram ve kazanımların bir eğitim öğretim yılı içerisinde verilmesinin oldukça zor olduğu düşünülmektedir. Sürdürülebilirlikle ilgili kazanımlar genel anlamda bilişsel, fiziksel ve sosyal-duygusal gelişim alanları ile ilgilidir ve bu kazanımlar kendi içlerinde aşamalılık göstermektedir. Kazanımlar ile ilgili uygulamalar sınıf içinde ve sınıf dışında uygulanabilecek şekilde düzenlenmiştir ve uygulamalar tüm okul öncesi dönemi çocuklarını kapsamaktadır. Program uygulamalarda; gerçek yaşam materyalleri kullanımına, yaparak yaşayarak öğrenmeye önem vermekle birlikte deney, proje, alan gezisi, oyun gibi farklı öğretim yöntemlerine imkân sağlamaktadır.

Kanada okul öncesi programında da sürdürülebilirlik ile ilgili doğrudan kavram ve kazanım bulunmamaktadır ancak sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilebilecek kavramlar mevcuttur. Programda belli bir süre belirtilmemiştir ancak bir eğitim öğretim yılına basitten karmaşığa olacak şekilde öğrenci ilgi ve ihtiyaçları dikkate alınarak ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Sürdürülebilirlikle ilgili olan kazanımlar motor, bilişsel ve sosyal-duygusal gelişim alanları ile ilgilidir. Program sınıf içi ve sınıf dışında uygulamalara fırsat vermektedir. Belirgin olarak uygulama örnekleri olmamakla beraber küçük anekdotlarla öğretmenlere yol göstermektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Avustralya, Almanya, Kanada ve Türkiye okul öncesi eğitim programlarının genel yapıları incelendiğinde; çocukların gelişimlerini bütüncül olarak desteklemeyi amaçlamaktadır. Farklı yaklaşımlar olmasına karşın birçok benzer yanları da vardır. Okul öncesi eğitim programlarının tamamı, çocukların sosyal-duygusal, bilişsel ve fiziksel gelişimlerini desteklemeye odaklanmıştır ve oyun temelli, yaparak yaşayarak öğrenme deneyimleri ile bu alanların gelişimini desteklemeyi benimsemişlerdir. Bununla birlikte, Avustralya programı sosyal öğrenmeye vurgu yaparken, Almanya programı sistemli ve bütüncül bir öğrenme yapısı ile merak ve yaratıcılığı teşvik etmeyi hedeflemektedir. Kanada programı, küresel amaçlara vurgu yapar ve kapsayıcı eğitim anlayışı olduğu görülmektedir. Türkiye programı ise ilerlemecilik felsefesini benimseyerek çocuk merkezli ve gelişimsel bir yaklaşım sunmaktadır. Türkiye okul öncesi eğitim programının sarmal ve eklektik yapısı diğer programlardan ayrılmaktadır. Her program kendi ilke ve amaçları doğrultusunda özelliklere sahiptir. Ancak temelde benzer gelişim alanlarına ve eğitsel anlayışlara sahiptirler. Programların arasındaki farklılıklar yerel ihtiyaçlardan ve kültürel yapıdan kaynaklandığı düşünülebilir. Bu bağlamda programlar kendi kültürel ihtiyaçlarına hitap ederken aynı zamanda evrensel yönleri de benzerliklerini ortaya koymaktadır.

Çalışmanın asıl odak noktası bu programların sürdürülebilirlik ile ne kadar ilişkileri olduğunu yani sürdürülebilirlik eğitimine ne ölçüde yer verdiklerini anlamaktır. Bilinçli bir toplum oluşturacak bireylerin sürdürülebilir hedeflere ulaşılmasını sağlaması için bu hedefler eğitim programlarına yansması oldukça önemli bir durumdur (Yapıcı, 2003). Bunun için de eğitimin ilk aşaması olan ve en temel becerilerin kazanıldığı erken çocukluk döneminden başlayarak temel bir değer olarak eğitim programlarına sürdürülebilir kalkınma eğitiminin dâhil edilmesi oldukça önemlidir (Prince, 2010). Literatürdeki çalışmalar da buna paralel olarak sürdürülebilir kalkınma eğitiminin erken çocukluk döneminden itibaren verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Bulut ve Polat, 2019; Davis, 2010; Prince, 2010; Reunamo ve Suomela, 2013; Weldermariam vd., 2017).

Avustralya, Almanya, Kanada ve Türkiye okul öncesi eğitim programlarının sürdürülebilirlik ile ilişkisi incelendiğinde programlarda doğrudan veya dolaylı olarak sürdürülebilirlik ile ilgili bileşenlerin yer aldığı görülmektedir. Almanya okul öncesi eğitim programı doğrudan sürdürülebilirlik eğitimine vurgu yaparken Avustralya, Kanada ve Türkiye'nin okul öncesi eğitim programlarının kazanımlarında dolaylı olarak sürdürülebilirliğin çeşitli boyutları yer almaktadır. Bu bağlamda çevre, sağlık, kültür, adalet, evrensellik, problem çözme becerileri gibi kavramlar ile kazandırılması beklenen beceriler ve kazanımlar sürdürülebilirliğin bileşenlerini de oluşturmaktadır.

Programların tamamı bu becerileri ve/veya kazanımları temelde bilişsel, sosyal-duygusal, fiziksel gelişim alanları ile ilişkilendirmektedir. Bu becerileri ve/veya kazanımların da erken yaştaki en temel öğretim stratejisi olan basitten karmaşığa ilkesi ile gerçekleştirilmesine olanak tanıdığı görülmektedir. Avustralya ve

Almanya okul öncesi eğitim programları bu bağlamda çeşitli uygulama önerileri sunmaktadır. Ancak, Türkiye ve Kanada okul öncesi eğitim programlarında sürdürülebilirlik ile ilgili becerileri ve/veya kazanımlar için özellikle bir uygulama önerisine yer verilmediği görülmektedir ve tüm programlar için sürdürülebilirlik ile ilişkili becerileri ve/veya kazanımların bir eğitim-öğretim yılında kazandırılmayacağı düşünülmektedir.

Bir beceri veya kazanımın çocuklara kazandırılmasında önemli olan süreçlerden biri de değerlendirmedir. Değerlendirme sayesinde hedeflerin ne derecede gerçekleştirilebildiği anlaşılabilmekte ve hem ihtiyaçlar hem de nelerin etkili yapılabildiği hakkında fikir sahibi olunabilmektedir. Ancak programlar incelendiğinde Avustralya okul öncesi eğitim programı hariç diğer 3 program da sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilen beceri ve/veya kazanımın değerlendirme boyutuna yer verilmediği görülmektedir. Bu bağlamda Türkiye okul öncesi eğitim programı değerlendirme boyutunu öğretmenlerin inisiyatifine bırakmıştır. Avustralya okul öncesi eğitim programı ise süreç değerlendirmesine ve okul aile işbirliğine vurgu yapmaktadır. Bununla birlikte öğretmenin kendi kendini değerlendirmesine ve eğitsel içeriklerini bu şekilde şekillendirmesine de değinilmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma eğitimi öğrencilerin çevre, ekonomik ve sosyal düzen oluşmasını sağlamasını, bu düzenin gelişmesini ve geleceğini düşünen planlı bir şekilde hareket eden eğitimi kapsamaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir kalkınmanın içinde barındırdığı tüm konuları ele almaktadır (Bulut ve Çakmak, 2018). Programlar incelendiğinde de en çok vurgunun çevre ve kültürel boyutlarda olduğu görülmektedir. Programlar dolaylı veya doğrudan kültür, evrensellik, sağlıklı yaşam, doğa, çevre ve çevre bilinci gibi kavramlara yer vermektedir. Ancak sürdürülebilir kalkınmanın ekonomi boyutu ile ilişkilendirilebilecek kazanımların oldukça az olduğu görülmektedir. Bunun nedeni okul öncesi dönemde henüz soyut durumları anlamlandırma olanağının olmaması ve ekonomi ile ilgili kavramların somutlaştırılabilmesinin zor olması olabilir.

Literatürde yer alan çalışmaların sonuçları da bulgularımızı destekler niteliktedir. Weldermariam ve diğerleri (2017) sürdürülebilirlik hakkındaki fikirlerin Avustralya, İngiltere, Norveç, İsveç ve ABD erken çocukluk müfredatına nasıl ilişkilendirildiğini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, sürdürülebilirlik ile ilgili fikirler, çoğu müfredatta örtük olarak yer aldığı görülmüştür. Benzer şekilde Reunamo ve Suomela (2013) tarafından yapılan araştırma da Finlandiya erken çocukluk eğitimi ve bakımı (EÇEB) müfredatında, sürdürülebilir kalkınma için eğitim için özel bir içerik olmadığını belirtmişlerdir.

Sürdürülebilirlik için eğitim, aynı zamanda “insanları sürdürülebilir yaşamaya yönlendiren ve motive eden öğrenme becerilerini, bakış açılarını ve değerleri” de ele almalıdır (UNESCO, 2005, s.18; Varela-Losada vd., 2022). Eğitim, bu bağlamda bir davranış değişikliği ve düşünsel dönüşüm yaratma yoludur ve uzun vadeli, geleceğe yönelik düşünmeyi bir alışkanlık haline getirmeyi sağlamaya odaklanır (Campbell ve Speldewinde, 2022). Ancak çalışma kapsamında incelenen programlarda sürdürülebilirlik boyutuna daha fazla değinilmesi gerektiği görülmektedir. Årlemalm -Hagsér ve Davis’in (2014) erken çocukluk eğitimi için Avustralya ve İsveç ulusal programlarında çevre ve sürdürülebilirlik ile ilgili kavramları incelediği çalışması ve Kim ve Dreamson (2020) tarafından, sürdürülebilirlik için erken çocukluk eğitimi kavramlarının Avustralya ve Kore ulusal müfredatlarında nasıl yer aldığına incelediği çalışmalar da benzer sonuçları göstermektedir.

Sürdürülebilirlik eğitiminin okul öncesi eğitim programlarında doğrudan bir tema olarak yer almamasına karşın, farklı gelişim alanları ve kazanımlar aracılığıyla dolaylı olarak verilebileceği anlaşılmaktadır. Özellikle sosyal, duygusal, bilişsel ve motor gelişim alanlarının bütünleştirilerek verildiği görülmektedir. Özkan ve Tuğluk’un (2020) Türkiye 2013 okul öncesi programının kazanım göstergeler açısından incelediği çalışmada da motor ve dil alanlarında çevre eğitime yönelik kazanım ve göstergelerin yer almadığı ancak sosyal-duygusal, bilişsel ve öz bakım becerileri alanlarında çevre eğitime ilişkin kazanım ve göstergelerin mevcut olduğunu görülmektedir.

Hem çalışmadan elde edilen bulgular hem de ilgili alan yazınındaki çalışmaların sonucu okul öncesi eğitim müfredatlarında sürdürülebilirlik ile ilgili kavramların doğrudan veya dolaylı olarak yer aldığını ancak bunların kapsamının daha da genişletilmesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu bağlamda daha çok doğrudan kavram ve becerilere yer verilmesine ihtiyaç olduğu da düşünülmektedir. Bu çalışma gerçekleştirildiğinde Türkiye’de yürürlükte 2013 okul öncesi eğitim programı olduğundan bu program analiz edilmiştir. Ancak gelecekteki çalışmalarda, yenilenen Türkiye yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programının da kapsamlı bir şekilde incelenmesi yeni programın sürdürülebilirlik eğitimine ne şekilde yer

verdiğini anlamamızı sağlayacaktır. Yeni programa genel çerçevesi ile bakıldığında doğrudan çevre ve geri dönüşüm ile ilgili kazanımların yer aldığı görülmektedir (MEB, 2024). Bu doğrultuda çalışmanın sonucunda şu önerilerde bulunulabilir:

2024 Türkiye yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Program sürdürülebilirlik eğitimi bağlamında analiz edilebilir ve sonuçları ilgili alan yazınına katkı sağlayabilir.

Okul öncesi programlarında sürdürülebilirlik eğitimi için daha fazla doğrudan kazanım veya kavramın olması gerektiği düşünülmektedir. Bu doğrultuda yapılacak kapsamlı bir çalışma ile hem öğretmenlere hem de program geliştiricilerine referans olması adına, okul öncesi dönemde sürdürülebilirlik eğitimi için gelişime uygun beceri, kazanım ve kavramların neler olabileceği ortaya konabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri kapsamında 1919B012107602 numarası ile desteklenmiştir.

Çalışmanın ilk verileri 16. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde (UFBMEK) sunulmuş olup son hali buradan gelen dönütler göz önünde bulundurularak verilmiştir.

KAYNAKÇA

- Ada, Ş., Özkan Gültekin, S., & Gönenç, H. (2023). Dönüşümcü liderlik bağlamında sosyal bilimler lisesi öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik tutumlarının incelenmesi. *Uluslararası Liderlik Çalışmaları Dergisi: Kuram ve Uygulama*, 6(3), 187-202. <https://doi.org/10.52848/ijls.1323918>
- Akçay, İ. (2006). *Farklı ülkelerde okul öncesi öğrencilerine yönelik çevre eğitimi* (Tez No. 186406) [Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Alanka, D. (2024). Nitel bir araştırma yöntemi olarak içerik analizi: teorik bir çerçeve. *Kronotop İletişim Dergisi*, 1(1), 64-84. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kronotop/issue/82784/1405579>
- Ärlemalm Hagsér, E., & Davis, J. (2014). Examining the Rhetoric: a comparison of how sustainability and young children's participation agency are framed in australian and swedish early childhood education curricula. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 15(3), 231-244. <https://doi.org/10.2304/ciec.2014.15.3.231>
- Arslan, H. Ö., & Yağmur, Z. İ. (2022). Fen bilimleri öğretmenlerinin ekolojik ayak izi bilgi düzeyleri ve "sürdürülebilir kalkınma için eğitime" ilişkin görüşleri. *International Journal of Turkish Education Sciences* (18), 139-167. <https://doi.org/10.46778/goputeb.1025127>
- Ateş, H. (2019). Fen bilimleri dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından analizi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 101-127. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2019.120>
- Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 9(1), 23-28. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deuhfed/issue/46796/586804>
- Bulut, B., & Çakmak, Z. (2018). Sürdürülebilir kalkınma eğitimi ve öğretim programlarına yansımaları. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi*, 7(4), 2680-2697. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/623591>
- Bulut, Y., & Polat, Ö. (2019). Erken çocukluk eğitimde sürdürülebilir kavramının incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(2), 35-58. <https://dergipark.org.tr/en/pub/fuuiibfdergi/issue/51484/668167>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., & Karadeniz, Ş., Demirel, F. (2020). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (28. basım). Pegem Akademi. <https://doi.org/10.14527/9789944919289>
- Caba, B. (2021). *Sınıf öğretmeni adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri ve çevresel tutumları (Amasya örnekleme)* (Tez No. 683011) [Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Campbell, C., & Speldewinde, C. (2022). Early childhood STEM education for sustainable development. *Sustainability*, 14(6), 3524. <https://doi.org/10.3390/su14063524>
- Carter, N., Bryant-Lukosius, D., DiCenso, A., Blythe J., & Neville A.J. (2014). The use of triangulation in qualitative research. *Oncol Nurs Forum*, 41(5), 545-547. <http://dx.doi.org/10.1188/14.ONF.545-547>
- Çepni, S. (2010). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (5. bs.). Palme Yayıncılık.
- Çevik, U., & Şahin, E. (Ed.) (2023). *Sürdürülebilir kalkınma ve stem eğitimi*. Nobel Akademik Yayıncılık.

- Davis, J. (2010). Early childhood education for sustainability: Why it matters, what it is, and how whole centre action research and systems thinking can help. *Journal of Action Research Today in Early Childhood*, 35- 44. <https://eprints.qut.edu.au/32257/>
- Davis, J., & Elliott, S. (2014). *Research in early childhood education*. New York, NY.
- Değirmenci, Y., & Gül, D. (2024). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Firat University Journal of Social Sciences*, 34(3), 1289-1299. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.1517865>
- Demir, Y., & Atasoy, E. (2021). Ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik algılarının incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(3), 1688-1702. <https://doi.org/10.24315/tred.878404>
- Demirbaş Öztürk, Ç. (2011). Sustainable development in the curriculum of geography course. *Journal of Human Sciences*, 8(2), 595-615. <https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/ijhs/article/view/1642>
- Demirbaş, Ç. (2015). Öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınma farkındalık düzeyleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 31, 300-316. <https://doi.org/10.14781/mcd.09811>
- Gülay, H., & Önder, A. (2011). *Sürdürülebilir Gelişim İçin Okulöncesi Dönemde Çevre Eğitimi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. contribution of working group 1 to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
- Kahrıman Pamuk, D. (2019). Okul öncesi öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınmaya yönelik tutumlarının incelenmesi. *Turkish Journal of Primary Education*, 4(2), 72-84. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tujped/issue/50537/642065>
- Kaya, M., & Tomal, N. (2011). Sosyal bilgiler dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından incelenmesi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 49-65. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/696392>
- Kaya, N., Artvinli, E., & Çobanoğlu, M. (2011). Sürdürülebilir kalkınma için Türkiye’de ve dünyada çevre eğitimi çalışmaları. *6.Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 407-417). Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi. <https://tucaum.ankara.edu.tr/tucaum-vi-cografya-sempozyumu/>
- Kim, S., & Dreamson, N. (2020). Culturally inclusive early childhood education for sustainability: a comparative document analysis between Australian and Korean curricula. *European Early Childhood Education Research Journal*, 28(5), 712–730. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2020.1817242>
- Korkmaz, G. (2020). Yenilenen öğretmen yetiştirme lisans programlarının sürdürülebilir kalkınma için eğitim bağlamında incelenmesi. *Journal of Advanced Education Studies*, 2(2), 111-132. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejaes/issue/56678/742200>
- Mamur, N., & Köksal, N. (2016). Görsel sanatlar dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi bağlamında incelenmesi. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 5(3), 732-747. <https://hdl.handle.net/11499/27128>
- Martínez, A., Ull, M., & Minguet, P. (2014). Education for sustainable development in early childhood education in Spain. Evolution, trends and proposals. *European Early Childhood Education Research Journal*, 22(2), 213-228. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.783299>

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Okul öncesi eğitim programı*. <https://tegm.meb.gov.tr/dosya/okuloncesi/guncellenenokuloncesiegitimprogrami.pdf>
- Ogelman, H. G., & Ekici, G. (2010). MEB okul öncesi eğitim programının çevre eğitimi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(1), 74-84. <https://hdl.handle.net/11499/41750>
- Okur Berberoğlu, E., & Uygun, S. (2013). Tübitak 4004 projelerinin sürdürülebilir kalkınma için çevre eğitimi kapsamında değerlendirilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2). <https://dergipark.org.tr/pub/aibuefd/issue/1501/18167>
- Ozdem Yılmaz, Y. (2021). *IPCC sixth assessment report summary and inferences for science education*. The ICASE Newsletter, ss. 8-9. https://www.icasenonline.net/newsletter/icasen_07_08_2021.pdf
- Örerel, D., & Kağnıcı, D. Y. (2024). Bireyselden küresele sürdürülebilir kalkınma hedefleri bağlamında psikolojik danışman olmak. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* (60), 1173-1196. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1404409>
- Özkan, B., & Tuğluk, M. (2020). 2013 okul öncesi eğitim programının çevre eğitimi analizi. *Turkish Studies-Educational Sciences*, 15(3), 1991-1996. <https://dx.doi.org/10.29228/TurkishStudies.41743>
- Öztürk, T., & Zayimoğlu Öztürk, F. (2016). Sosyal bilgiler öğretim programının çevre eğitimi açısından analizi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 1533-1550. <https://dergipark.org.tr/pub/kefdergi/issue/22607/241649>
- Prince, C. (2010). Sowing the seeds: education for sustainability within the early years curriculum. *European Early Childhood Education Research Journal*, 18(3), 273-284. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2010.500082>
- Reunamo, J., & Suomela, L. (2013). Education for sustainable development in early childhood education in Finland. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 15(2), 91-102. <https://doi.org/10.2478/jtes-2013-0014>
- Teksöz, G. (2014). Geçmişten ders almak: Sürdürülebilir kalkınma için eğitim. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31(2), 73-97. <https://dergipark.org.tr/en/pub/buje/issue/14781/328411>
- Toran, M. (2017). Erken çocukluk eğitimi için sürdürülebilir kalkınma: Türkiye kökenli yayınlara yönelik bir değerlendirme. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 33-44. <https://doi.org/10.24130/eccd-jecs.196720171116>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], (2005). *United Nations decade of education for sustainable development (2005-2014): International implementation scheme*, Paris: UNESCO.
- Varela-Losada, M., Pérez-Rodríguez, U., Lorenzo-Rial, M. A., & Vega-Marcote, P. (2022). In search of transformative learning for sustainable development: bibliometric analysis of recent scientific production. *Frontiers in Education*, 7, 1-14. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.786560>
- Vladimirova, K., & Blanc, D. L. (2015). How well are the links between education and other sustainable development goals covered in UN flagship reports? A contribution to the study of the science-policy interface on education in the UN system. *Department of Economic & Social Affairs* <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2111education%20and%20sdgs.pdf>
- Weldermariam, K., Boyd, D., Hirst, N., Sageide, B., Browder, J., Grogan, L., & Hughes, F. (2017). A critical analysis of concepts associated with sustainability in early childhood curriculum frameworks across five national contexts. *International Journal of Early Childhood*, 49, 333-351. <https://doi.org/10.1007/s13158-017-0202-8>

- Yapıcı, M. (2003). Sürdürülebilir kalkınma ve eğitimi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 224-229. <http://hdl.handle.net/11630/3159>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayınları.
- Yıldırım, G. (2020). Sürdürülebilirlik konusundaki eğitim araştırmalarının tematik olarak incelenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(33), 70-106. <https://doi.org/10.29329/mjer.2020.272.4>
- Yılmaz, S., & Olgan, R. (2017). Okul öncesi dönem çocuklarının doğaya yakınlık (biyofili) seviyelerinin araştırılması. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(3), 1106-1129. <http://dx.doi.org/10.17860/mersinefd.304070>

EKLER

Ek 1. Ölçütler

1. Programın felsefesi- Hangi okul öncesi paradigma (değer)/ yaklaşım ve/veya felsefesini esas alıyor?
2. Programın genel amaçları, ilkeleri nelerdir?
3. Programda kaç kazanım yer almaktadır ve hangi gelişim alanları ile ilgilidir?
4. Programda yer alan kavramlardan hangilerini sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilebilir?
5. Programda sürdürülebilirlik eğitimi ile ilgili sizin ilişkili gördüğünüz kazanım/gösterge/amaçlar nelerdir?
6. Yukarıda belirttiğiniz kazanım/göstergeleri kazandırmak için programda verilen süre yeterli midir? Bir yılda ne kadar süre yeterlidir?
7. Programda sürdürülebilirlik eğitimi ile ilgili kazanım/gösterge/hedeflerin programda hangi gelişimi alanları ile ilgili?
8. Programda sürdürülebilirlik eğitimi ile ilgili önerilen etkinliklerin akışı (basitten karmaşığa/ aynı düzey) nelerdir?
9. Programda çevre/doğa ile ilgili önerilen uygulamalar için:
 - a. Uygulamaların öğrenme ortamları
 - b. Uygulamaların süresi
 - c. Uygulamaların ilişkili olduğu kazanım/ hedef/ gösterge/ amaçlar
 - d. Uygulamaların bütünleştirildiği etkinlik türleri
 - e. Uygulamaların hedef yaş grubu
 - f. Uygulamalarda kullanılması önerilen materyal/ malzemeler
 - g. Uygulamalarda kullanılması önerilen yöntemler/ stratejiler
10. Programda sürdürülebilirlik ile ilgili kazanımların değerlendirilmesi ve izlenmesine yönelik hangi bilgi verilmektedir? Nasıl?

Comparative Analysis of Early Childhood Sustainable Development Education Based on Expert and Teacher Opinions

Mustafa Şahin^{1*} 
Büşra Oruç² 
Gülizar Ay Demirel³ 
Yasemin Özdem Yılmaz⁴ 

¹Graduate Student, Muğla Sıtkı Koçman University, Department of Computer and Educational Technologies Education, Muğla, Türkiye
mustafasahinn98@gmail.com

²Early Childhood Teacher, Ayda Bebek Anaokulu, İzmir, Türkiye
busraoruc@icloud.com

³Early Childhood Teacher
gulizardemirel97@gmail.com

⁴Assoc.Prof. Dr., Muğla Sıtkı Koçman University, Department of Early Childhood Education, Muğla, Türkiye
yaseminozdem@mu.edu.tr

Received: 31.01.2025
Accepted: 26.02.2025
Available Online: 30.05.2025

Abstract: Sustainable Development Education determines a framework that will change the individual's consumption habits and attitudes and behaviour patterns in this direction for a sustainable future, develop forward-looking and systematic thinking, joint decision-making and implementation skills for a sustainable future. For this, it foresees the development of necessary education and training practices. Including sustainable development education in education curricula will increase children's awareness of this issue and will ensure the formation of a shared consciousness in society. When we look at the studies conducted on sustainable development education, it is seen that there are very few international comparative studies on early childhood. Based on this situation, this study aims to examine sustainable development education in early childhood from a global perspective by comparing how sustainable development education is associated with the 2013 preschool education curriculum and its supplements in Türkiye and how sustainable development education is reflected in preschool education curricula internationally in line with the opinions of teachers and experts. This study is a qualitative and descriptive content analysis. In this context, preschool education curricula in Türkiye, Australia, Germany and Canada were examined in line with the opinions of experts and teachers. The obtained data were analysed using the document analysis method and the results were collected thematically under two main headings. These headings are: "General Characteristics of Pre-School Education Curricula" and "Relationship of Pre-School Education Curricula with Sustainability". As a result, it is seen that although sustainability education is not directly included in pre-school education curricula, it can be given indirectly through different development areas and objectives.

Keywords: Sustainability Education, Preschool Education, Curriculum, Content Analysis

INTRODUCTION

Humanity has faced many problems transitioning from an agricultural to an industrial society. Humanity's unconscious consumption of non-renewable resources, pollution caused by industry, income inequality, gender inequality, climate change, unqualified education and unemployment are some of these problems (Korkmaz, 2020). The 21st century tells us that these problems will grow and we will face more (Yıldırım, 2020). These problems put our current lives and future at risk and are global problems that concern the entire world (Bulut & Çakmak, 2018; Kaya et al., 2011). When we look at the studies, we see that the most significant cause of the crisis is human behaviour (Ateş, 2019). As stated in the Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2021) report, human-factor effects have caused the world's climate to warm unprecedentedly in at least the last 2000 years. This effect manifests in every region of the world through extreme weather events such as heat waves, heavy rainfall, droughts and tropical cyclones (Özdem Yılmaz, 2021). The concept of sustainability has gained importance to reduce and compensate for these damages (Bulut & Çakmak, 2018; Kaya et al., 2011; Korkmaz, 2020).

The first significant indicator of sensitivity to the environment and environmental pollution was the establishment of the United Nations Environment Curriculum at the end of the UN Environment Conference held in Stockholm in 1972. Although the term sustainable development was not explicitly referred to at the conference, the international community accepted the idea that development and the environment, which had been treated as separate issues until now, could be managed in a mutually beneficial manner (Çevik & Şahin, 2023). Sustainable development offers a different method from humanity's perspective on nature until then. Sustainable development was defined in the Brundtland Report of the World Commission on Environment and Development (WCED) in 1987 as "Sustainable development is meeting the needs of the present without eliminating the potential of future generations to meet their own needs" (p. 15) (IPCC, 2021). Education is the most effective method for achieving sustainable development in ecological, social and economic contexts

(Gülay & Önder, 2011; Vladimirova & Blanc, 2015). Every study must include education to solve global problems (Teksöz, 2014). In parallel with this, when we look at the current studies conducted in Türkiye, it is seen that there are studies on the perceptions and attitudes of students at different educational levels regarding sustainability and performed with both teachers and prospective teachers who will be future teachers. For example, Demir and Atasoy (2021) examined the perceptions of middle school students towards sustainable development, and Ada et al. (2023) examined the attitudes of high school students towards sustainable development. Arslan and Yağmur (2022) examined teachers' views on sustainable development education in their studies conducted with science teachers. Değirmenci and Gül (2024) reviewed the opinions of prospective teachers studying in the social studies teaching curriculum on sustainable development. Caba (2021) studied the ecological footprint awareness levels and environmental attitudes of prospective teachers studying in the field of classroom teaching in his master's thesis. Örerel and Kağnıcı (2024) emphasised the importance of all school components in this area in their study and stressed the importance of sustainable development goals for school psychological counsellors. Prince (2010) argues that education for sustainability should be included in educational curricula as a fundamental value, especially starting from early childhood. Martinez et al. (2014), in their study examining the content of the early childhood education curriculum in Spain in terms of sustainability values, state that it is essential to verify whether educational curricula include activities designed to develop appropriate attitudes, behaviours and lifestyles.

Sustainable Development

The concept of sustainable development is based on three main pillars that aim to create shared prosperity for the current generation, continue to meet future generations' needs, and provide inclusive growth. These are the environmental, economic and social dimensions (Demirbaş, 2015). The foundation of sustainable development was laid with the Green Revolution, which emerged in Mexico in the 1940s and introduced chemicals such as pesticides, hybrid seeds and artificial fertilisers. The Green Revolution is an invention aimed at meeting the food needs of the increasing population (Teksöz, 2014). It can be said that the concept was used around the 1980s and was expressed environmentally. In this way, sustainability emerged in these years as not harming environmental values and using natural resources sustainably. In later years, the word development, which is related to the economy, was added to the concept of sustainability and expressed as sustainable development. In this way, with the realisation of sustainable development, development and growth will also be achieved in economic areas (Korkmaz, 2020). Later, the social dimension of sustainable development was recognised in the studies conducted to protect the environment and ensure the economy's growth. This dimension addresses the transformation of society into a democratic society that is aware of its responsibility towards the environment, is sensitive, and does not consume unconsciously (Kaya & Tomal, 2011). This shows that sustainability should not be perceived only as environmental protection and economic development. It also addresses the form of a sustainable social order. In this way, education comes to the fore in forming a conscious society (Korkmaz, 2020). For the individuals who will form this conscious society to achieve sustainable goals, these goals should be reflected in educational curricula and course content (Yapıcı, 2003). Reflecting the ideal of sustainable development in education and ensuring that people are concerned about this issue will create a society that does something for sustainability (Ateş, 2019). The concept of sustainability argues that individual interests cannot be considered separately from social interests, but can be shared through education (Demirbaş, 2015).

The role of education in solving global problems has been proven. In the reports published by DMO and UN, it has been stated that the studies conducted on protecting the ozone layer have yielded positive results. This positive result has been achieved through the training provided by some organisations and individuals to raise public awareness. The most critical point of these studies is to achieve success by focusing on people. According to the research reported by Davis (2010), education, including early childhood education, has a vital role in developing children into active and informed citizens and creating skills that can contribute to healthy and sustainable lifestyles. Unfortunately, today, the number of curricula that meaningfully associate sustainable development awareness with education systems is still very low, and research on this subject is only focused on social studies, art, geography, and science courses. It will be challenging to raise individuals with sustainable development and environmental awareness in education systems with this deficiency (Yapıcı, 2003). Therefore, to implement sustainable development education, education and training curricula need to be developed, and this education needs to be integrated into the curricula (Bulut & Çakmak, 2018). This study will reveal how sustainable development education in early childhood is associated with national and international education curricula and present suggestions for developing sustainable development relationships

in preschool education curricula in Türkiye. Thus, this study is also informative because it includes variables that outline sustainable development in early childhood education in future studies, organises pre- and continuous teacher training, and brings changes towards sustainable development to the agenda.

Education for Sustainable Development

The concept of education for sustainable development was first included in the UN Conference in the 20th century (Bulut & Çakmak, 2018). In this conference, the United Nations wanted to associate the concept of education with sustainable development to achieve sustainable development, and it was declared as the “Education Period for Sustainable Development.” It was emphasised that the issue should be put on the agenda worldwide between 2005 and 2014, and the necessary reflections should be made at all levels of education for this understanding to be established (UNESCO, 2005). By 2015, a ground had begun to form where vital decisions were made on fundamental issues concerning the transformation of the world. At the UN Sustainable Development Summit held at the United Nations Headquarters in New York in September 2015, the “2030 Sustainable Development Goals” related to social, environmental, and economic issues were accepted with the signatures of 193 countries. In this direction, one of the sustainable development goals now emphasises the need for and importance of education (Bulut & Çakmak, 2018).

UNESCO has emphasised that by 2030, all students should acquire the necessary knowledge and skills, as well as sustainable lifestyles, human rights, equality, peace, global citizenship and appreciation of cultural diversity, and the contribution of culture to sustainable development should be ensured. Sustainable development education emphasises that students should be provided with the formation of environmental, economic, and social order, and that schooling acts in a planned manner that considers the development and future of this order. Sustainable development education addresses all the issues that sustainable development includes (Bulut & Çakmak, 2018). According to Okur Berberoğlu and Uygun (2013), sustainable development education has a holistic perspective. It not only looks at the cause of environmental problems from a biological and physical perspective but also examines their social dimensions and tries to provide a holistic perspective to the individual who receives sustainable development education. Sustainable development education should be shaped and created by taking lessons from the past. The lesson learned from previous global problems and environmental education practices is that to achieve sustainable development, individuals must have a sense of responsibility regarding this issue. In other words, the individual takes responsibility for his/her behaviour and plays an active role in solving environmental problems by being aware of his/her responsibility (Okur Berberoğlu & Uygun, 2013).

Research argues that sustainable development education should be given from early childhood (Bulut & Polat, 2019; Davis, 2010; Prince, 2010; Reunamo & Suomela, 2013; Weldermariam et al., 2017). Since children are the decision-makers of the future, it is stated that sustainable life values should be instilled at an early age through an early age curriculum that relates to them at an early age (Prince, 2010). Accordingly, children modelled by teachers and parents and taught curriculum-based learning experiences can begin to take the first steps on a lifelong sustainability journey (Kahriman Pamuk, 2019). These researchers suggest that education for sustainability should become an integral part of preschool education and be included as a core value in the early childhood curriculum. Davis and Elliott (2014) emphasise that children are social beings and state that young children should be encouraged to participate in discussions and experiences about international understanding, equality, and social justice. The study conducted by Bulut and Polat (2019) also reveals that children can define nature in more complex ways when they are educated, and that learning environmental sustainability in early childhood is possible and efficient.

Similar to our study, Weldermariam et al. (2017) examined how ideas about sustainability are embedded in early childhood curricula for Australia, England, Norway, Sweden, and the USA. The analyses were conducted through critical inquiry and international dialogue, focusing on four aspects of the curriculum: sustainability presence, children’s views, the human–environment relationship, and the philosophical/theoretical underpinnings of ideas about sustainability. The findings suggest that ideas about sustainability are implicit in most curricula; however, it is unclear whether children are seen as global citizens who are instrumental in promoting sustainability. Concerning the human–environment relationship, the Australian framework expresses more reciprocity and complexity, while other frameworks are more human-centred, despite differences across curricula. The researchers conclude that there is a need to consider

alternative frameworks that offer more inclusive worldviews about sustainability, embracing human, non-human, and other species within a community of shared worlds.

Kim and Dreamson (2020) examined how Australian and Korean national curriculum documents represent early childhood education concepts for sustainability (the meaning of sustainability, children as change agents for sustainability, and sustainability in young children's daily lives) through critical document analysis. As a result of the study, it was found that the curriculum has significant connections with the dominant cultural characteristics of the countries. With these findings, this study adds culture as an essential dimension to the meaning of sustainability. Although cultural differences were not the primary focus of this study, the analysis showed that culture is a critical factor that clarifies why different interpretations of sustainability emerge in the curriculum. Similarly, Davis and Elliot (2014) show how sustainability is relevant to children, their families, and the communities they grow up in. In a study where Yılmaz and Olgan (2017) determined the closeness levels of 60–66-month-old children attending preschool education institutions to nature (biophilia), they determined that the most critical factor that stands out in children's biophilia or biophobia is the effect of culture.

Ärlemalm-Hagsér and Davis (2014) examined the concepts related to the environment and sustainability in the Australian and Swedish national documents for early childhood education of young children through critical document analysis – namely the environmental, social, economic and political dimensions of development, the place of humans in nature and environmental management. Overall, the study shows that learning about sustainability is defined in vague and ambiguous terms in the Australian and Swedish early childhood curricula. The analysis shows that while both the Australian and Swedish curricula deal with environmental, social, and cognitive content, the political dimensions of human development are discussed only to a limited extent or not at all. In other words, children are not recognised as beings capable of sustainability or as change agents in these early childhood curriculum frameworks. This study is a critical interpretive investigation that aims to uncover hidden assumptions and values about sustainability and how children are understood as active citizens.

In the study conducted by Reunamo and Suomela (2013), it was stated that there is no specific content for education for sustainable development (ESD) in the Finnish early childhood education and care (ECEC) curriculum. Therefore, the researchers examined the preferences of Finnish early childhood educators through the extended environmental education model. This model is based on Palmer's tree model and emphasises the experiential, social, and ethical components of ECEC. A survey was used as the research method. 924 teams in Southern Finland evaluated their learning environments in terms of ESD. According to the results, teachers prioritise the understanding (learning) aspects of ECEC and the social aspect of education. This study guided our study because it evaluated the educational curriculum for ESD based on teachers' opinions. Potential implications and indicators for ESD implementation are discussed in the study.

Similarly, in the studies reported by Ogelman and Ekici (2010), Özkan and Tuğluk (2020), it was aimed to examine the objectives and indicators in the Pre-School Education Curriculum of the Ministry of National Education in terms of environmental education. Both studies conducted content analysis of the Pre-School Education Curriculum regarding environmental education. Again, in both studies, data were collected by obtaining the opinions of the academic staff working in environmental education from the pre-school and child development departments with the “Expert Opinion Form” prepared by the researchers. The expert opinion form included objectives and indicators for all developmental areas in the Pre-School Education Curriculum. Experts were asked which of these were related to environmental education. In the study of Özkan and Tuğluk (2020), when the 2013 curriculum was examined in terms of objective indicators, it was seen that, according to the experts, there were no objectives and indicators related to environmental education in the motor and language areas in the development areas. However, there were objectives and indicators related to environmental education in social-emotional, cognitive and self-care skills. This research also guided our study in terms of including expert opinion.

Sustainable development education aims to create forward-looking and forward-thinking individuals, making plans for a sustainable world, exhibiting everyday decisions and behaviours for the future, and developing consumption habits, attitudes, and behaviours towards a sustainable future. It envisages the development of education and training curricula to ensure this (Bulut & Çakmak, 2018).

Toran (2017) assessed the publications in the context of sustainable development for early childhood education in Türkiye. The research's data source consists of publications on sustainable development for early childhood education. When determining the publications in the study, they were included in the scope of the research by specifying one of the expressions “early childhood education and sustainable development, sustainable development for early childhood education, sustainable development for early childhood education, ” and “ sustainable development for preschool education”, and determining the criteria. As a result of the study, it was determined that the number of studies in Türkiye is low. However, the number of studies has increased in recent years, and the majority of these studies are in the form of notifications and were conducted to examine the level of awareness. Only one study was found in which the activities for environmental education included in the 2002 preschool education curriculum in Türkiye and the preschool education curricula in Canada, America, Switzerland, Germany, and Japan were compared with the study conducted by Akçay (2006). The curricula's sections containing general information about preschool education and the aims, objectives and practices regarding environmental education were selected and translated into Turkish. Then, the preschool curriculum of each country was compared with the preschool education curriculum of Türkiye. When the curricula of the countries covered in the study were examined, it was stated that they gave the necessary importance to environmental education. In Türkiye, although there are a few aims and target behaviours regarding environmental education in the preschool education curriculum, it is seen that a considerable amount of environmental education practices are included in the sample annual plan, especially within the scope of Science and Nature Activities. However, a similar study was not found for the curriculum implemented in 2013.

As seen from our literature review, studies on sustainable development education reveal a scarcity of international comparative research on sustainability curricula for early childhood. Based on this situation, this study aims to examine sustainable development education in early childhood from a global perspective by comparing the extent to which sustainable development education is associated with preschool education curricula and supplements in Türkiye and the extent to which sustainable development education is reflected in preschool education curricula internationally, in line with the opinions of teachers and experts. In this context, the following questions were sought:

1. What are the general characteristics of pre-school education curricula in Türkiye, Germany, Australia, and Canada?
2. What is the status of sustainable development education in pre-school education curricula in Türkiye, Germany, Australia, and Canada?

METHOD

This section provides detailed information on the study design, data sources, data collection tools, data collection process, and data analysis.

Research Design

This study, which aims to comparatively examine how sustainable development education is reflected in preschool education curricula in different countries and Türkiye, is a qualitative and descriptive study. The research was conducted using a qualitative method and a content analysis design. Content analysis is an objective and methodological design used to identify, classify, and interpret the components of texts or visuals for research purposes (Alanka, 2024). The primary purpose of descriptive research is to thoroughly and carefully explain the subject under investigation (Büyüköztürk et al., 2020). In this respect, the study examined how sustainable development education is reflected in international preschool education curricula by drawing on both the researchers' review and the experiences and opinions of teachers and field experts.

Data Sources

Within the scope of the study, preschool education curricula in Türkiye, Germany, Australia, and Canada were examined. In selecting international curricula, accessibility and their representation of different regions were the primary criteria. The languages of the curricula are Turkish, German, and English.

In examining the curricula, two groups were included: three preschool teachers and three field experts; two preschool field experts and one science education field expert. In this context, teachers working in preschool institutions located in the centre of one of the western provinces of Türkiye and faculty members working in the faculty of education of a university in the same province were included in the study. To prevent time, financial, and labour losses, the convenience sampling method (Büyüköztürk et al., 2020) was used, as it facilitates the researcher's work with the most easily accessible individuals for the required group. In this direction, the criteria for selecting teachers were determined to be having at least 5 years of professional experience and actively continuing the profession, while for the selection of experts, being faculty members with at least a doctoral degree and working in the fields deemed suitable for the research purpose (preschool education and sustainability education) was required.

Data Collection Instruments

The data for the study were collected through a review report developed by the researchers. In this context, criteria were determined based on the literature to examine the suitability of the preschool education curricula within the scope of the study for sustainable development education. In this direction, a criteria table was created by using the studies of Weldermariam et al. (2017), Kim and Dreamson (2020), Ärlemalm -Hagsér and Davis (2014) and Reunamo and Suomela (2013). Expert opinions were received from preschool experts in sustainability and environmental education regarding the validity of this criteria table's content and scope. In line with the expert views received, the criteria were edited, the document was given its final form, and the data collection tool was completed. The final version of the criteria is provided in the Appendix section.

Data Collection Procedure

The ethics committee approval for data collection and the study's applicability was granted by the Muğla Sıtkı Koçman University Social and Human Sciences Research Ethics Committee on 28.09.2022, with decision number 120. Following the ethics committee approval, the study's data were collected in three stages. These stages were conducted as follows:

1. Stage: Researchers examined accessible preschool education curricula (one national and three international) for their suitability for sustainable development education. In this context, the 2013 Preschool Education Curriculum implemented in Türkiye and preschool education curricula implemented in Australia, Germany, and Canada were examined. At this stage, researchers have only studied the curricula. Additionally, as a result of the examination, the previously established criteria were reviewed.
2. Stage: Teachers' opinions were obtained regarding the suitability of the pre-school education curriculum implemented in Türkiye for sustainable development education. In this context, three different pre-school teachers who continue their profession were asked to examine the 2013 Türkiye Pre-School Education Curriculum in line with the criteria. The teachers examined the curriculum by answering the criteria in the appendix in an open-ended manner.
3. Stage: To obtain expert opinions on the suitability of preschool education curricula in Germany, Australia, and Canada for sustainable development education, three field experts examined one curriculum, and their views were obtained in line with the given criteria. In this direction, the experts examined the curricula by answering the criteria given in the appendix in an open-ended manner.

Data Analysis

In this descriptive study, document analysis, a qualitative research method, was used on existing studies to examine the subject in depth (Çepni, 2010). Document analysis covers the examination of written materials containing information (Yıldırım & Şimşek, 2006). Since the opinions of teachers and experts obtained within the scope of the research also included the evaluation of educational curricula within the criteria framework, they were used to increase the reliability of the document analysis results. This method is known as triangulation in qualitative research. In data-based triangulation, one of the triangulation strategies is envisaged

to use different data sources. In this context, at least three different sources of information should be used in triangulation to support the obtained result (Başkale, 2016). Triangulation is also a qualitative research strategy to evaluate validity by combining information from different sources (Carter et al., 2014). In this context, the triangulation method was used in the study as follows: All curricula included in the research were examined independently by the researchers. In addition, the Turkish preschool curriculum was reviewed by three different teachers, independently of each other, and the international curricula were examined by various experts (each expert examined a country's curriculum). The obtained examination data was then combined and analysed, and the findings were reached by comparing the answers.

FINDINGS

Within the scope of the study, preschool education curricula in Türkiye (2013 Preschool Curriculum), Australia, Germany and Canada were examined. In this context, the preschool education curriculum implemented in Türkiye was reviewed by three different preschool teachers, and the preschool education curricula in Australia, Germany and Canada were examined by experts who work in the field of preschool education at universities, each of whom is an expert in a different field. The examination data were collected under two main headings. These headings are "General Characteristics of Preschool Education Curricula" and "Relationship of Preschool Education Curricula with Sustainability". The themes and codes created under these headings are given below.

General Characteristics of Preschool Education Curricula

The themes and codes of the general characteristics of the 2013 Türkiye Preschool Education Curriculum, which were examined separately by three different preschool teachers and researchers, are given in Table 1. The themes and codes showing the general characteristics of the Australia, Germany and Canada Preschool Education Curriculum, which were examined individually by the researchers and by three different experts, each of whom reviewed the curricula of other countries, are given in Table 2.

Table 1

General Characteristics of Türkiye Preschool Education Curriculum

Themes	Codes
Curriculum Philosophy	Progressive Child-centered Play-based Supporting holistic development Spiral and eclectic
General Objectives of the Curriculum	Providing rich learning experiences Preparing for primary school Supporting development and self-care skills
Development Areas	Cognitive development Language development Social-emotional development Motor development Self-care skills

When Table 1 is examined, it is seen that the philosophy of progressivism is taken as a basis in the 2013 preschool education curriculum of Türkiye. The curriculum is child-centred, and since it aims to prevent deficiencies that may be seen in all developmental areas and support their development, it has supportive and preventive dimensions. It is a multi-faceted curriculum that includes adaptations for individuals with special needs. The developmental curriculum is based on the developmental levels and characteristics of children, is based on play, benefits from daily life experiences, and in this sense, is based on the development of all developmental areas. In addition, the curriculum has adopted a contemporary understanding emphasising

family education, participation, and guidance services. This curriculum, which has a “spiral” feature as an approach, is eclectic as a model. This curriculum was developed to ensure that children attending preschool education institutions thrive through rich learning experiences; reach the highest level of development in motor, social, emotional, language and cognitive development areas, gain self-care skills and are ready for primary school. In addition, it is a developmental curriculum. A holistic approach aims to support the child’s social and emotional, motor, cognitive, language development, and self-care skills.

When the Australian preschool education curriculum summarised in Table 2 is examined, it is seen that there are dynamic processes such as game-based, active learning experience, social learning, learning by doing and experiencing in the curriculum's philosophy. The curriculum aims to ensure that children learn equally and in the most ideal way; in this direction, the principles are considered safe, respectful and mutual relationships, partnerships, high expectations, equality, respect for diversity, continuous learning and reflective practice. In the context of the objectives in the entire curriculum, it is seen that there are emotional, social, cognitive, physical and personal development areas. In this context, there are five basic learning outcomes and 19 subheadings.

The German preschool education curriculum has a holistic approach and a systematic learning structure. Its objectives include supporting curiosity and creativity and raising self-confident and self-motivated individuals. In this context, the objectives addressed in the curriculum include all development areas.

Although the Canadian preschool education curriculum does not have a specific philosophy, it is seen that it has a feature that emphasises global goals. It has been observed that the curriculum includes precautionary items and has principles related to inclusive education, which emphasise discovery, learning by doing and playing. It is seen that the curriculum is organised to cover all developmental areas.

Table 2

General Characteristics of Pre-School Education Curricula in Australia, Germany and Canada

Themes/Codes	Australia	Germany	Canada
Curriculum Philosophy	Game-based Holistic Child-centered Learning by doing Social learning	Supporting holistic development Systematic learning Real-life experiences	Supporting holistic development Multicultural education Towards global and universal goals
General Objectives of the Curriculum	Excellence and equality in education Raising self-confident and creative individuals	Developing individual skills and learning Raising confident, creative, curious individuals	Supporting global development Preparing for primary school Learning through discovery Providing a safe and inclusive environment
Development Areas	Social development Emotional development Physical development Cognitive development	Social/emotional development Language and mathematical development Cognitive development Physical-motor development	Emotional development Social development Language development Cognitive development Physical-motor development

The Relationship of Preschool Education Curricula with Sustainability

The themes and codes showing the relationship between sustainability and the 2013 Türkiye Preschool Education Curriculum, which was examined separately by three different preschool teachers and researchers, are shown in Table 3. The themes and codes showing the relationship between sustainability and the Australian, German and Canadian Preschool Education Curricula, which were examined individually by the

researchers and three different experts, each of whom reviewed the curricula of other countries, are given in Table 4.

Table 3

The Relationship Between Türkiye's Preschool Education Curriculum and Sustainability

Themes	Codes
Concepts associated with sustainability in the curriculum	Concepts of Contrast/Opposition Concepts of Time Concepts of Self-Care Concepts of Sustainability and the Future
Objectives/indicators/goals associated with sustainability in the curriculum	Self-Care Skills (Health, hygiene, nutrition, life skills) Social and Emotional Development (Rights and responsibilities, social harmony, creativity, aesthetics, respect for differences) Cognitive Development (Observation, cause-effect relationship, problem solving, part-whole relationship)
Duration of acquiring concepts and objectives	There is no specified period 1 year of education is not enough
Relationship between objectives/indicators/targets and their development areas	Social emotional development Self-care skills Cognitive development
Flow of activities suggested in the curriculum regarding sustainability education (from simple to complex/same level)	The concept of sustainability is not included in the preschool curriculum
Application suggestions regarding environment/nature in the curriculum	The concept of sustainability is not included in the preschool curriculum
Information on the evaluation and monitoring of sustainability objectives in the curriculum	Evaluation method is not specified At the discretion of the teacher

When the answers given to the concepts included in the Preschool Education curriculum in Türkiye are examined, it is seen that there is a high similarity between the researchers' and the teachers' findings. When the dimensions of the acquired knowledge are evaluated, it is seen that the acquisition that the researchers and three teachers stated in common is the “Cognitive Development” acquisition, followed by the “Social Emotional Development” and “Self-Care Skills” acquisitions. Except for one teacher, the other teachers and the researchers mention the acquisitions in these areas, primarily in the Social and Emotional Development area. In parallel with this, it is seen that they consider the education related to sustainability concerning these development areas. While it is impossible to provide the acquisitions in a one-year education-training process, it is stated that they can be supplied by spreading them over an education-training year by taking advantage of the spiral feature of the curriculum within the period without a fixed time interval.

In the context of the activities and application examples offered by the curriculum, it is seen that there is no content related to education for sustainability. When the evaluation of the objectives is examined, it is seen that there is no evaluation suggestion, and it is left to the teacher's initiative. In addition, as a result of the teachers' opinions, it is seen that they think that education for sustainability is not included enough in the preschool education curriculum and that it can be provided by adapting the curriculum to different areas.

Table 4

The Relationship Between Sustainability and Preschool Education Curricula in Australia, Germany and Canada

Themes/Codes	Australia	Germany	Canada
Concepts associated with sustainability in the curriculum	Concepts are not included in the curriculum.	Culture Sustainability Values Justice-Rights Health Nature Respect-Tolerance Sustainability Education	No direct concept Culture Universality Inclusiveness
Objectives/indicators/goals associated with sustainability in the curriculum	Diversity and cultural awareness Problem solving and research skills Sensitivity to environmental awareness and social responsibility Self-awareness	*	Healthy lifestyle habits Knowing yourself and your needs Social skills Observing what is happening around you and discovering new things
Duration of acquiring concepts and objectives	No specified duration 6-8 weeks	No specified duration 1 academic year is insufficient	No specified duration 1 academic year
Relationship between objectives/indicators/targets and their development areas	Cognitive Development Personality Development Social-Emotional Development Physical-Motor Development	Social-Emotional Development Physical-Motor Development Cognitive Development	Social-Emotional Development Physical-Motor Development Cognitive Development
Flow of activities suggested in the curriculum regarding sustainability education (from simple to complex/same level)	From simple to complex From near to far From known to unknown	From simple to complex Mixed events	*
Application suggestions regarding environment/nature in the curriculum	In-class and Out-of-class teaching Holistic development Play-based Wide range of materials (natural-technological) Child-centered	In-class and Out-of-class teaching 4 competencies/10 activities Experiment Project-based Game-based Learning by doing Versatile material selection	There is no application recommendation
Information on the evaluation and monitoring of sustainability objectives in the curriculum	Process evaluation School-Family collaboration Teacher self-evaluation	The evaluation method is not specified Question suggestions for objectives	Evaluation method not specified

*Experts and researchers did not express an opinion on this criterion/could not access the necessary data in the curriculum.

No concept directly related to sustainability exists in the Australian preschool education curriculum. However, different gains can be associated with education for sustainability, which can be achieved through a one-year education training process. These gains include developing a sense of commitment to groups and

communities and understanding mutual rights and responsibilities for active community participation, exploring diversity and responding with respect, being aware of justice, showing social responsibility and respect for the environment, and being strong in their social, emotional, and mental well-being.

The Australian preschool education curriculum emphasises social development within the education framework for sustainability, but it can also be associated with other developmental areas. When the suggestions offered by the curriculum to provide these gains to children are examined, the same level can be achieved with various methods, from simple to complex, from near to far.

The curriculum demonstrates that the use of indoor and outdoor spaces in education and training activities can be carried out together within the general framework and that children can be supported in all developmental areas thanks to these different environments. Suggestions related to sustainable development education can be associated with all developmental areas. Although the suggestions offered by the curriculum do not have a specific target age group, they have a broad target group regarding material use. These suggestions show that the curriculum is in a child-centred framework. Evaluation is an essential component of this curriculum. In this context, documenting learning outcomes, analysing the child's needs and planning learning in line with their needs, ensuring school and family cooperation in evaluation, and evaluating the child and the teacher are essential elements of the curriculum.

The sustainability-related objectives of the German preschool education curriculum are among the goals of sustainability: health, justice, respect for nature and living beings, intercultural interaction/awareness of respect for different cultures and values. It is not easy to provide the concepts and objectives in the curriculum within one academic year. The objectives related to sustainability are generally associated with cognitive, physical and social-emotional development areas, and these objectives show gradualness within themselves. The practices related to the successes are arranged so they can be applied in and out of the classroom, and the practices cover all preschool children. The curriculum emphasises using real-life materials, learning by doing and experiencing in the applications and provides opportunities for different teaching methods such as experiments, projects, field trips and games.

The Canadian preschool curriculum has no direct concepts or objectives, but some ideas can be associated with sustainability. The curriculum does not specify a specific period, but it can be related to an academic year, from simple to complex, by considering student interests and needs. The objectives related to sustainability are related to motor, cognitive and social-emotional development areas. The curriculum provides opportunities for applications in and out of the classroom. Although no specific application examples exist, it guides teachers with small anecdotes.

DISCUSSION AND CONCLUSION

When the general structures of preschool education curricula in Australia, Germany, Canada and Türkiye are examined, they aim to support children's development holistically. Although there are different approaches, there are many similarities. All preschool education curricula focus on helping children's social-emotional, cognitive and physical growth and have adopted the development of these areas with play-based, hands-on learning experiences. However, while the Australian curriculum emphasises social learning, the German curriculum encourages curiosity and creativity with a systematic and holistic learning structure. The Canadian curriculum emphasises global goals and is seen to have an inclusive education approach.

On the other hand, the Turkish curriculum adopts the philosophy of progressivism and offers a child-centred and developmental approach. The spiral and eclectic structure of the Turkish preschool education curriculum distinguishes it from other curricula. Each curriculum has characteristics that are in line with its principles and objectives. However, they have similar developmental areas and educational approaches. The differences between the curricula can arise from local needs and cultural structures. In this context, while the curricula address their artistic needs, they also reveal similarities in their universal aspects.

The primary focus of the study is to understand how these curricula are related to sustainability, that is, to what extent they include sustainability education. These goals must be reflected in educational curricula for individuals who will create a conscious society to achieve sustainable goals (Yapıcı, 2003). For this reason, it is essential to include sustainable development education in educational curricula as a fundamental value

starting from early childhood, the first stage of education and when the most basic skills are acquired (Prince, 2010). In parallel with this, studies in the literature emphasise that sustainable development education should be given from early childhood (Bulut and Polat, 2019; Davis, 2010; Prince, 2010; Reunamo and Suomela, 2013; Weldermariam et al., 2017).

When the relationship between sustainability and preschool education curricula in Australia, Germany, Canada and Türkiye is examined, it is seen that the curricula directly or indirectly include components related to sustainability. While the German preschool education curriculum directly emphasises sustainability education, the objectives of the preschool education curricula in Australia, Canada and Türkiye indirectly include various dimensions of sustainability. In this context, concepts such as environment, health, culture, justice, universality, problem-solving skills, and the skills and objectives expected to be gained also constitute the components of sustainability.

All curricula associate these skills and/or objectives with cognitive, social-emotional, and physical development areas. It is seen that these skills and/or objectives are realised with the principle of simple to complex, which is the most basic teaching strategy at an early age. Australian and German preschool education curricula offer various application suggestions in this context. However, there is no application suggestion specifically for sustainability-related skills and/or objectives in Turkish and Canadian preschool education curricula, and it is thought that sustainability-related skills and/or objectives cannot be acquired in one academic year for all curricula.

One of the critical processes in imparting a skill or teaching children is evaluation. Through evaluation, it is possible to understand to what extent the goals can be achieved and to have an idea about the needs and what can be done effectively. However, when the curricula are examined, it is seen that the evaluation dimension of the skill and/or gain associated with sustainability is not included in the other three curricula, except for the Australian preschool education curriculum. In this context, the Turkish preschool education curriculum leaves the evaluation dimension to the initiative of the teachers. The Australian preschool education curriculum emphasises process evaluation and school-family cooperation. In addition, it is also mentioned that the teacher evaluates himself and shapes his educational content in this way.

Sustainable development education includes education that provides students with an environmental, economic and social order, and acts in a planned manner that considers the development and future of this order. In this context, it addresses all the issues that sustainable development includes (Bulut & Çakmak, 2018). When the curricula are examined, it is seen that the most emphasis is on the environmental and cultural dimensions. The curricula indirectly or directly include concepts such as culture, universality, healthy life, nature, environment and ecological awareness. However, it is seen that the gains that can be associated with the economic dimension of sustainable development are pretty few. This may be because in the preschool period, it is not yet possible to make sense of abstract situations, and it isn't easy to concretise concepts related to the economy.

The results of the studies in the literature also support our findings. Weldermariam et al. (2017) examined how ideas about sustainability relate to early childhood curricula in Australia, England, Norway, Sweden, and the USA. The study results showed that ideas about sustainability are implicit in most curricula. Similarly, the study by Reunamo and Suomela (2013) indicated no specific content for education for sustainable development in the Finnish early childhood education and care (ECEC) curriculum.

Education for sustainability should also address “the learning skills, perspectives and values that guide and motivate people to live sustainably” (UNESCO, 2005, p.18; Varela-Losada et al., 2022). In this context, education creates a behavioural change and mental transformation, focusing on making long-term, future-oriented thinking a habit (Campbell & Speldewinde, 2022). However, it is seen that the sustainability dimension should be addressed more in the curricula examined within the scope of the study. The study by Årlemalm-Hagsér & Davis (2014) exploring the concepts related to the environment and sustainability in the Australian and Swedish national curricula for early childhood education and the studies by Kim and Dreamson (2020) examining how the concepts of early childhood education for sustainability are included in the Australian and Korean national curricula also show similar results.

Although sustainability education is not directly included as a theme in preschool education curricula, it is understood that it can be provided indirectly through different development areas and objectives. In particular, it is seen that social, emotional, cognitive and motor development areas are provided by integrating them. In the study by Özkan and Tuğluk (2020) examining the 2013 preschool curriculum in Türkiye in terms of objective indicators, it is seen that there are no objectives and indicators related to environmental education in the motor and language areas. Still, there are objectives and indicators related to environmental education in social-emotional, cognitive, and self-care skills.

Both the findings obtained from the study and the results of the studies in the relevant literature show that concepts related to sustainability are directly or indirectly included in preschool education curricula. Still, their scope needs to be expanded further. In addition, there is a need to include more concepts and skills from the East in this context. Since the 2013 preschool education curriculum was in effect in Türkiye when this study was conducted, this curriculum was analysed. However, in future studies, a comprehensive examination of the renewed Türkiye Century Maarif Model Preschool Education Curriculum will enable us to understand how the new curriculum includes sustainability education. When the general framework of the new curriculum is examined, it is seen that it directly includes objectives related to the environment and recycling (MEB, 2024). In this context, the following suggestions can be made as a result of the study:

The 2024 Türkiye Century Maarif Model Preschool Education Curriculum can be analysed in the context of sustainability education, and its results can contribute to the relevant literature.

Preschool curricula should have more direct gains or concepts for sustainability education. A comprehensive study in this direction can reveal what developmentally appropriate skills, gains, and concepts can be for sustainability education in the preschool period, which can be a reference for teachers and curriculum developers.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) under the number 1919b012107602 within the scope of 2209-A University Students Research Projects.

The study's first data were presented at the 16th National Science and Mathematics Education Congress (UFBMEK), and the final version was based on the feedback received there.

REFERENCES

- Ada, Ş., Özkan Gültekin, S., & Gönenç, H. (2023). Dönüşümcü liderlik bağlamında sosyal bilimler lisesi öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik tutumlarının incelenmesi [Examining the attitudes of social sciences high school students towards sustainable development in the context of transformational leadership]. *International Journal of Leadership Studies: Theory and Practice*, 6(3), 187-202. <https://doi.org/10.52848/ijls.1323918>
- Akçay, İ. (2006). *Farklı ülkelerde okul öncesi öğrencilerine yönelik çevre eğitimi* (Tez No. 186406) [Environmental education for preschool students in different countries (Thesis No. 186406)] [Masters Thesis, Uludağ Üniversitesi]. YÖK National Thesis Centre.
- Alanka, D. (2024). Nitel bir araştırma yöntemi olarak içerik analizi: teorik bir çerçeve [Content analysis as a qualitative research method: a theoretical framework]. *Kronotop Communication Journal*, 1(1), 64-84. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kronotop/issue/82784/1405579>
- Ärlemalm Hagsér, E., & Davis, J. (2014). Examining the Rhetoric: a comparison of how sustainability and young children's participation agency are framed in Australian and Swedish early childhood education curricula. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 15(3), 231-244. <https://doi.org/10.2304/ciec.2014.15.3.231>
- Arslan, H. Ö., & Yağmur, Z. İ. (2022). Fen bilimleri öğretmenlerinin ekolojik ayak izi bilgi düzeyleri ve "sürdürülebilir kalkınma için eğitime" ilişkin görüşleri [Science teachers' ecological footprint knowledge levels and their views on "education for sustainable development"]. *International Journal of Turkish Education Sciences* (18), 139-167. <https://doi.org/10.46778/goputeb.1025127>
- Ateş, H. (2019). Fen bilimleri dersi öğretim curriculumünün sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından analizi [Analysis of science course curriculum in terms of sustainable development education]. *Van Yüzüncü Yıl University Faculty of Education Journal*, 16(1), 101-127. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2019.120>
- Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi [Determining validity, reliability and sample size in qualitative research]. *Dokuz Eylül University Faculty of Nursing Electronic Journal*, 9(1), 23-28. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deuhfed/issue/46796/586804>
- Bulut, B., & Çakmak, Z. (2018). Sürdürülebilir kalkınma eğitimi ve öğretim curriculumlarına yansımaları [Reflections on sustainable development education and training curricula]. *International Turkish Literature Culture Education (TEKE) Journal*, 7(4), 2680-2697. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/623591>
- Bulut, Y., & Polat, Ö. (2019). Erken çocukluk eğitimde sürdürülebilir kavramının incelenmesi [Examining the concept of sustainability in early childhood education]. *Firat University International Journal of Economics and Administrative Sciences*, 3(2), 35-58. <https://dergipark.org.tr/en/pub/fuuiibfdergi/issue/51484/668167>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., & Karadeniz, Ş., Demirel, F. (2020). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* [Scientific research methods in education] (28th edition). Pegem Academy. <https://doi.org/10.14527/9789944919289>
- Caba, B. (2021). *Sınıf öğretmeni adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri ve çevresel tutumları (Amasya örnekleme)* [Ecological footprint awareness levels and environmental attitudes of classroom teacher candidates (Amasya sample)] (Thesis No. 683011) [Masters thesis, Amasya Üniversitesi]. YÖK National Thesis Centre.
- Campbell, C., & Speldewinde, C. (2022). Early childhood STEM education for sustainable development. *Sustainability*, 14(6), 3524. <https://doi.org/10.3390/su14063524>

- Carter, N., Bryant-Lukosius, D., DiCenso, A., Blythe J., & Neville A.J. (2014). The use of triangulation in qualitative research. *Oncol Nurs Forum*, 41(5), 545-547. <http://dx.doi.org/10.1188/14.ONF.545-547>
- Çepni, S. (2010). *Introduction to Research and Project Studies* (5th ed.). Palme Publishing.
- Çevik, U., & Şahin, E. (Ed.) (2023). *Sürdürülebilir kalkınma ve STEM eğitimi [Sustainable development and STEM education]*. Nobel Academic Publishing.
- Davis, J. (2010). Early childhood education for sustainability: Why it matters, what it is, and how whole centre action research and systems thinking can help. *Journal of Action Research Today in Early Childhood*, 35- 44. <https://eprints.qut.edu.au/32257/>
- Davis, J., & Elliott, S. (2014). *Research in early childhood education*. New York, NY.
- Değirmenci, Y., & Gül, D. (2024). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin görüşlerinin incelenmesi [Examining the views of social studies teacher candidates on sustainable development]. *Firat University Journal of Social Sciences*, 34(3), 1289-1299. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.1517865>
- Demir, Y., & Atasoy, E. (2021). Ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik algılarının incelenmesi [Examining secondary school students' perceptions of sustainable development]. *Trakya Journal of Education*, 11(3), 1688-1702. <https://doi.org/10.24315/tred.878404>
- Demirbaş Öztürk, Ç. (2011). Sustainable development in the curriculum of geography course. *Journal of Human Sciences*, 8(2), 595-615. <https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/ijhs/article/view/1642>
- Demirbaş, Ç. (2015). Öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınma farkındalık düzeyleri [Sustainable development awareness levels of prospective teachers]. *Marmara Geography Journal*, 31, 300-316. <https://doi.org/10.14781/mcd.09811>
- Gülay, H., & Önder, A. (2011). *Sürdürülebilir Gelişim İçin Okulöncesi Dönemde Çevre Eğitimi [Environmental Education in Preschool for Sustainable Development]*. Nobel Academic Publishing
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. contribution of working group 1 to the sixth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
- Kahrıman Pamuk, D. (2019). Okul öncesi öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınmaya yönelik tutumlarının incelenmesi [Examining the attitudes of preschool teacher candidates towards sustainable development.]. *Turkish Journal of Primary Education*, 4(2), 72-84. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tujped/issue/50537/642065>
- Kaya, M., & Tomal, N. (2011). Sosyal bilgiler dersi öğretim curriculumünün sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından incelenmesi [Examining the social studies course curriculum in terms of sustainable development education]. *Journal of Educational Sciences Research*, 2(1), 49-65. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/696392>
- Kaya, N., Artvinli, E., & Çobanoğlu, M. (2011). Environmental education studies in Türkiye and the world for sustainable development. *6th National Geography Symposium Proceedings Book* (p. 407-417). Ankara University Turkish Geography Research and Application Center. <https://tucaum.ankara.edu.tr/tucaum-vi-cografya-sempozyumu/>
- Kim, S., & Dreamson, N. (2020). Culturally inclusive early childhood education for sustainability: a comparative document analysis between Australian and Korean curricula. *European Early Childhood Education Research Journal*, 28(5), 712–730. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2020.1817242>

- Korkmaz, G. (2020). Yenilenen öğretmen yetiştirme lisans curriculumlarının sürdürülebilir kalkınma için eğitim bağlamında incelenmesi [Examining the renewed teacher training undergraduate curricula in the context of education for sustainable development]. *Journal of Advanced Education Studies*, 2(2), 111-132. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejaes/issue/56678/742200>
- Mamur, N., & Köksal, N. (2016). Görsel sanatlar dersi öğretim curriculumünün sürdürülebilir kalkınma eğitimi bağlamında incelenmesi [Examining the visual arts course curriculum in the context of sustainable development education]. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 5(3), 732-747. <https://hdl.handle.net/11499/27128>
- Martinez, A., Ull, M., & Minguet, P. (2014). Education for sustainable development in early childhood education in Spain. Evolution, trends and proposals. *European Early Childhood Education Research Journal*, 22(2), 213-228. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.783299>
- Ministry of National Education in Türkiye [MEB]. (2024). *Okul öncesi eğitim curriculumı [Preschool education curriculum]*. <https://tegm.meb.gov.tr/dosya/okuloncesi/guncellenenokuloncesiegitimcurriculumi.pdf>
- Ogelman, H. G., & Ekici, G. (2010). MEB okul öncesi eğitim curriculumünün çevre eğitimi [Environmental education of the MEB preschool education curriculum]. *Turkish Journal of Science Education*, 7(1), 74-84. <https://hdl.handle.net/11499/41750>
- Okur Berberoğlu, E., & Uygun, S. (2013). Tübitak 4004 projelerinin sürdürülebilir kalkınma için çevre eğitimi kapsamında değerlendirilmesi [Evaluation of TUBITAK 4004 projects within the scope of environmental education for sustainable development]. *Abant İzzet Baysal University Faculty of Education Journal*, 13(2). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aibuefd/issue/1501/18167>
- Ozdem Yılmaz, Y. (2021). *IPCC sixth assessment report summary and inferences for science education*. The ICASE Newsletter, ss. 8-9. https://www.icaseonline.net/newsletter/icase_07_08_2021.pdf
- Örerel, D., & Kağnıcı, D. Y. (2024). Bireyselden küresele sürdürülebilir kalkınma hedefleri bağlamında psikolojik danışman olmak [Being a psychological counselor in the context of sustainable development goals from individual to global]. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Faculty of Education Journal* (60), 1173-1196. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1404409>
- Özkan, B., & Tuğluk, M. (2020). Environmental education analysis of the 2013 preschool curriculum. *Turkish Studies-Educational Sciences*, 15(3), 1991-1996. <https://dx.doi.org/10.29228/TurkishStudies.41743>
- Öztürk, T., & Zayimoğlu Öztürk, F. (2016). Sosyal bilgiler öğretim curriculumünün çevre eğitimi açısından analizi [Analysis of social studies curriculum in terms of environmental education]. *Kastamonu Journal of Education*, 24(3), 1533-1550. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefdergi/issue/22607/241649>
- Prince, C. (2010). Sowing the seeds: education for sustainability within the early years curriculum. *European Early Childhood Education Research Journal*, 18(3), 273-284. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2010.500082>
- Reunamo, J., & Suomela, L. (2013). Education for sustainable development in early childhood education in Finland. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 15(2), 91-102. <https://doi.org/10.2478/jtes-2013-0014>
- Teksöz, G. (2014). Geçmişten ders almak: Sürdürülebilir kalkınma için eğitim [Learning from the past: Education for sustainable development]. *Bogazici University Education Journal*, 31(2), 73-97. <https://dergipark.org.tr/en/pub/buje/issue/14781/328411>
- Toran, M. (2017). Erken çocukluk eğitimi için sürdürülebilir kalkınma: Türkiye kökenli yayınlara yönelik bir değerlendirme [Sustainable development for early childhood education: An evaluation of publications originating from Türkiye.]. *Journal of Early Childhood Studies*, 1(1), 33-44. <https://doi.org/10.24130/eccd-jecs.196720171116>

- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation [UNESCO] (2005). *United Nations decade of education for sustainable development (2005-2014): International implementation scheme*, Paris: UNESCO.
- Varela-Losada, M., Pérez-Rodríguez, U., Lorenzo-Rial, M. A., & Vega-Marcote, P. (2022). In search of transformative learning for sustainable development: bibliometric analysis of recent scientific production. *Frontiers in Education*, 7, 1-14. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.786560>
- Vladimirova, K., & Blanc, D. L. (2015). How well are the links between education and other sustainable development goals covered in UN flagship reports? A contribution to the study of the science-policy interface on education in the UN system. *Department of Economic & Social Affairs* <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2111education%20and%20sdgs.pdf>
- Weldermariam, K., Boyd, D., Hirst, N., Sageide, B., Browder, J., Grogan, L., & Hughes, F. (2017). A critical analysis of concepts associated with sustainability in early childhood curriculum frameworks across five national contexts. *International Journal of Early Childhood*, 49, 333–351. <https://doi.org/10.1007/s13158-017-0202-8>
- Yapıcı, M. (2003). Sürdürülebilir kalkınma ve eğitimi [Sustainable development and education]. *Journal of Social Sciences*, 5(1), 224-229. <http://hdl.handle.net/11630/3159>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri [Qualitative research methods in social sciences]*. Seçkin Publishing.
- Yıldırım, G. (2020). Sürdürülebilirlik konusundaki eğitim araştırmalarının tematik olarak incelenmesi [Thematic review of education research on sustainability]. *Mediterranean Journal of Educational Research*, 14(33), 70-106. <https://doi.org/10.29329/mjer.2020.272.4>
- Yılmaz, S., & Olgan, R. (2017). Okul öncesi dönem çocuklarının doğaya yakınlık (biyofili) seviyelerinin araştırılması [Investigating the levels of closeness to nature (biophilia) of preschool children]. *Mersin University Faculty of Education Journal*, 13(3), 1106-1129. <http://dx.doi.org/10.17860/mersinefd.304070>

APPENDICES

Appendix 1. Criteria

1. Philosophy of the curriculum - What preschool paradigm (value)/approach and/or philosophy is it based on?
2. What are the general objectives and principles of the curriculum?
3. How many outcomes are included in the curriculum, and which development areas are they related to?
4. Which concepts in the curriculum can be associated with sustainability?
5. What are the outcomes/indicators/goals in the curriculum that you see as related to sustainability education?
6. Is the time given in the curriculum sufficient to provide the outcomes/indicators you mentioned above? How much time is enough in a year?
7. Which development areas are the outcomes/indicators/goals related to sustainability education in the curriculum related to?
8. What is the flow of activities suggested for sustainability education in the curriculum (from simple to complex/same level)?
9. For recommended practices related to the environment/nature in the curriculum:
 - a. Learning environments of applications
 - b. Duration of applications
 - c. Objectives/targets/indicators/purposes related to applications
 - d. Activity types integrated with applications
 - e. Target age group of applications
 - f. Recommended material/s to be used in applications
 - g. Recommended methods/strategies to be used in applications
10. What information is provided in the curriculum regarding the evaluation and monitoring of sustainability objectives? How?

Matematik Öğretmen Adaylarının Özdüzenlemeli Öğrenme Ortamları İçin Geliştirdikleri Matematiksel Problemler

Yeliz Özkan Hıdıroğlu^{1*} 
Çağlar Naci Hıdıroğlu² 

¹Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Denizli, Türkiye, yelizozkan09@gmail.com
²Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Denizli, Türkiye, chidiroglu@pau.edu.tr

* Sorumlu Yazar

Geliş tarihi: 31.01.2025
Kabul tarihi: 04.03.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Bu araştırmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için geliştirdikleri matematiksel problemlerin incelenmesidir. Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması olarak yürütülen bu araştırma, matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için tasarladıkları matematiksel problemlerin belli kriterler çerçevesinde değerlendirilmesini içerdiği için iç içe geçmiş çoklu durum çalışmasıdır. Araştırmanın katılımcılarını matematik eğitiminde özdüzenleme dersini almış gönüllü 15 matematik öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri, matematik öğretmeni adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamı geliştirme süreçlerini içeren video çözümlemeleri, özdüzenlemeli öğrenme ortamları için geliştirilmiş matematiksel problemlerin ve çözümlerinin son hallerini içeren yazılı veya dijital dokümanlardır. Verilerin analizinde, Zimmerman'ın (2000) özdüzenleme kuramsal çerçevesi dikkate alınarak Strauss ve Corbin'in (1990) kuramsal çerçeveye bağlı içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu boyutlar, (1) ön düşünme, (2) performans/ iradesel kontrol ve (3) öz yansıtma'dır. Çalışmada özdüzenlemeli öğrenme ortamlarındaki matematiksel problemler (1) problemin yapısı ve (2) problemin uygulanışı olmak üzere iki farklı boyutta ele alınmaktadır. (1) Problemin yapısı dikkate alınırsa; özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında kullanılacak matematiksel problemler açık uçlu problemler olmalı (çok değişkenli yapı), gerçek yaşam bağlamından ortaya çıkmalı (gerçekçi veya günlük yaşamdan), ilgi çekici olmalı, zorlayıcı olmalı, 21. yy. becerilerini desteklemeli ve farklı disiplin/gösterim şekillerini açığa çıkarmalıdır. Problemin uygulanışı dikkate alındığında ise; özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında kullanılacak matematiksel problemler süreçte sorgulamaya fırsat vermeli [öğrenci merkezli olmalı, düşündürten öğretmen ve düşünen öğrenciler ile uygulanmalı, esnek düşünmeyi sağlamalı], problem çözme sürecine uygun ilerlemeyi önemsemeli, işbirlikli öğrenmeyi desteklemeli, öz/grup içi/gruplar arası değerlendirmeleri açığa çıkarmalı ve teknoloji entegrasyonunu sağlamalıdır.

Anahtar Kelime: Özdüzenlemeli Öğrenme, Özdüzenleme, Matematiksel Problem, Matematik Öğretmeni Adayı.

GİRİŞ

İnsan, dünyaya geldikten kısa süre sonra beyninin işlevselliğini ve yaratıcılığını büyük ölçüde kaybetmektedir. Özellikle yeni doğan çocukların çevresindeki dünyayı öğrenmesi iki üç yılını almakta ve bundan sonra artık ailesinin rutin eylemlerini her gün sıradan bir şekilde yaşamaya devam etmektedir. Arada sırada yaptığı ilginç ve yaratıcı aktivite ve deneyimlerle bu sıradanlık olumlu anlamda bozulsun da beyin, gelişimi için yeterli sosyal çevreyi bulamamaktadır. Özellikle üç yaşından sonra beyindeki nöron sayısında ve nöronların dallanmasında (nöral ağ) çok büyük bir azalma gerçekleşmektedir (Corel, 1975). Bu durum çocuğun üç yaşından itibaren zihinsel olarak desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Uluslararası çalışmalar dikkate alındığında okul öncesi eğitimin bu nedenle ön plana çıktığı görülmektedir (Huttenlocher, 2002). Bu dönemde çocuklara verilecek nitelikli eğitimlerde bu zihinsel kaybın önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

Zihinsel aktivitelerdeki zenginliğin artması ve beynin gelişimine ilişkin zihinsel farkındalığı öne çıkaran çalışmalara bakıldığında 1970-1980 yıllarında John Hurley Flavell üstbilgi, 1990-2005 yıllarında Barry Zimmerman özdüzenleme, 1985-1991 yıllarında Albert Bandura özyeterlik ve 1990-2005 yıllarında Dale H. Schunk yürütücü biliş kavramlarını öne çıkarmaktadır. Nörobilimdeki güncel çalışmalar eğitimde bazı kavramların öne çıkmasına zemin hazırlamıştır. Bu kavramlardan biri de özdüzenlemedir. Özdüzenleme, bireylerin belirli bir göreve yönelik hedefler belirleyip ardından biliş, duyuş ve davranışlarını bu hedefler doğrultusunda kontrol etmeye ve düzenlemeye çalıştıkları, içinde bulundukları bağlam tarafından yönlendirilip sınırlandırıldıkları, aktif ve yapılandırmacı bir süreçtir (Pintrich, 2000; Schunk, 2012;

Cite as (APA 7): Özkan Hıdıroğlu & Hıdıroğlu (2025). Matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için geliştirdikleri matematiksel problemler. *Trakya Eğitim Dergisi*, 15(Özel Sayı), 247-266. <https://doi.org/10.24315/tred.1630806>

Zimmerman, 2000). Özdüzenleme; işbirlikli çalışmaları, daha iyi öğrenmeyi sağlayan stratejileri, nitelikli tahminleri açığa çıkaran ortamları, karmaşıklık, kaos, hata ve çelişkilerin olduğu öğrenme ortamlarını, sorgulayıcı ve sesli düşünceleri gerektirmektedir (Hıdıroğlu, 2018). Feynman yöntemi, Da Vinci metodu, 3'te 1 kuralı, 80/20 kuralı, 5n1k kuralı, farklı not alma teknikleri, dikkati odaklama teknikleri, yoga, meditasyon ve strateji oyunları özdüzenlemenin gelişiminde öne çıkan zihinsel aktiveler veya stratejilerdir.

Öğrenciler nitelikli bir problem ile karşılaştıklarında zihinlerinde belirsizlik ve kaos ortamı oluşmaktadır. Bu aşamada öğrenciler belirsizlik yaratan bu durumdan kurtulmak istemekte ve problem çözme stratejileri uygulamaya başlamaktadır. Fisher (2005) problemi, bazı bilgilerin olduğu, çözümünde çeşitli engeller içeren ve bireylerin çözmek istediği durum olarak tanımlamaktadır. Yazgan ve Arslan (2017) literatürdeki problem çözme stratejilerini derledikleri çalışmalarında; canlandırma, basitleştirme, eleme, muhakeme etme, tablo yapma, geriye doğru çalışma, denklem/eşitsizlik yazma, bağıntı bulma, diyagram çizme, tahmin ve kontrol ve sistematik liste yapma olarak stratejileri belirtmektedir. Matematikte sadece matematiksel işlemler gerçekleştirmek matematiğin imajını ve erişimini kısıtlamaktadır. Bu nedenle matematik, öğrenciler tarafından kavraması zor, daha az anlaşılır ve önemsiz olarak algılanmaktadır. Burada en önemli şey, öğrenciye düşünmeye değer/düşündürülen problemler vermektir (Hıdıroğlu, 2018; Liljedahl, 2020). Verilen problemlerin çözümü çok yönlü düşünmeyi, disiplinlerarası bilgiyi ve yaratıcılığı gerektirmelidir (Senemoğlu, 2018). Problem çözmenin 21. yüzyıl yeterlikleri arasında yer alması, önemli bir beceri olması, öğretimin her kademesinde ihtiyaç duyulması, bireylerin neyi, nasıl, neden kullanacağını farkında olarak çözümde ilerlemesinin sağlanması önemlidir. Fakat, problem çözmek kadar problem kurmanın da önemli olduğu, bilişsel süreç gerektirdiği göz ardı edilmemelidir. Problem kurma, bireylerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmekte, konuyu farklı bakış açılarıyla ele almalarını sağlamakta, çeşitli çözüm yollarına götürmekte ve yeni yaklaşımlar geliştirmelerini sağlamaktadır (Aydoğdu, 2024). Stein, Smith, Henningsen ve Silver (2000) kurulan problemlerin bilişsel istem düzeylerini ezberleme, bağlantısız yöntemler, bağlantılı yöntemler ve matematik yapmak olmak üzere aşamaya ayırmaktadır. Öğretmen, öğretmen adayı ve öğrencilerden beklenen bağlantılı yöntemler oluşturmaları ve matematik yapmalarıdır. Özdüzenlemeli öğrenme ortamları matematik yapan sınıfların oluşmasında oldukça önemlidir.

Özdüzenlemeli Öğrenme Ortamları

Özdüzenlemeyi öğrenme ortamlarında açığa çıkarmak için öğretmen ve öğrencilerden “Ne biliyorum?, Nasıl bir yol izlersem üstesinden gelebilirim?, Hatayı nasıl bulurum?, Bunu ne zaman kullanmalıyım?, Hatayı nasıl düzeltirim?, Hangi bilgim burada daha önemli?, Nasıl bir yol izlersem daha iyi olur?,...” gibi soruları düşünme süreçlerinde kendilerine sormaları ve cevaplamaları istenmelidir (Senemoğlu, 2018). Bu sorular özdüzenlemeyi ve üstbilişi aktifleştiren ve gelişimi için tetikleyici olan önemli sorulardır.

Özdüzenleme, 1980’li yıllardan itibaren eğitimde önemli bir kesim tarafından ele alınmaktadır. Özdüzenlemenin alanyazındaki gelişim sürecinin temelinde Flavell’in (1979) üstbiliş kavramı ile karşılaşılmalıdır. Üstbilişsel bilgi, bilişsel süreçler hakkında edinilmiş bilgiyi ve bilişsel süreçleri kontrol etmek için kullanılabilecek bilgiyi ifade etmektedir (Flavell, 1987). Bilgi, bir amaca ulaşılmasını sağlamak için stratejik bir şekilde aktif olarak kullanılıyorsa üstbilişsel bilgi olarak kabul edilmektedir. Flavell (1987), üstbilişsel bilgiyi birey/kişi, görev ve strateji temelli üstbiliş olmak üzere üçe ayırmaktadır. Kişi temelli üstbiliş, bireyin kendi öğrenmeleri hakkındaki düşüncelerini içerirken; görev temelli üstbiliş, bireyin bir görevle ilgili sahip olduğu düşünceleridir. Strateji temelli üstbiliş bireyin sahip olduğu stratejik unsurlarla ilgili düşüncelerini kapsamaktadır. Örneğin, bir öğrenci bir matematik sınavına nasıl yaklaşacağını planlamada bilgiyi farklı şekillerde kullanabilir: "Ben (kişi değişkeni) sözel problemlerde (görev değişkeni) zorluk çektiğimi biliyorum, bu nedenle önce hesaplama problemlerini cevaplayacağım ve sözel problemleri sona bırakacağım (strateji değişkeni)." diyebilir.

Özdüzenleme sürecinin temelini oluşturan üstbilişsel bilgi, bireyin bilişsel eylemlerinin neden, nasıl ve hangi durumlarda gerçekleştiğine ilişkin sahip olduğu bilgilerdir. Scraw ve Moshman (1995) üstbilişsel bilgiyi açıklayıcı, durumsal ve işlemsel bilgi olmak üzere üçe ayırmaktadır. Açıklayıcı (tanıtıcı) bilgi, bir kişinin sahip olduğu bilgi ve becerilerin farkında olarak veya deneyimlerinden yararlanarak bir işi yapıp yapamayacağı hakkındaki bilgisidir (Daniels, 2002; Scraw & Moshman, 1995). Örneğin, bir öğrencinin A dersinden geçip geçemeyeceğine ilişkin var olan bilgileri onun üstbilişsel tanıtıcı bilgileridir. Eğer bir öğrenci çeşitli nedenlerle A dersinden geçip geçemeyeceği ile ilgili bir bilgiye sahip değilse bu onun söz konusu durum karşısında eksik üstbilişsel bilgilere sahip olduğunu göstermektedir. Fakat bu üstbilişsel bilgi eksikliği onun bu dersten kalacağı anlamına gelmemektedir. Durumsal (koşullu) bilgi, bir bilginin, becerinin,

stratejinin veya yöntemin niçin işlevsel olduğu ve hangi şartlar altında işe yarayacağı hakkındaki her türlü bilgiyi kapsamaktadır (Deseote, Roeyers & Buysse, 2001; Pierce 2003; Scraw & Moshman, 1995). Örneğin, bir öğrencinin A dersinde öğretmenin sorabileceği önemli sorulara karşı sergilemesi gereken stratejileri ortaya koyarken sergileyeceği bilgiler onun üstbilişsel koşullu bilgileridir. Öğrenci bu süreçte karşısına çıkabilecek bir durumda yapabileceği şeyleri niçin yapması gerektiği ile ilgili açıklamalar yapmaktadır. İşlemsel (yöntemsel) bilgi, süreçteki zihinsel eylemlerin nasıl işe yarayabileceği hakkındaki bilgileri içermektedir (Deseote vd., 2001; Panaoura, 2003; Pierce, 2003; Scraw & Moshman, 1995). Problemde istenene ulaşmak için gerekli becerilerin ve matematiksel kavramların nasıl kullanılabilmesi ve yapılması gereken işlemlerin nasıl uygulanacağı hakkındaki bilgidir. Örneğin, bir öğrencinin A dersinde öğretmenin sorabileceği bir soru hakkındaki tahmini onun tanıtıcı bilgisine bir örnek teşkil etmektedir. Bu soruda kullanılması gereken stratejilerin ne zaman ve niçin kullanacağına ilişkin açıklamaları koşullu bilgilerini gösterirken, bu soruda söz konusu stratejileri nasıl uygulayabileceğine ilişkin açıklamaları ise onun yöntemsel veya işlemsel bilgilerini göstermektedir. Özdüzenlemede öne çıkan farklı kuramsal çerçeveler bulunmakta ve bu çerçevelerde farklı değişkenler ele alınmaktadır. Örneğin, Winne ve Hadwin'in (1998) dört aşamalı özdüzenlemeli öğrenme modelinin aşamaları (1) görevi tanımlama, (2) hedef belirleme ve hedefe ulaşmak için plan yapma, (3) harekete geçme, (4) üstbilişe uyum sağlamadır. Pintrich'in (2000) özdüzenlemeli öğrenme modeli aşağıdaki gibidir (bkz. Tablo 1).

Tablo 1

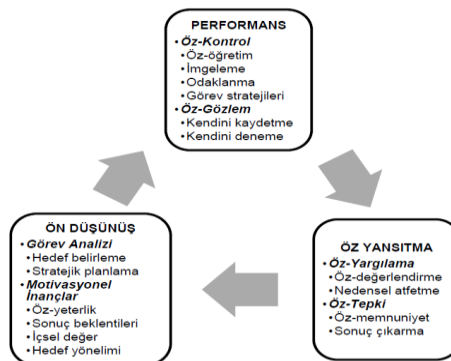
Pintrich'in (2000) Özdüzenlemeli Öğrenme Modeli

Aşamalar	Düzenleme Alanları			
	Biliş	Motivasyon	Davranış	Çevre
Ön düşünme, Planlama ve harekete geçme	* Harekete geçme * Önceki bilgileri etkinleştirme * Üstbilişi etkinleştirme	* Hedefe uyum sağlama * Yeterlik algıları * Zor göreve karşı öğrenme yargılarının olumlu olması * Görevi aktifleştirme * İlgiyi etkinleştirme	* Zamanı ve harcanacak çabayı planlama * Davranışları gözlemlemek için plan yapma	* Göreve alışma * Çevreye alışma
Gözlem yapma	Üstbilişsel farkındalık ve bilişi gözlemlene	Farkındalık ve motivasyon etkilerini gözlemlene	Farkındalık, harcanacak çaba ve zamanı gözleme Davranışları gözleme	Zor görevleri ve çevre şartlarını gözlemlene
Kontrol	Düşünme ve öğrenme için öğrenme stratejilerini seçme ve uyum sağlama	Motivasyonu yönetmek için uygun stratejileri seçme	Duruma göre gösterilen çabayı artırma veya azaltma	Görevi değiştirme ya da yeniden düzenleme
Tepki ve Yansıtma	* Bilişsel yargılar * Tutumlar	* Duyuşsal tepkiler * Tutumlar	Davranış seçimi	Görev ve çevreyi değerlendirme

Literatürde kabul görmüş bir diğer kuramsal çerçeve Zimmerman'a (2000) aittir (bkz. Şekil 1). Zimmerman'ın (2000) özdüzenleme süreci ön düşünme, performans ve öz yansıtma olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır. Bu süreç döngüsel olarak devam etmektedir.

Şekil 1

Zimmerman'ın (2000) Özdüzenleme Döngüsü



Problem Kurma

Problem kurma, matematiksel deneyimlere dayanarak, somut durumlara bireysel deneyimlerin eklendiği süreçtir (Stoyanova & Ellerton, 1996). English (1997) problem kurmanın üç temel aşamadan oluştuğunu belirtmektedir. Bunlar; bilgi ve akıl yürütme, üstbilişsel süreçler ve sosyolojik faktörlerdir. Örnek ve Soylu'nun (2021) problem kurma süreci altı basamaktan (durumu anlama, hikâye tasarlama, problem cümlesi oluşturma, problemi çözme, değerlendirme ve problemi son haline getirme) oluşmaktadır. Ortaokul matematik öğretim programında (Milli Eğitim Bakanlığı, 2024) problem kurma becerisine ayrıyeten vurgu yapılmasa da bu beceri, problem çözme becerisinin yansıtma bileşeni altında ele alınmaktadır. Matematik öğretmenleri sınıflarına getirecekleri problemleri iyi seçmeli, üzerine düşünmeli, seçtikleri ya da tasarladıkları problemleri sınıf ve öğrenci ihtiyaçlarına göre yeniden düzenleyebilmelidir (Bağce, 2023). Problem kurma çalışmaları, matematik öğretmen adaylarının farkındalıklarının artmasını sağlamaktadır (Tichá & Hošpesová, 2013). Bu nedenle öğretmen eğitiminde problem kurma etkinliklerine yer verilmelidir (Lavy, 2015). Matematik öğretmen adayları ve öğretmenlerinin problem kurmayı sınıfta nasıl daha etkili kullanabileceklerine ilişkin araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Cai vd, 2015). Matematik öğretmen adaylarının kuracağı problemlerin çözümü ilk başta görülmeyen, zihinsel karmaşa yaratan, kavramlar arası ilişki kurmayı gerektiren, çoklu yaklaşımların anlaşılmasını, çözümünde karar verme ve yaratıcılık becerileri gerektiren problemler olması faydalı olacaktır. Dolayısıyla matematik öğretmen adaylarının problem kurma becerisine sahip olmaları ve bunu etkili bir araç olarak sınıflarında kullanmaları beklenmektedir.

Bu araştırma, matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için geliştirdikleri matematiksel problemlerin özelliklerinin açıklanması ve bu aşamada nelerin dikkate alınması gerektiğine ilişkin açıklamalar sunması açısından önem taşımaktadır. Bunun yanında çalışma, öğrencilerin özdüzenleme becerilerinin gelişimi için öne çıkan öğrenme stratejilerinin ortaya koyulması bakımından da önemlidir. Özdüzenleme, matematik öğretmen adaylarının bağımsız öğrenme becerilerini geliştirmelerinde, öğretim süreçlerini planlamalarında, öğrencilerinin öğrenme süreçlerini daha etkili şekilde yönlendirmelerinde temel bileşenlerden biridir. Matematik öğretmen adaylarının geleceklerini şekillendirmelerinde özdüzenleme kritik bir role sahiptir. Matematik öğretmen adaylarının hem eğitim-öğretim sürecini başarılı şekilde planlamalarına hem de meslek hayatlarında etkili ve verimli bireyler olmalarına katkıda bulunmaktadır. Matematik öğretmen adayları özdüzenlemeli öğrenme ortamları için geliştirdikleri problemler ile ortaokul öğrencilerinin kendi öğrenme süreçlerini planlamalarına, izlemelerine ve değerlendirmelerine yardımcı olacak öğrenme ortamlarına yönelik önemli bir bakış sunacaktır. Bu çalışma matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için matematiksel problem geliştirme süreçlerinin incelendiği bir araştırmaya rastlanılmaması yönüyle özgün bir araştırmadır. Bu doğrultuda araştırmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için geliştirdikleri matematiksel problemlerin incelenmesidir. Araştırmanın problem cümlesi ise “Matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için geliştirdikleri matematiksel problemlerin özellikleri nelerdir?” şeklinde belirlenmiştir.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması şeklinde yürütülen bu araştırma, matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için tasarladıkları matematiksel problemlerin belli kriterler çerçevesinde değerlendirilmesini içerdiği için iç içe geçmiş çoklu durum çalışmasıdır. Durum çalışması; “niçin” ve “nasıl” sorularına odaklanılan, araştırmanın olaylar üzerinde kontrolünün olmadığı, olay ve olgunun kendi doğal ortamında çalışılan, olay ve gerçek yaşa durumu arasında bağ kurmanın yeterince kolay olmadığı durumlarda kullanılan araştırma yöntemidir (Yin, 2003). Çalışma, 15 matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için tasarladıkları matematiksel problemler Zimmermann'ın (2000) üç boyutlu özdüzenleme evresi çerçevesinde incelenmiştir. Bu nedenle bu araştırma, iç içe geçmiş çoklu durum çalışması niteliğindedir.

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme yöntemiyle seçilmiş 15 matematik öğretmen adayıdır. Katılımcıların seçilmesinde dikkate alınan ölçütler, (1) Matematik Eğitiminde Özdüzenleme” dersinde başarılı olmak ve (2) çalışmaya katılmaya istekli olmaktır. Matematik Eğitiminde Özdüzenleme Dersi; özdüzenleme ve özdüzenlemeli öğrenme süreçlerini, matematik eğitiminde özdüzenlemeli öğrenmenin amacı ve önemini, matematik öğretiminde özdüzenlemeli öğrenenin özellikleri

ve özdüzenlemeli öğrenme stratejilerini ve özdüzenlemeli öğrenmeyi destekleyen sınıf ortamları ve uygulamalarını içermektedir. Araştırmada katılımcılardan özdüzenlemeli öğrenme ortamları için bir matematiksel öğrenme içeriği tasarımları istenmiştir. Araştırmada katılımcılar Ö1, Ö2, Ö3,...,Ö15 şeklinde kodlanmıştır.

Verilerin Toplanması

Araştırmanın verileri, matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamı geliştirme süreçlerini içeren video çözümleri, özdüzenlemeli öğrenme ortamları için geliştirilmiş matematiksel problemlerin ve çözümlerinin son hallerini içeren yazılı veya dijital dokümanlardır. Verilerin toplama sürecinde matematik öğretmen adayları tamamen serbest bırakılmıştır. Matematik öğretmen adaylarından özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanmak isteyecekleri matematiksel problemler tasarımları ve neden bu problemleri seçtiklerini gerekçelendirmeleri istenmiştir. Matematik öğretmen adayları, bireysel olarak çalışmış, sesli düşünme protokollerini uygulamış ve gerektiğinde kullanacakları internet bağlantılı bir bilgisayar kendilerine tahsis edilmiştir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde, Zimmerman'ın (2000) döngüsel özdüzenleme süreci kuramsal çerçeve olarak ele alınmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Strauss ve Corbin'in (1990) ifade ettiği üç farklı kodlama türünden kuramsal çerçeveye bağlı kodlama süreci izlenmiştir. Analiz birimi, Zimmerman'ın (2000) kuramsal çerçevesindeki temel boyutlardır [(1) ön düşünme, (2) performans/ iradesel kontrol ve (3) öz yansıtma). Özdüzenlemeli öğrenme ortamları için matematiksel problemler seçilirken matematik öğretmen adayları tarafından özdüzenlemenin boyutlarını açığa çıkaracağı düşünülen öğretimsel unsurlar araştırmanın bulgularını oluşturmuştur. Verileri iki kodlayıcı tarafından ayrı ayrı analiz edilmiştir. Kodlayıcılar arası güvenilirlik formülü (Miles & Huberman, 1994) dikkate alınarak kodlayıcılar arasında %86,1'lik uyum belirlenmiştir. Son aşamada uyum sağlanmayan kodlar incelenerek kodlayıcılar arasında ortak bir görüş birliğine varılmış ve bulgular son hale getirilmiştir.

BULGULAR

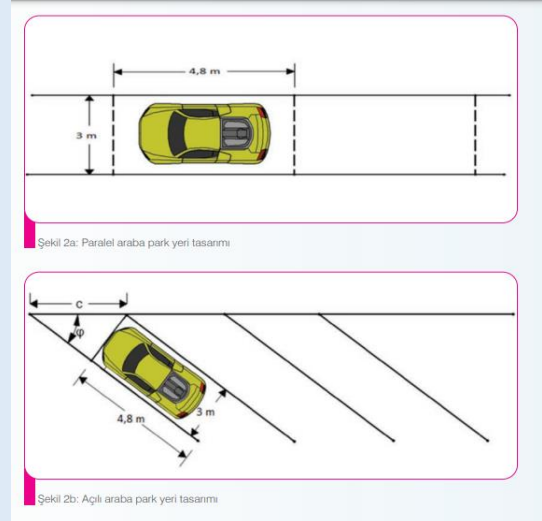
Matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında kullanılması için geliştirdikleri matematiksel problemler için (1) problemin yapısı ve (2) problemin uygulanışı olarak iki farklı boyuta vurgu yaptıkları görülmüştür.

Problemin Yapısına Yönelik Kategoriler

Matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için seçtikleri matematiksel problemlerde (1) problemin yapısı boyutunda; (1.1) açık uçlu problem olma (çok değişkenli yapı), (1.2) gerçek yaşam bağlamından ortaya çıkma (gerçekçi veya günlük yaşamdan), (1.3) ilgi çekici olma, (1.4) zorlayıcı olma, (1.5) 21. yy. becerilerini destekleme, (1.6) farklı disiplin/gösterim şekillerini açığa çıkarma özellikleri ön plana çıkmıştır.

Açık Uçlu Problem Olma (Çok Değişkenli Yapı)

Matematik öğretmen adayları, açık uçlu problem olma kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin gerekli ama eksik bilgiler içermesi, varsayımlara bağlı çoklu çözüm yollarına sahip olması gerektiğini vurgulamışlardır. Ö11 seçtiği problemde özellikle bazı değişkenleri öğrencilere doğrudan vermek istemediğini o değişkenleri onların fark etmesinin önemli olduğunu belirtmiştir. Ö11 bu sayede öğrencilerin tek bir çözüme odaklanmalarını engelleyeceğini ve özdüzenlemeli öğrenme ortamları için bunun önemli olduğunu ifade etmiştir (bkz. Şekil 2).

Şekil 2**Ö11'in Caddede Park Yeri Problemi-Geometri**

Bir şehir planlamacısı iki yönlü bir yolun kenarında, evlerin önünde araba park yeri tasarlamak için sizden yardım istiyor. Şehir planıcısının amacı caddede park edilebilecek araç sayısının en fazla olacağı düzeni sağlamaktır.

Nasıl bir park tasarımı önerisinde bulunurdunuz? Nedenleriyle açıklayınız.

Ö11: Problemi aynen almak istemedim. **Her veriyi vererek tek bir çözümde toplanmalarını istemedim.** Araba boyutlarını vermedim mesela.

Ö13 özdüzenlemeli öğrenme ortamları için seçtiği problemde onu çözmek için tek bir yolun değil çok daha fazla yolun var olmasının önemsedğini ifade etmiştir. Burada, masaların nasıl dizayn edileceği, masalar dizayn edilirken dikkate alınan unsurların ne olduğu ve restoranda ne kadarlık bir alana sahip olduğu gibi önemli değişkenler özdüzenlemeli öğrenme ortamları için önemli görülmüştür (bkz. Şekil 3).

Şekil 3**Ö13'ün Restoran-Masa Problemi-Geometri**

Bir restoranda çalışıyorsunuz. Restorandaki kare masaların her birine 4 kişi oturabiliyor. Restorana 109 kişilik bir topluluk geliyor ve hepsi birlikte oturmak istiyor. Kaç tane masa ile nasıl bir düzende misafirleri ağırlardınız?

Ö13: Bu soruyu seçtim, çünkü problem düşünmeye sevk eden bir soru ve öğrenci seviyesine uygun. Ayrıca soruyu çözmek için bir değil **çok daha fazla yolun var olmasının** daha iyi olduğunu düşündüm.

Gerçek Yaşam Bağlamından Ortaya Çıkma (Gerçekçi veya Günlük Yaşamdan)

Matematik öğretmen adayları, gerçek yaşam bağlamından ortaya çıkma kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin matematiği, günlük hayat durumları ile ilişkilendiren gerçekçi veri/bağlamlara sahip problemler olması gerektiğini vurgulamışlardır. Ö10'a göre özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında bu tür problemlerle öğrencilerin deneyimleri ile matematiği ilişkilendirmeleri sağlanacak ve matematikte öğrendiklerinin ne işine yarayacağı konusunda onların farkındalıkları arttırılacaktır (bkz. Şekil 4).

Şekil 4

Ö10'un Uçak Seferi Problemi



Madrid	İstanbul	Osaka
17:05	19:05	01:05

Üç farklı şehrin aynı anda gösterdikleri zaman göstergesi yukarıdaki gibidir. Madrid'den 1 Nisan Çarşamba günü Osaka şehrine gitmek üzere 14.30'da havalanan bir yolcu uçağı 4,5 saat sonra güvenlik ile ilgili bir nedenden dolayı İstanbul'a mecburi iniş yapmıştır. İstanbul'da 2 saatlik bir bekleme süresinin ardından tekrar havalanan uçak 13,5 saat sonra Osaka'ya varmıştır. Bu uçak Osaka saatine göre hangi gün ve saatte Osaka'ya inmiştir?

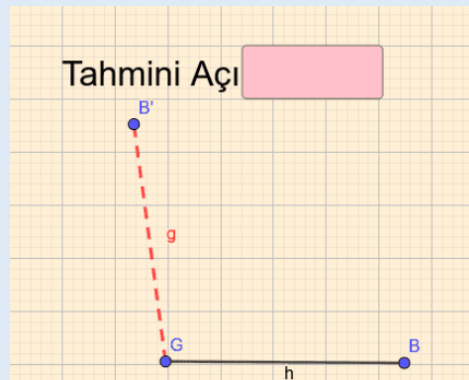
Ö10: Matematiğin *gerçek yaşamda ne işimize yaradığını öğrencilerin daha iyi anlaması için problemin gerçek yaşamdan olması önemli. Gerçekçi olmayınca matematik anlamsızmış gibi geliyor öğrencilere.*

İlgi Çekici Olma

Matematik öğretmen adayları, ilgi çekici olma kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin öğrencilerin öğrenme sürecinde dikkatlerini çekmede ve motivasyonlarını arttırmada önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ö7, Fermi problemleri tarzında öğrencilerin tahminde bulunacakları ortamlar sağlayan problemlerin, öğrenciler için daha ilgi çekici ve eğlenceli olduğunu belirtmiştir. Ö7, tahminin üstbilişsel bir beceri olması dolayısı ile özdüzenlemeli öğrenme ortamları için önemli fırsatlar sağladığını ifade etmiştir (bkz. Şekil 4).

Şekil 4

Ö7'nin Açı Tahmin Problemi-Geometri



BGB açısının ölçüsünün kaç derece olduğunu tahmin ediniz ve kutuya yazınız. Tahmininizin nedenini açıklayınız.

Ö7: Tahmin çocukların dikkatini çeken ve *her öğrenciyi sürece katabildiğim* ortamlar yaratabiliyor. Tahmin üstbilişsel bir beceri olduğu için özdüzenlemeli ortamlar için bu tür problemlerin ve Fermi problemlerinin uygun olacağını düşündüm.

Ö2, özdüzenlemeli öğrenme ortamları için onların dikkatini çeken ve motivasyonlarını yükselten olimpiyat problemleri tarzındaki soruların önemli bir araç olduğunu ifade etmiştir. Ö2, içsel motivasyonun süreçteki önemine vurgu yaparak aslında bu tür problemlerin özdüzenlemede öndüşünme boyutundaki öz motivasyonel inançları destekleyici bir rol aldığını belirtmiştir. Burada Ö2, problemin uygulanışı kategorisinde teknoloji entegrasyonuna da gönderme yapmış ve GeoGebra’da bu tür problemlerin deneysel bir ortam yaratılarak görselleştirilebileceğini ifade etmiştir (bkz. Şekil 5).

Şekil 5

Ö2’nin Olimpiyat Problemi-Geometri

9. Bir ABC üçgeninin $[BC]$ kenarı üzerinde alınan bir D noktası için $m(\widehat{BAD}) = 120^\circ$ ve $m(\widehat{CAD}) = 30^\circ$ ’dir. $|AD| = 6$ ve $|DC| = 21$ ise, $|AB|$ kaçtır?

a) 9

b) 10

c) 11

d) 12

e) 13

Ö2: Öğrenciler genelde böyle ilginç olimpiyat problemleriyle uğraşmayı sever. **Deneme şansları da olabilir GeoGebra’da.** Bu da öğrenciye seçenek sunuyor. Bir de problemin sonucunu merak edecekleri için içsel motivasyonlarının yüksek olacağını düşünüyorum.

Zorlayıcı Olma

Matematik öğretmen adayları, zorlayıcı olma kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin öğrencileri düşünmeye zorlaması gerektiğini, öğrencilerin yakınsak gelişim alanında onları daha nitelikli ve üst düzey düşünmeye teşvik etmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Ö14 problemler öğrenci seviyesinin altında kalırsa sonuca hemen varacaklarını, özdüzenleme için zengin bir ortam oluşmayacağını ve onlara bu tür problemlerin sıkıcı geleceğini vurgulamıştır (bkz. Şekil 6).

Şekil 6

Ö14’ün Yaya ve Motorlu Problemi-Sayılar

Uzunluğu 33 km olan A’dan B’ye bir yol var. Bir insanın yürüme hızı 5 km/s, motor ile yol alan bir kişi 25 km/s ve motorla yol alan iki kişi 20 km/s hızla gidebilmektedir. A noktasında bulunan 3 kişi en az kaç saat sonra üçü birlikte B noktasına varır? (Bir motora en fazla iki kişi binebilmektedir. Bir adet motor mevcuttur.)

Ö14: Problem **öğrenci seviyesinin altında kaldıysa** eğer, **öğrenci sonuca hemen** varacaktır. Bu da öğrencinin hedef ve strateji belirlemesine gerek kalmadan, süreç içerisinde zihinde canlandırmalar yapmadan ve çok yönlü stratejiler uygulamadan problemi çözmesine sebep olacaktır. Öğrencilere **seviyeleri altında verilen problemler sıkıcı** gelir.

Ö1, özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında kullanılacak problemlerin anlaşılır, seviyeye uygun, kolaylıkla çözülemeyecek ve düşünmeyi teşvik eden problemler olması gerektiğini ifade etmiştir. Matematik öğretmen adayları için çözümü ilk bakışta görülemeyecek zihinsel karmaşa yaratan ve bilişsel zorluk içeren problemler özdüzenlemeli öğrenme ortamları için önemli görülmüştür (bkz. Şekil 7).

Şekil 7

Ö1'in Dolap Problemi-Sayılar

PROBLEM

Bir okulda 1000 öğrenci ve her öğrencinin bir eşya dolabı vardır. Okuldaki bütün dolaplar kapalı ancak kilitli değildir.

- Okula gelen ilk öğrenci sıradan bütün dolap kapılarını açar.
- İkinci öğrenci gelir ve sırayla 2 numaralı dolaptan başlayarak her ikinci dolabı kapatır.
- Üçüncü öğrenci ise üç numaralı dolaptan başlayarak sırayla her üçüncü kapının durumunu değiştirir (yani eğer dolap açıksa öğrenci kapatır ya da dolap kapalı ise öğrenci onu açar.).
- Dördüncü öğrenci de dört numaralı dolaptan başlayarak sıradan her dördüncü kapının durumunu değiştirir.
- ...

Eğer bu işlemi 1000 öğrencinin hepsi devam ettirirse sonunda hangi dolap kapıları açık kalır, hangileri kapalı?

Ö1: Her öğrencinin anlayabileceği fakat kolaylıkla çözemeyeceği bir problem seçmek istedim. Ben bu tür problemlerin sürekli o problemle ilgili düşünmeyi sağladığı için yararlı olduğunu düşünüyorum.

21. yy. Becerilerini Destekleme

Matematik öğretmen adayları, 21. yy. becerilerini destekleme kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin günümüzde öğretim programlarında ve eğitim anlayışında önemsenen becerileri açığa çıkarak ve destekleyecek özellikte olması gerektiğini düşünmüşlerdir. Ö15 seçtiği problemin öğrencilerin finansal okuryazarlık becerilerini destekleyeceğini ve onların parayı nasıl daha iyi kullanabilecekleri hakkında bir farkındalık kazanmalarına fırsat vereceğini ifade etmiştir (bkz. Şekil 8).

Şekil 8

Ö15'in Kitap Satın Alma Problemi-Sayılar-Finansal Okuryazarlık

Alıştırma/ Word Problem

Aslan 49,90 lira olan bir kitap satın almak istiyor. Elinde 100 lirası var. Kitabı alınca elinde ne kadar parası kalır?

Open-Ended Problem

Aslan, doğum günü hediyesi olarak aldığı J. K. Rowling'in «Harry Potter ve Felsefe Taşı» kitabını okumaktan büyük zevk aldı. Şimdi internette aynı yazarın «Harry Potter ve Sırlar Odası» kitabına rastladı. Amazon'da kitap 49,90 lira. Aslan da dedesinin ona doğum günü için verdiği 100 lirası var. Aslan ne yapmalı? Küçük gruplar halinde Ada'ya tavsiyeler verin.

Ö15: Problemi dikkate alırken günümüzde öne çıkan becerileri geliştirmesinin önemli olacağını düşündüm. Bu problem öğrencilerin **finansal okuryazarlık** becerilerini destekliyor. Ayrıca hayatlarında parayı daha iyi nasıl kullanacaklarını öğrenecekler.

Ö9, özdüzenlemeli öğrenme ortamları için seçtiği problemin günlük yaşamda zamanın kullanımına ilişkin farkındalık sağladığını ve özdüzenlemede zaman yönetimi becerisini geliştirdiğini ifade etmiştir. Ö9, öğrencilerin zamanı etkili kullanmada sorun yaşadıklarını, bu tür problemlerle bu eksikliğin giderilebileceğini ve bu tür problemlerin özdüzenlemedeki öndüşünme için önemli olduğunu vurgulamıştır (bkz. Şekil 9).

Şekil 9

Ö9'un Kasada Ödeme Problemi-Zaman Yönetimi



Ö9: Özdüzenlemede **zamanı ayarlama** önemli bir beceri, özellikle plan yaparken çok işimize yarıyor. **Zamanı etkili kullanma** öğrencilerin önemli bir sorunu. Bu problem onların günlük yaşamda sık sık karşılaştığı bir durum ve zaman kavramını hayatlarında fark etmeleri için güzel bir örnek.

Farklı Disiplin/Gösterim Şekillerini Açığa Çıkarma

Matematik öğretmen adayları, farklı disiplin/gösterim şekillerini açığa çıkarma kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin matematiği matematik dışı disiplinlerle ilişkilendirecek ve farklı gösterim şekillerini ilişkilendirmelerini gerektirecek problemler olması gerektiğini vurgulamıştır. Ö3, farklı bir kaynakta bulduğu kapalı uçlu sıradan bir problemi, açık uçlu bir probleme dönüştürmüş ve öğrencilerin çözümde matematiği coğrafya, biyoloji, teknoloji gibi matematik dışı disiplinlerle ilişkilendirecekleri ortamlar oluşturmalarına ortam sağlamıştır (bkz. Şekil 10).

Şekil 10

Ö3'ün Ayı Problemi

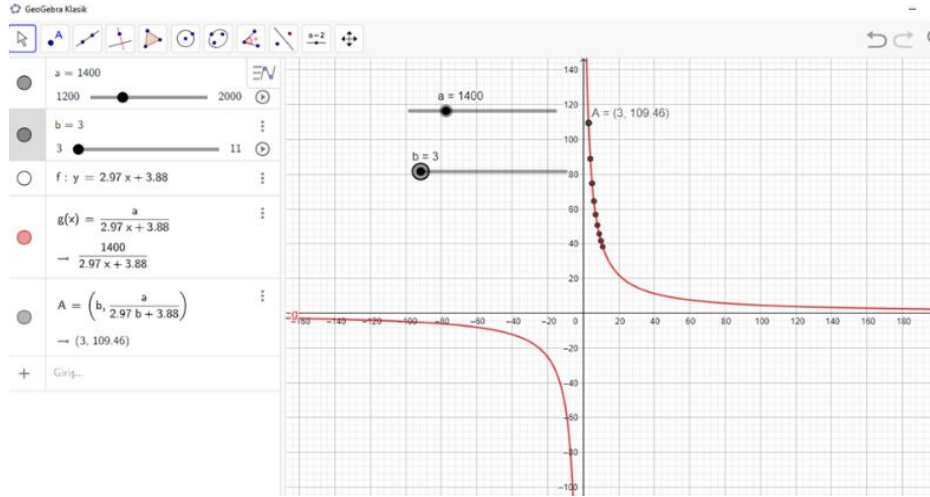


Ö3: Buradaki makalede ayı ve çocuk ağırlıkları ile ilgili bir problem var. Aslında bu problemi beğendim çünkü **ağırlık fen konusu**. Ama problem **kapalı uçlu ve bu haliyle üstbilgi tetiklenmez** ve üstbilginin gelişeceği sınıf normlarına zarar verir. Bu problemi revize edeceğim. **Haritayı, GeoGebra'ı ve interneti de kullanarak** açık uçlu bir probleme dönüştüreğim.

Ö3 bu tür problemlerle özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında zengin zihinsel öğrenme ortamlarının açığa çıkacağını ve öğrencilerin akıl yürütmeye, keşfetmeye ve sorgulamaya teşvik edeceğini vurgulamıştır. Ö3 kullanmak istediği problemin örnek çözümünde çocukluk dönemini 3-14 yaş aralığını belirlemiştir. Çocukluk dönemindeki her yaş grubu için ortalama ağırlık değerlerini veren doğrusal denklemi elde etmiştir. Sonrasında GeoGebra’da sürgüleri de kullanarak ayının ağırlığını (a) ve çocuk grubunun yaşı (b) üzerinden hareket ederek yaklaşık kaç çocuğun ağırlığına eşit olduğunu veren matematiksel temsili (grafik) oluşturmuştur. Grafik üzerinde noktanın apsisi çocuk grubunun yaşını, ordinatı ise ayının ağırlığının o yaştaki kaç çocuğun ağırlığına karşılık geldiğini tanımlamıştır (bkz. Şekil 11).

Şekil 11

Ö3’ün Ayı Problemi Çözümünden Bir Kesit



Ö3: Verilen problemin öğrenci seviyesine göre olup olmasının yanında bir de problemin nitelikli olması etkeni mevcuttur. Nitelsiz uygulamalar öğrencinin **sadece işlemsel becerilerinin gelişmesini sağlayıp özdüzenleme becerilerine hiçbir yarar sağlamamaktadır**. Bu gibi uygulamalar öğrencilerin **bazı formülleri ve algoritmaları temel mantığını anlamadan ezberlemelerine sebep olmaktadır**. Bu nedenle kazandırmak istediğimiz özdüzenleme davranışları için öğrencilere düşünmeye, keşfetmeye, sorgulama yapmaya teşvik edici problemler sormalıyız.

Problemin Uygulanışına Yönelik Kategoriler

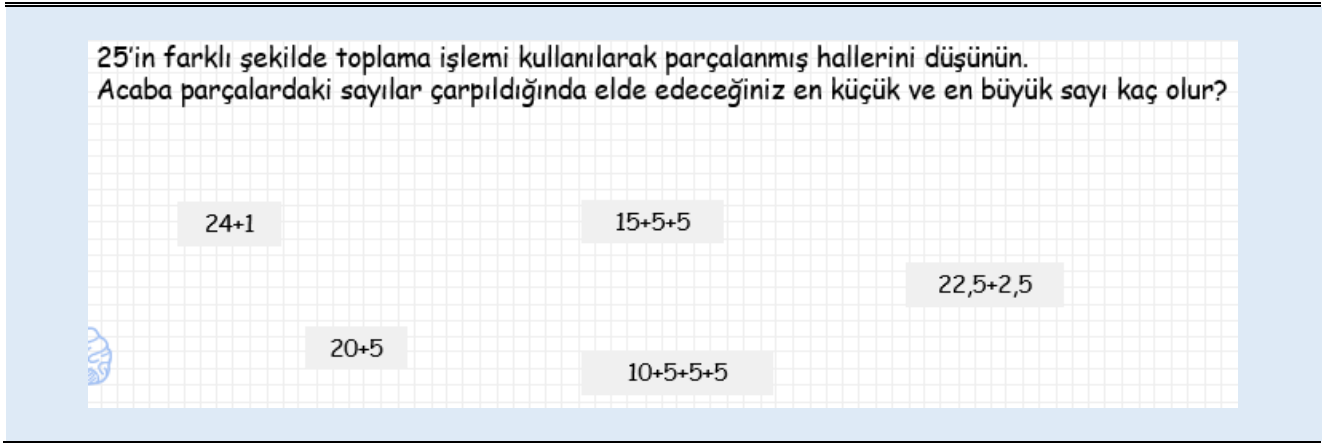
(2) Problemin uygulanışı boyutunda; (2.1) sorgulamaya fırsat verme [(2.1.1) öğrenci merkezli olma, (2.1.2) düşündürülen öğretmen, (2.1.3) düşünen öğrenci, (2.1.4) esnek düşünme], (2.2) problem çözme sürecine uygun ilerleme, (2.3) işbirlikli öğrenme, (2.4) öz/ grup içi/ gruplar arası değerlendirme, (2.5) teknoloji entegrasyonu ön plana çıkmıştır.

Sorgulamaya Fırsat Verme [Öğrenci Merkezli, Düşündürülen Öğretmen, Düşünen Öğrenci, Esnek Düşünme]

Matematik öğretmen adayları, sorgulamaya fırsat verme kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin uygulama sürecinin öğrenci merkezli olması gerektiğini, düşündürülen öğretmen ve düşünen öğrenci rollerinin önemli olduğunu ve esnek düşünmeyi sınıf normu haline getirmiş öğrenme ortamlarının gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Ö12 basit gibi görünen, anlaşılması kolay fakat içerisinde farklı durumları barındıran ve öğrenciyi aktif kılan öğrenme ortamlarının önemli olduğunu ifade etmiştir. Süreçte öğrencilerin sürekli aktif oldukları ve farklı düşüncelere saygı duyacak şekilde sınıf normlarının geliştirilmesi için bu tür problemlerin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Ö12 özdüzenlemeli öğrenme ortamı için seçtiği problemin öğrencilerin sayı duygusu, değişken kurma ve genelleme becerilerini geliştirecekleri zengin bir öğrenme ortamı sağlayacağını belirtmiştir (bkz. Şekil 12).

Şekil 12

Ö12'nin Sayıları Parçalama Problemi (Sayı Duyusu, Değişken, Genelleme)

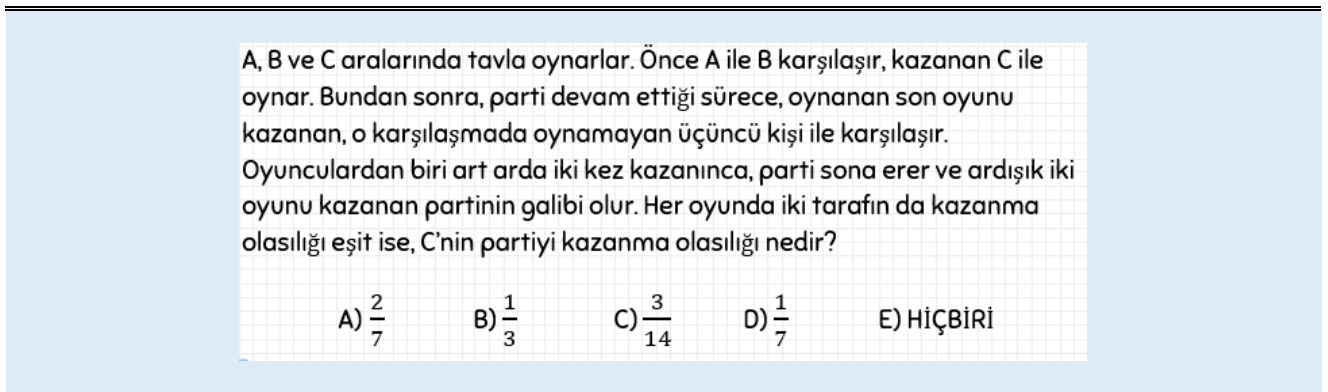


Ö12: Aslında problem çok basit gibi görünüyor. Ama sayı duyusu için çok önemli bence. Ama **birçok değişken içerisinde** var. Bu değişkenleri fark etmeleri ve **belli varsayımlarla genellemeler yapmaları** gerekiyor. Bu problemi ben her sınıf seviyesinde uygulayabilirdim. Öğrenci problemi anlamakta zorlanmaz ve **hep aktif** olur. Öğretmene daha az ihtiyaç duyar. Burada öğrenciler **birbirlerinin farklı düşüncelerine değer verir** ve özdüzenlemeli zengin bir ortam oluşacaktır.

Ö6, seçtiği problemde öğrencilerin farklı verileri kullanacakları, olası ve tüm durumları dikkate alarak çözümler üretecekleri, bunları ilişkilendirecekleri ve karara varacakları bir ortam yaratabileceğini ifade etmiştir. Ö6 burada özdüzenlemeye öndüşünmede önemli olan zihinsel eylemlerden “problemi anlama” ve “istenilen durumları doğru bir şekilde belirleme”ye vurgu yapmıştır (bkz. Şekil 13).

Şekil 13

Ö6'nın Tavla (Olimpiyat) Problemi-Olasılık



Ö6: Problemde farklı seçenekler düşünülerek istenilen duruma uygun olup olmama durumları fark edilmeli. **Öğrenci problemi anlayarak olası durumları ve istenilen durumları doğru bir şekilde belirlemeli, onları ilişkilendirmeli ve bir karara varmalı.**

Problem Çözme Sürecine Uygun İlerleme

Matematik öğretmen adayları, problem çözme sürecine uygun ilerleme kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin uygulandığında öğretmen ve öğrencilerin problem çözme basamaklarına uygun bir zihinsel ilerleyişi temel almalarının önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Ö1 tasarladığı Dolap probleminin çözüm sürecinde öğrencilerin Polya'nın problem çözme sürecine uygun bir

şekilde hareket ederek problemi çözmeye çalışmasının özdüzenleme için gerekli olduğuna vurgu yapmıştır (bkz. Şekil 14).

Şekil 14

Ö1'in Dolap Problemi

PROBLEM

Bir okulda 1000 öğrenci ve her öğrencinin bir eşya dolabı vardır. Okuldaki bütün dolaplar kapalı ancak kilitli değildir.

- Okula gelen ilk öğrenci sıradan bütün dolap kapılarını açar.
- İkinci öğrenci gelir ve sırayla 2 numaralı dolaptan başlayarak her ikinci dolabı kapatır.
- Üçüncü öğrenci ise üç numaralı dolaptan başlayarak sırayla her üçüncü kapının durumunu değiştirir (yani eğer dolap açıksa öğrenci kapatır ya da dolap kapalı ise öğrenci onu açar.).
- Dördüncü öğrenci de dört numaralı dolaptan başlayarak sıradan her dördüncü kapının durumunu değiştirir.
- ...

Eğer bu işlemi 1000 öğrencinin hepsi devam ettirirse sonunda hangi dolap kapıları açık kalır, hangileri kapalı?

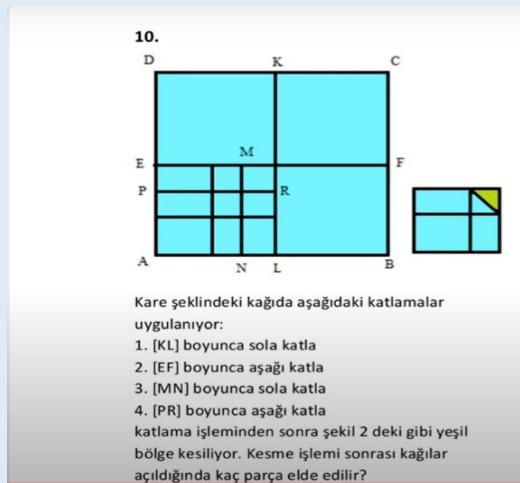
Ö1: Genel olarak şahsi görüşüm, öğrencilerin *Polya'nın problem çözme sürecine uygun bir şekilde hareket ederek problemi çözmeye çalışması* özdüzenlemeli öğrenme ortamları için önemli.

İşbirlikli Öğrenme

Matematik öğretmen adayları, işbirlikli öğrenme kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin uygulamasında grupta çalışmanın özdüzenleme eylemlerinin tetiklenmesi için olmazsa olmaz olduğunu öne çıkarmıştır. Ö4 seçtiği problemin uygulama sürecinde öğrencilerden ikişer kişilik gruplar oluşturacağını sonrasında grupların da düşüncelerini sınıf ile paylaşacakları ortamlar yaratarak özdüzenlemeli öğrenme ortamları oluşturacağını belirtmiştir (bkz. Şekil 15).

Şekil 15

Ö4'ün Kesme Katlama Problemi-Geometri



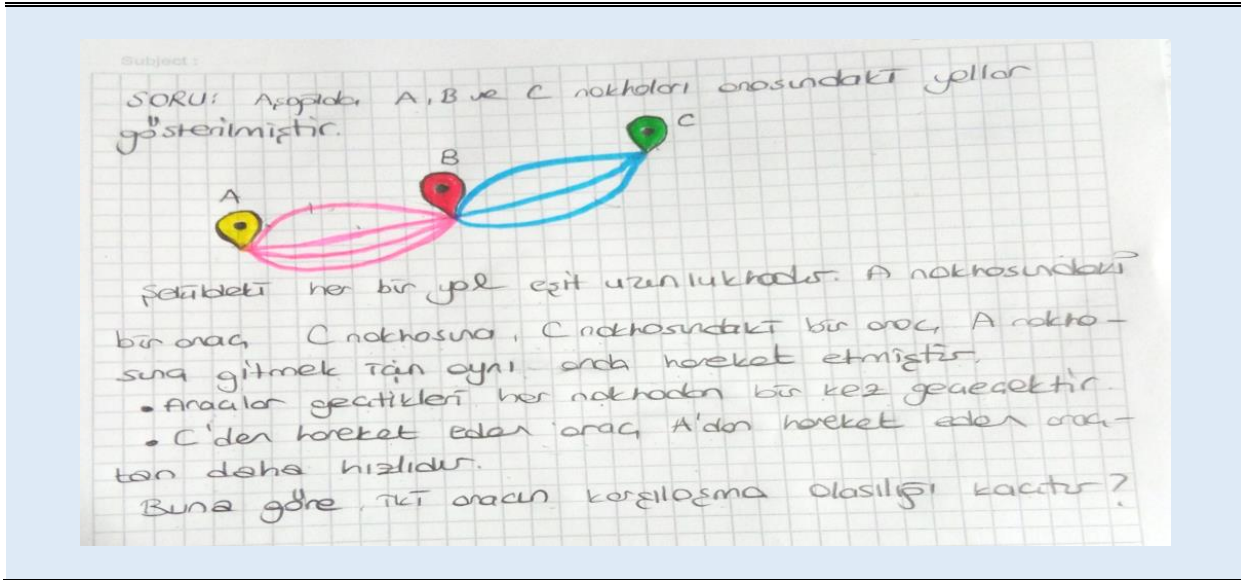
Ö4: Öğrencilerin günlük hayatta karşılaşabileceği ve kolaylıkla deneyimleyebileceği bir durum. Öncelikle **ikişer kişilik gruplardan çözüm** isteyeceğim. Sonra gruplara kâğıt vererek uygun şekilde kâğıt katlama yapmalarını isteyeceğim. Sonra **çözümleri ile deneyleri arasındaki farkı sınıfta arkadaşları ile paylaşmalarını** isteyeceğim. Bu sayede özdüzenleme becerilerinin gelişebileceği ortamlar yaratabilirim.

Öz/ Grup İçi/ Gruplar Arası Değerlendirme

Matematik öğretmen adayları, öz/ grup içi/ gruplar arası değerlendirme kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin uygulanışında öğrencilerin kendisini grup arkadaşlarını ve diğer gruplar içinde kendi performanslarını fark edecekleri ortamların önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Bu anlamda matematik öğretmen adaylarının birçoğu öz/ grup içi/ gruplar arası değerlendirme formlarını özdüzenlemeli öğrenme ortamı için temel bir araç gibi görmüşlerdir. Ö8 seçtiği problemin uygulama sürecinde birinci olarak bireysel çözüm isteneceğini, ikinci aşamada küçük gruplar oluşturarak grup içinde bireysel çözümlerin paylaşılacağını ve grupların bunları dikkate alarak tek bir çözüm ortaya koyacağını, üçüncü olarak grupların çözümlerini birbirlerine vereceğini ve onlardan bu çözümleri karşılaştırmalarını isteyeceğini ifade etmiştir (bkz. Şekil 16).

Şekil 16

Ö8'in Farklı Yollar Problemi-Olasılık



Ö8: Uygulama sürecinde öncelikle **bireysel çözüm** isteyeceğim, sonrasında **gruplar oluşturarak öğrencilerin bireysel çözümlerini grup arkadaşları ile paylaşmalarını** isteyeceğim. Gruplar bu farklı çözümlerden hareketle **tek bir çözüm teslim** edecekler. Grupların çözümlerini diğer gruplara dağıtacağım ve onlardan grupların çözümleri ile kendi çözümlerini karşılaştırmalarını isteyeceğim.

Teknoloji Entegrasyonu

Matematik öğretmen adayları, teknoloji entegrasyonu kategorisinde özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullanacakları problemlerin uygulanışında GeoGebra, CODAP, Code.org gibi yazılımları kullanarak, internet bağlantılı bilgisayarları düşünme sürecine dahil ederek süreçte teknolojiyi hem bir disiplin hem de süreci destekleyen bir araç olarak ele almışlardır (bkz. Şekil 17).

Şekil 17

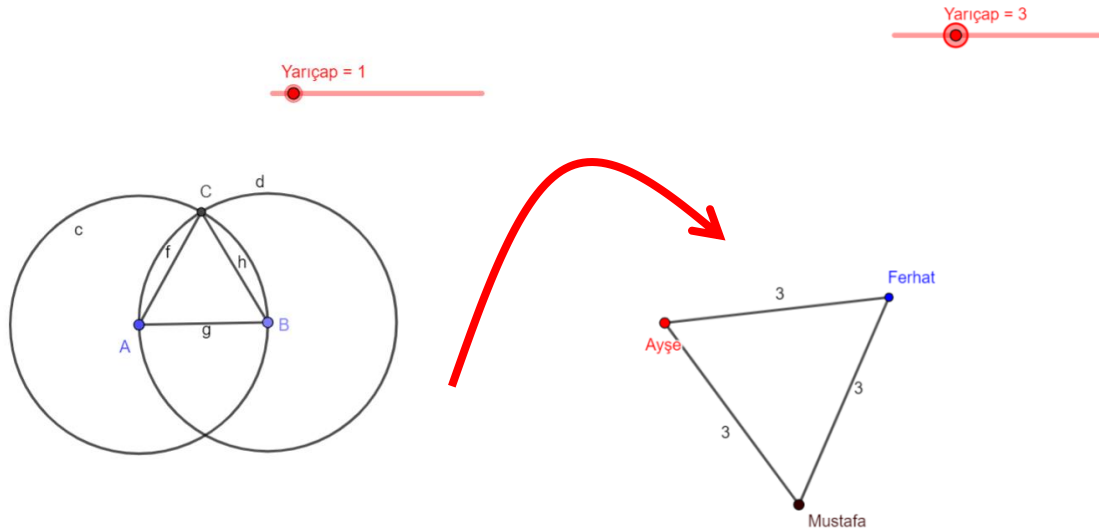
Ö5'in Oyun Problemi-Olasılık

Ayşe, Ferhat ve Mustafa oyun oynamak için toplanmışlardır. Oyun kuralı gereği üç arkadaş oyun boyunca hep eşit uzaklıkta durmalıdır. Ayşe, Ferhat ve Mustafa'nın birbirlerine göre konumları hakkında ne söyleyebiliriz?

Ö5, seçtiği problemin uygulama sürecinde örnek olası bir çözümü açıklarken GeoGebra'yı çözümde etkin bir şekilde kullanarak eşkenar üçgenin GeoGebra'da inşası üzerinden gerçek yaşam probleminin çözümünü yapılandırmıştır (bkz. Şekil 18).

Şekil 18

Ö5'in Oyun Problemi Çözümünden Kesit-Olasılık



Ö5: GeoGebra bence süreçte grup çalışmasının etkisini gösteriyor. Örneğin bir hata yaptığımızda bize bunu fark etmemiz için fırsat sunuyor ve geri bildirim veriyor. Biz de farklı bir yol deniyoruz. Bununla birlikte artık teknolojinin olmadığı yer yok. Özdüzenlemeli öğrenme ortamları için de bence mutlaka kullanmamız gerekiyor.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmada özdüzenlemeli öğrenme ortamlarındaki matematiksel problemler (1) problemin yapısı ve (2) problemin uygulanışı olmak üzere iki farklı boyutta ele alınmaktadır. (1) Problemin yapısı dikkate alınırsa; özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında kullanılacak matematiksel problemler açık uçlu problemler olmalı (çok değişkenli yapı), gerçek yaşam bağlamından ortaya çıkmalı (gerçekçi veya günlük yaşamdan), ilgi çekici olmalı, zorlayıcı olmalı, 21. yy. becerilerini desteklemeli ve farklı disiplin/gösterim şekillerini açığa çıkarmalıdır. Problemin uygulanışı dikkate alındığında ise; özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında kullanılacak matematiksel problemler süreçte sorgulamaya fırsat vermeli [öğrenci merkezli olmalı, düşündürücü öğretmen ve düşünen öğrenciler ile uygulanmalı, esnek düşünmeyi sağlamalı], problem çözme sürecine uygun ilerlemeyi önemsemeli, işbirlikli öğrenmeyi desteklemeli, öz/grup içi/gruplar arası değerlendirmeleri açığa çıkarmalı ve teknoloji entegrasyonunu sağlamalıdır.

Matematik eğitiminde sıradanlıktan ziyade iyi bir didaktik amaç taşıyan görevlere geçiş olması gerekmektedir. Bunun sağlamak için International Technology and Engineering Educators Assosication [ITEEA] (2011) var olan duruma bilinçli hatalar eklenebileceğini, problemdeki stratejik etkenlerle oynanarak bunların çözümdeki etkisinin ortaya çıkarılabileceğini ve insanın ilgi, istek ve ihtiyaçlarını karşılamayı hedefleyen bağlamlara önem verilebileceğini vurgulamaktadır. Matematik öğretmen adayları da özdüzenlemeli öğrenme ortamları için benzer stratejilere (açık uçlu yapıda olma, gerçek yaşam bağlamından ortaya çıkma, gerçekçi veya günlük yaşamdan olma gibi) başvurmaktadır. Özdüzenlemeli öğrenme ortamındaki matematiksel problemler Stein ve diğerlerinin (2000) sınıflandırmasındaki ezberleme (düzey 1) ve bağlantısız yöntemler (düzey 2) içeren problemler yerine bağlantılı yöntemler (düzey 3) ve matematik yapmayı (düzey 4) içeren problemler grubuna dâhil olmaktadır. Bu anlamda özdüzenlemeli öğrenme ortamlarındaki matematiksel problemler, zihinsel karmaşıklık yaratan (zorlayıcı), farklı disiplinlerdeki kavram ve gösterim şekilleri arasındaki bağlantı kurmayı gerektiren ve derin sorgulamaya fırsat veren problemlerdir.

Carol'a (2009) göre öğrenme sürecinde engellerle karşılaşmaya, hata yapmaktan korkmamaya ve bunu bir zihinsel gelişim olarak görmeye başladığında güçlü nöral bağlantılar oluşmaktadır. Bu anlamda, çalışmanın sonuçları doğrultusunda özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında sorgulamaya fırsat veren matematiksel problemler kullanmak önemlidir. Düşünen sınıfları açığa çıkarmak için açık uçlu yapıda matematiksel problemlerle her zaman daha iyi bir çözüme fırsat veren ortamlar yaratılmalı, süreçteki öğrenci hataları teşvik edilmeli, öğrenciler bu konuda cesaretlendirilmeli ve esnek düşünmenin önemini anlayacakları ortamlar yaratılmalıdır. Bu anlamda özdüzenlemeli öğrenme ortamları günümüzde çok fazla ön plana çıkan nöroplastiteyi (beyninizin yeni deneyimlerle değişme ve güçlenme yeteneği) destekleyici bir rol oynamaktadır.

Stigler vd. (2000), uluslararası sınavlarda başarılı olan Çin ve Japonya'nın, ABD ve İngiltere'den eğitimde farklı olarak ne yaptığını araştırmışlardır. Japonya'da sınıflarda %44 keşfet etkinlikleri varken ABD ve İngiltere'de %1 keşfet etkinlikleri olduğu; Japonya'da derslerde bilerek yanlış yapan öğretmenler varken, ABD ve İngiltere'de öğrencileri sorgulamaktan uzaklaştıran öğretmenlerin olduğu ortaya koyulmuştur (Stigler vd., 2000). Ayrıca Çin'deki sınıflarda bir saatte bir problem (daha derin düşünmeyi sağlayan açık uçlu ve kışkırtıcı soru) üzerine düşünülürken, ABD ve İngiltere'de bir saatte 20-30 soru (yüzeysel alıştırmalar) çözüldüğü belirlenmiştir (Stigler vd., 2000). Ek olarak, Stigler vd. (2000); ABD ve İngiltere'de müfredatın Japonya ve Çin'e göre daha geniş fakat daha yüzeysel olduğunu belirtmektedir. Bu anlamda matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için kullandıkları matematiksel problemlerin Japonya ve Çin'deki öğrenme anlayışına hizmet ettiği görülmektedir. Dolayısıyla bu tür problemleri öğrenme ortamlarına dahil etmenin uluslararası sınavlarda Türkiye'nin sıralamasına olumlu katkı sağlayacağı söylenebilir.

Watanabe (2009) eğitimde özellikle problem çözen çocuklar yetiştirmede ülkelerin başarısız olduğunu ifade ederken beş tip çocuktan bahsetmektedir. Problem çözemeyen çocuklarda (1)iç çekiş, Zimmerman'ın (2000) özdüzenlemesinde ön düşünmede önemli olan öz motivasyonel inancı ve Bandura'nın (1989) perspektifinde özyeterliği zayıf çocuklardır. Problem çözemeyen çocuklarda (2)muhafif, Zimmerman'ın (2000) özdüzenlemesinde özyansıtma nedensel yüklemeyi dış faktörlere bağlayan, sürekli etrafında eksik arayan, iyi olan şeye odaklanmayan, kendi hatalarını kabullenmeyen ve sorumluluk almayan çocuklardır. Problem çözemeyen çocuklarda (3)hayalperest, Zimmerman'ın (2000) özdüzenlemesinde özmotivasyonel inancı yüksek olsa da bilişsel olarak eyleme geçme (öndüşünme) konusunda başarısız, gerçekleri görmezden gelerek hayallerde yaşayan çocuklardır. Problem çözemeyen çocuklarda (4)girişimci, sorumluluk sahibi ve azimli olsa da sonuç odaklı ve eylemlerinin öncesini ve sonrasını düşünmeyen çocuklardır. Girişimciler inisiyatif olsa da belli kalıpların dışına çıkmadan her şeyi kendi bildikleri doğrularla yapmaya çalışarak süreçteki gelişimden çok sonuca odaklanan çocuklardır. Bu durum Zimmerman'ın (2000) özdüzenlemesinde önemli olan düşünceler hakkında düşünme, kendini her zaman yenileme ve esnek düşünme anlayışına uygun değildir. Watanabe'nin (2009) son çocuk tipi (5)problem çözen çocuklar, inisiyatif alarak çevresini geliştiren, nasıl düşüneceğini ve öğreneceğini öğrenmiş, zorluklar karşısında pes etmeyen, hata yapmaktan korkmayan, gerçekçi hedefler koyarak bunları fazlasıyla gerçekleştiren, problemlerin sonucuna değil altında yatan etkenleri düşünen, plan yapan, gerektiğinde planlarını revize eden ve sürekli daha iyi olana ulaşmayı hedefleyen çocuklardır. Watanabe (2009) çocukları problem çözme düzeylerine göre açıklarken aslında Zimmerman'ın (2000) özdüzenleme kuramsal çerçevesindeki becerileri dikkate almaktadır. Bu çalışmada özdüzenlemeli öğrenme ortamlarındaki matematiksel problemlerin yapısı ve uygulanışına ilişkin

açıklamaların, sınıflarda Watanabe'nin (2009) problem çözen çocuklarının yetiştirilmesinde önemli bir perspektif sunacağı söylenebilir.

Hıdıroğlu (2018), Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2016), Lee (1999), Yavuz ve Bilgeç (2016) ve Mason ve Mitroff'ın (1981) düşüncelerine paralel olarak özdüzenlemeli öğrenme ortamları için açık uçlu veya iyi yapılandırılmamış matematiksel problem senaryolarının kullanımı; bu problemlerin karmaşık gerçek yaşam bağlamları içermesi, çoklu çözüm yollarına fırsat vermesi ve eksik fakat önemli bilgileri içermesi açısından oldukça önemlidir. Matematik problemlerinin sadece matematik dünyasına ait işlemsel bilgi kullanabilecekleri problemler olmaktan ziyade gerçek yaşam bağlamında, açık uçlu ve karmaşık sistemlerle başa çıkmayı kolaylaştıracak nitelikte olması gerekmektedir (English, 2008). Baki (2014), açık uçlu matematiksel problemlerin matematik öğretimine dahil edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Çünkü bu tür problemler çoktan seçmeli sorulara göre daha fazla bilişsel strateji kullanılmasına ve öz kontrol eylemlerinin açığa çıkmasına fırsat vermektedir (O'Neil & Brown, 1998).

Özdüzenlemeli öğrenme ortamlarında kullanılan matematiksel problemlerin uygulanışında “işbirlikli öğrenme” ve “öz/ grup içi/ gruplar arası değerlendirme” oldukça önemlidir. Benzer şekilde Boaler (2021), matematik eğitiminde işbirlikli çalışmanın ve dönütlere açık olarak değişimin bir parçası olmanın (nitelikli deneyimlere bağlı etkili özdeğerlendirme) öneminden bahsetmektedir. Çalışmada özdüzenlemeli öğrenme ortamları için matematiksel problemlerin uygulanışında “problem çözme sürecine uygun ilerleme” kategorisi, Kramarski ve Mizrachi'nin (2004) üstbilişsel/özdüzenlemeli soruların özelliklerini açıklarken strateji boyutunda öne çıkardığı “öğrencileri problemi çözmek için uygun adımları/stratejileri düşünmeye teşvik etme” düşüncesi ile paralellik göstermektedir. Aynı zamanda özdüzenlemeli öğrenme ortamları için matematiksel problemlerin uygulanışında “öz/ grup içi/ gruplar arası değerlendirme” kategorisi, Kramarski ve Mizrachi'nin (2004) üstbilişsel/ özdüzenlemeli soruların özelliklerini açıklarken yansıtma boyutunda öne çıkardığı “problem çözme süreci hakkında kendilerine sorular sormaya teşvik etme” düşüncesi ile paralellik göstermektedir.

Liljedahl (2020) sınıflarda öğrenme odaklı davranışların sadece belli bir kısmının iyi bir öğrenme ile sonuçlandığını vurgulamaktadır. Sınıflarda kaytaran, oyalanan, yapıyor görünen, taklit eden ve deneyimleyen öğrenci tiplerinden bahseden Liljedahl (2020), deneyimleyen öğrencilerin sınıftaki %10-%15'lik bir kesimi oluşturduğunu, bu öğrencilerin etrafındaki düşünceleri dikkate alarak düşüncelerini en iyi hale getirdiğini ve kendi öğrenme rotalarını tasarlayan öğrenciler olduğunu vurgulamaktadır. Matematik öğretmen adaylarından özdüzenlemeli ortamlarda problemler tasarlamaları süreci, onların özdüzenlemeyi anlamalarını daha iyi hale getiren bir süreçtir (Chapman, 2012). Bu süreçte matematik öğretmen adayları eksikleri, karşılaştıkları zorlukları, öğrenci ilgi ve ihtiyaçlarını, hataları, ...vs göz önünde bulundurmakta ve problem tasarlama becerilerini geliştiren öğrenme faaliyetlerine katılmaktadırlar (Hošpesová & Tichá, 2015). Matematik öğretmen adaylarının özdüzenlemeli öğrenme ortamları için tasarladıkları matematiksel problemlerin yapısı ve uygulanışına ilişkin açıklamalar, sınıflarda deneyimleyen öğrencilerin artması için önemli bir öğrenme stratejisi olarak ele alınmalıdır.

Matematik öğretmenlerinin sınıflarında kullanacakları matematiksel problemleri seçerken ve uygularken çalışmada ortaya çıkan özellikleri ve öğrenme stratejilerini dikkate almaları önerilmektedir. Zimmermann'ın (2000) kuramsal çerçevesi dışında farklı kuramsal çerçevelerle bu araştırma yürütülebilir. Bu araştırma matematik öğretmenleriyle yürütülebilir. Bu çalışmada matematik öğretmen adaylarının yaşadıkları zorluklara ve çözüm önerilerine yer verilmiştir, ileriki araştırmalarda bu zorluk ve güçlükler belirlenebilir ve matematik öğretmen adaylarının bunlara nasıl çözümler ürettikleri tartışılabilir. Tasarlanan matematiksel problemlerin sınıf içi uygulamalarıyla yansımaları ortaya çıkarılabilir ve iyileştirmeler yapılabilir. Özdüzenleme, matematiksel modelleme ve teknoloji entegrasyonu odağında bilişsel ve özdüzenlemeli beceriler açığa çıkarılarak bu becerilere ilişkin farkındalık sağlanarak ileriki aşamada kontrol listeleri veya rubriklerin yapılandırılması için kuramsal çerçeveler oluşturulabilir. Farklı üniversitelerdeki ya da başarı seviyeleri farklı matematik öğretmen adaylarıyla benzer bir araştırma gerçekleştirilerek sonuçları tartışılabilir.

KAYNAKÇA

- Aydoğdu, M. Z. (2024). Öğretmen adaylarının kurulan matematik problemlerini değerlendirme kriterlerinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(1), 427-441.
- Baki, A. (2014). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Bandura, A. (1989). Human agency in social cognitive theory. *American psychologist*, 44(9), 1175.
- Boaler, J. (2021). *Mathematical mindsets: Unleashing Students' potential through creative math, Inspiring messages, and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Cai, J., Hwang, S., Jiang, C. & Silber, S. (2015). Problem-posing research in mathematics education: some answered and unanswered questions. In F. M. Singer, N. F. Ellerton & J. Cai (Eds.), *Mathematical problem posing: from research to effective practice* (pp.3-34). Springer
- Carol, T. (2009). The push for pull; inventory-crunched retailers are asking consumers to choose the products they want. But what we say we like isn't always what we buy. *TheGlobe and Mail*.
- Chapman, O. (2012). Challenges in mathematics teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 15, 263–270.
- Corel, J. L. (1975). *The postnatal development of the human cerebral cortex*. Harvard University Press.
- Daniels, D. (2002). Metacognition and reflection. *Educational Psychology*. <http://dennisgdaniels.com/tikiindex.php?page=Metacognition%20and%20Reflection> adresinden 28. 01. 2025 tarihinde alınmıştır.
- Desoete, A., Roeyers, H. & Buyse, A. (2001). Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disability*, 34(5), 435–449.
- English, L. D. (1997). The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 183-217.
- English, L. D. (2008). Mathematical modeling: Linking mathematics, science, and the arts in the elementary curriculum. In B. Sriraman, C. Michelsen, & A. Beckmann, & V. Freiman (Eds.), *Proceedings of the second international symposium on mathematics and its connections to the arts and sciences*. (MACAS2, pp. 5-36). University of Southern Denmark Press.
- Fisher, R. (2005). *Teaching children to think*. Nelson Thornes.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Flavell, J., (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In Weinert, F.E. & Kluwe, R.H. (Eds). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2018). Üstbiliş kavrama ve problem çözme sürecinde üstbilişin rolüne eleştirel bakış. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 87-103.
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2016). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*. 10(1), 313-350.
- Hošpesová, A. & Tichá, M. (2015) Problem posing in primary school teacher training. In F.M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Eds.), *Mathematical Problem Posing* (pp. 433-447). Springer, New York, NY.
- Huttenlocher, P. R. (2002). *Neural plasticity: The effects of environment on the development of the cerebral cortex*. Harvard University Press.

- International Technology Education Association (ITEA/ITEEA). (2009). *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering*. Reston, VA: Author.
- Kramarski, B. (2004). Making sense of graphs: Does metacognitive instruction make a difference on students' mathematical conceptions and alternative conceptions. *Learning and Instruction*, 14, 593-619.
- Lee, J. (1999). *Problem-based learning: A Decision model for problem selection*, 21st National Convention of the Association for Educational Communcations and Technology, February 10-14, Houston.
- Liljedahl, P. (2020). *Building thinking classrooms in mathematics (Grades K-12): 14 Teaching practices for enhancing learning*. Corwin Press Inc.
- Lavy, I. (2015). Problem-posing activities in a dynamic geometry environment: when and how. In F. M. Singer, N. F. Ellerton & J. Cai (Eds.), *Mathematical problem posing: from research to effective practice* (pp. 393-410). New York: Springer.
- Mason, R. O., & Mitroff, J. J. (1981). *Challenging strategic planning assumptions*. John Wiley.
- Miles, M.B. & Huberman A.M. (1994). *Qualitative data analysis. (second edition)*, Sage Publication.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2024). Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı. <https://mufredat.meb.gov.tr/>
- O'Neil, H. F. Jr., & Brown, R. S. (1998). Differential effects of question formats in math assessment on metacognition and affect. *Applied Measurement in Education*, 11(4), 331-351.
- Örnek, T., & Soylu, Y. (2021). A model design to be used in teaching problem posing to develop problem-posing skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100905.
- Pierce, W. (2003). *Metacognition: Study strategies, monitoring, and motivation*, 28.01.2025 tarihinde <http://academic.pgcc.edu/~wpeirce/MCCCTR/metacognition.htm> adresinden alınmıştır.
- Pintrich, R. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In Boekaerts, M., Pintrich, P. R., ve Zeidner, M. (Eds.), *Handbook of Self-regulation*, (pp. 451-501). San Diego, CA: Academic Press.
- Schraw, G. & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychological Review*, 7, 351-371
- Schunk, D. H. (2012). *Learning theories: An educational perspective*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Senemoğlu, N. (2018). *Gelişim öğrenme ve öğretim*. Anı Yayıncılık.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M. A. & Silver, E. A. (2000). *Implementing standards-based mathematics instructions: A Casebook for professional development*. Teachers College.
- Stigler, J.W., Gallimore, R., & Hiebert, J. (2000). Using video surveys to compare classrooms and teaching across cultures: Examples and lessons from the TIMSS video studies. *Educational Psychologist*, 35, 87-100.
- Stoyanova, E. & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing. In P. Clarkson (Ed.), *Technology in mathematics education* (pp. 518-525). Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Strauss, A. L & Corbin, J. (1990). *Basic of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Sage.

- Tichá, M & Hošpesová, A. (2013) Developing teachers' subject didactic competence through problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 133-143.
- Watanabe, S. (2009). *Algebraic geometry and statistical learning theory*. Cambridge University Press.
- Winne, P.H., & Hadwin, A.F., (1998). Studying as self-regulated learning. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 277–304). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Yavuz, İ. ve Bilgeç, İ. (2016). Açık uçlu sorularla yapılan matematik sınavlarının ölçme ve değerlendirilmesinin incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5, 183-193.
- Yazgan, Y. & Arslan, Ç. (2017). *Matematiksel sıra dışı problem çözme stratejileri ve örnekleri*. Pegem Akademi.
- Yin, R.K. (2003). *Case study research: Design and methods*. Sage Publications.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M.Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation*, (pp.13-39). London: Elsevier Academic Press.)

Mathematical Problems Developed by Prospective Mathematics Teachers for Self-Regulated Learning Environments

Yeliz Özkan Hıdıroğlu^{1*} 
Çağlar Naci Hıdıroğlu² 

¹Pamukkale University, Faculty of Education, Denizli, Türkiye, yelizozkan09@gmail.com
²Pamukkale University, Faculty of Education, Denizli, Türkiye, chidiroglu@pau.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract: The purpose of this study is to examine the mathematical problems developed by pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments. This research, conducted as a case study, a nested multiple case, because it involves the evaluation of mathematical problems designed by pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments within the framework of certain criteria. The participants consisted of 15 volunteer pre-service mathematics teachers who had taken the self-regulation course in mathematics education. The data consisted of video analyses of pre-service mathematics teachers' processes of developing self-regulated learning environments and written or digital documents containing the final versions of mathematical problems and their solutions developed for self-regulated learning environments. In the analysis of the data, the content analysis method based on Strauss and Corbin's (1990) theoretical framework was used, taking into account Zimmerman's (2000) self-regulation theoretical framework. These dimensions are (1) pre-thinking, (2) performance/volitional control and (3) self-reflection. In the study, mathematical problems in self-regulated learning environments are considered in two different dimensions: (1) problem structure and (2) problem implementation. (1) Considering the problem structure; mathematical problems to be used in self-regulated learning environments should be open-ended problems (multivariate structure), emerge from real life context (realistic or daily life), interesting, challenging, support 21st century skills, and reveal different disciplines/demonstrations. When the implementation of the problem is taken into consideration, mathematical problems to be used in self-regulated learning environments should allow for inquiry in the process [be student-centered, be implemented with a thinking teacher and thinking students, provide flexible thinking], emphasize progress in accordance with the problem solving process, support collaborative learning, reveal self/in-group/inter-group assessments, and provide technology integration.

Key Words: Self-Regulated Learning, Self-Regulation, Mathematical Problem, Prospective Mathematics Teacher.

Received: 31.01.2025
Accepted: 04.03.2025
Available Online: 30.05.2025

INTRODUCTION

Human beings lose much of their brain's functionality and creativity soon after they come into the world. Especially newborn children take two to three years to learn about the world around them and after that, they continue to live the routine actions of their family in an ordinary way every day. Although this routine can be positively disrupted by occasional interesting and creative activities and experiences, the brain is unable to find a social environment sufficient for its development. Especially after the age of three, the number of neurons in the brain and the branching of neurons (neural network) decreases dramatically (Corel, 1975). This situation reveals that the child needs to be mentally supported from the age of three. When international studies are taken into consideration, it is seen that preschool education comes to the forefront for this reason (Huttenlocher, 2002). It is aimed to prevent this mental loss with qualified education to be given to children in this period.

When we look at the studies that emphasize the increase in the richness of mental activities and mental awareness about the development of the brain, John Hurley Flavell in 1970-1980, Barry Zimmerman in 1990-2005, Albert Bandura in 1985-1991, and Dale H. Schunk in 1990-2005 emphasize the concepts of metacognition, self-regulation, self-efficacy, and executive cognition. Current studies in neuroscience have paved the way for some concepts to come to the fore in education. One of these concepts is self-regulation. Self-regulation is an active and constructivist process in which individuals set goals for a specific task, and then, try to control and regulate their cognition, affect and behaviors in line with these goals, and are guided and limited by the context in which they live (Pintrich, 2000; Schunk, 2012; Zimmerman, 2000). Self-regulation requires collaborative work, strategies that enable better learning, environments that reveal qualified predictions, learning environments with complexity, chaos, errors and contradictions, questioning

and thinking aloud (Hıdıroğlu, 2018). Feynman method, Da Vinci method, 1 in 3 rule, 80/20 rule, 5n1k rule, different note-taking techniques, attention focusing techniques, yoga, meditation and strategy games are mental activities or strategies that stand out in the development of self-regulation.

When students encounter a qualified problem, an environment of uncertainty and chaos is created in their minds. At this stage, students want to get rid of this uncertain situation and begin to apply problem solving strategies. Fisher (2005) defines a problem as a situation in which there is some information, which contains various obstacles in its solution and which individuals want to solve. Yazgan and Arslan (2017), in their study in which they compiled problem solving strategies in the literature, pointed out the strategies as animation, simplification, elimination, reasoning, making tables, working backwards, writing equations/inequalities, finding relations, drawing diagrams, prediction and control, and making systematic lists. Performing only mathematical operations in mathematics limits the image and reach of mathematics. Therefore, mathematics is perceived by students as difficult to grasp, less understandable and unimportant. The most important thing here is to give students problems that make them think (Hıdıroğlu, 2018; Liljedahl, 2020). The solution of the given problems should require multidimensional thinking, interdisciplinary knowledge and creativity (Senemoğlu, 2018). It is important that problem solving is among the 21st century competencies, that it is an important skill, that it is needed at all levels of education, and that individuals are aware of what, how and why they will use it and progress in the solution. However, it should not be ignored that problem posing is as important as problem solving and requires a cognitive process. Problem posing develops individuals' creative thinking skills, enables them to address the issue from different perspectives, leads them to various solutions and enables them to develop new approaches (Aydoğdu, 2024). Stein, Smith, Henningsen, and Silver (2000) divide the cognitive demand levels of constructed problems into memorization, disconnected methods, connected methods, and doing mathematics. Teachers, pre-service teachers and students are expected to create connected methods and do mathematics. Self-regulated learning environments are very important in the formation of classrooms that do mathematics.

Self-Regulated Learning Environments

In order to reveal self-regulation in learning environments, teachers and students should be asked to ask and answer questions such as "What do I know?, How can I overcome if I follow a path?, How do I find the error?, When should I use it?, How do I correct the error?, Which of my knowledge is more important here?, What path would be better if I follow?,..." in their thinking processes (Senemoğlu, 2018). These questions are important questions that activate self-regulation and metacognition and trigger their development.

Self-regulation has been addressed by a significant number of people in education since the 1980s. The development process of self-regulation in the literature is based on Flavell's (1979) concept of metacognition. Metacognitive knowledge refers to knowledge acquired about cognitive processes and knowledge that can be used to control cognitive processes (Flavell, 1987). Knowledge is considered metacognitive knowledge if it is actively used in a strategic way to achieve a goal. Flavell (1987) divides metacognitive knowledge into three categories: individual/person, task and strategy-based metacognition. Person-based metacognition includes an individual's thoughts about his/her own learning, while task-based metacognition is an individual's thoughts about a task. Strategy-based metacognition includes the individual's thoughts about the strategic elements. For example, a student may use information in different ways to plan how to approach a math exam: "I (person variable) know that I have difficulty with verbal problems (task variable), so I will answer the calculation problems first and leave the verbal problems for the last (strategy variable)."

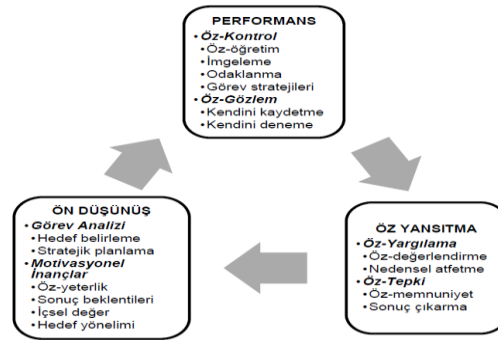
Metacognitive knowledge, which forms the basis of the self-regulation process, is the knowledge that an individual has about why, how and under what circumstances his/her cognitive actions occur. Scraw and Moshman (1995) divide metacognitive knowledge into three categories: explanatory, situational and procedural knowledge. Explanatory (descriptive) knowledge is a person's knowledge about whether or not he/she can do a task by being aware of his/her knowledge and skills or by making use of his/her experiences (Daniels, 2002; Scraw & Moshman, 1995). For example, a student's existing knowledge about whether he/she can pass or fail course A is his/her metacognitive descriptive knowledge. If a student does not have any knowledge about whether he/she will pass or fail course A for various reasons, this shows that he/she has incomplete metacognitive knowledge about the situation in question. However, this lack of metacognitive knowledge does not mean that he/she will fail this course. Contingent knowledge includes all kinds of

knowledge about why knowledge, skill, strategy or method is functional and under what conditions it will work (Deseote, Roeyers & Buyse, 2001; Pierce 2003; Scraw & Moshman, 1995). For example, the knowledge that a student will exhibit while revealing the strategies that he/she should exhibit against the important questions that the teacher may ask in lesson A is his/her metacognitive contingent knowledge. In this process, the student makes explanations about why he/she should do what he/she can do in a situation that may arise. Procedural (methodological) knowledge includes knowledge about how the mental actions in the process can work (Deseote et al., 2001; Panaoura, 2003; Pierce, 2003; Scraw & Moshman, 1995). It is the knowledge about how to use the necessary skills and mathematical concepts to achieve what is required in the problem and how to apply the required operations. For example, a student's prediction about a question that the teacher might ask in lesson A is an example of his/her introductory knowledge. While his/her explanations about when and why to use the strategies that should be used in this question show his/her contingent knowledge, his/her explanations about how to apply these strategies in this question show his/her procedural or procedural knowledge. There are different theoretical frameworks that are prominent in self-regulation and different variables are addressed in these frameworks. For example, the stages of Winne and Hadwin's (1998) four-stage self-regulated learning model are (1) defining the task, (2) setting goals and making plans to reach the goal, (3) taking action, (4) adapting to metacognition. Pintrich's (2000) self-regulated learning model is as follows (see Table 1).

Table 1*Pintrich's (2000) Self-regulated Learning Model*

Stages	Regulation Areas			
	Cognition	Motivation	Behavior	Environment
<i>Pre-thinking, Planning and taking action</i>	* Taking action * Activate previous information * Enabling metacognition	* Adaptation to the target * Perceptions of competence * Positive learning judgments against difficult task * Activating the task * Activating interest	* Planning time and effort * Making a plan to observe behaviors	* Getting used to the task * Acclimatization to the environment
<i>Making observations</i>	Metacognitive awareness and observing cognition	Observing the effects of mindfulness and motivation	Awareness, effort and time monitoring Observing behavior	Observing difficult tasks and environmental conditions
<i>Control</i>	Selecting and adapting learning strategies for thinking and learning	Choosing appropriate strategies to manage motivation	Increase or decrease the effort according to the situation	Change or reorganize the mission
<i>Reaction and Reflection</i>	* Cognitive judgments * Attitudes	* Affective responses * Attitudes	Behavior selection	Evaluating the task and the environment

Another theoretical framework accepted in the literature belongs to Zimmerman (2000) (see Figure 1). Zimmerman's (2000) self-regulation process consists of three basic stages: pre-thinking, performance and self-reflection. This process continues cyclically.

Figure 1*Zimmerman's (2000) Self-Regulation Cycle***Problem Formulation**

Problem posing is a process in which individual experiences are added to concrete situations based on mathematical experiences (Stoyanova & Ellerton, 1996). English (1997) states that problem posing consists of three basic stages. These are knowledge and reasoning, metacognitive processes and sociological factors. Örnek and Soylu's (2021) problem posing process consists of six steps (understanding the situation, designing a story, creating a problem statement, solving the problem, evaluating the problem, and finalizing the problem). Although the secondary school mathematics curriculum (Ministry of National Education, 2024) does not emphasize problem posing skill separately, this skill is addressed under the reflection component of problem-solving skill. Mathematics teachers should choose the problems they will bring to their classes well, reflect on them, and reorganize the problems they choose or design according to the needs of the class and students (Bağcı, 2023). Problem posing activities increase the awareness of prospective mathematics teachers (Tichá & Hošpesová, 2013). Therefore, problem posing activities should be included in teacher education (Lavy, 2015). There is a need for research on how pre-service mathematics teachers and teachers can use problem posing more effectively in the classroom (Cai et al., 2015). It would be beneficial if the problems to be posed by pre-service mathematics teachers are problems whose solutions are not visible at first, which create mental complexity, which require establishing relationships between concepts, which require understanding multiple approaches, and which require decision-making and creativity skills in their solution. Therefore, pre-service mathematics teachers are expected to have problem posing skills and use it as an effective tool in their classrooms.

This study is important in terms of explaining the characteristics of mathematical problems developed by pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments and providing explanations about what should be taken into consideration at this stage. In addition, the study is also important in terms of revealing the prominent learning strategies for the development of students' self-regulation skills. Self-regulation is one of the basic components for pre-service mathematics teachers to develop their independent learning skills, to plan their teaching processes, and to guide their students' learning processes more effectively. Self-regulation has a critical role in shaping the future of pre-service mathematics teachers. It contributes to pre-service mathematics teachers' successful planning of the education-training process as well as being effective and productive individuals in their professional lives. With the problems they develop for self-regulated learning environments, pre-service mathematics teachers will provide an important perspective on learning environments that will help middle school students plan, monitor and evaluate their own learning processes. This study is an original research in the sense that there is no research examining the mathematical problem development processes of pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments. Accordingly, the aim of the study is to examine the mathematical problems developed by pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments. The problem statement of the research was determined as "What are the characteristics of the mathematical problems developed by pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments?"

METHOD

Research Model

This research, conducted as a case study, which is one of the qualitative research methods, is a nested multiple case study because it involves the evaluation of mathematical problems designed by pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments within the framework of certain criteria. Case study is a research method that focuses on "why" and "how" questions, where the researcher has no control over the events, where the event and phenomenon are studied in their natural environment, and where it is not easy enough to establish a connection between the event and the real-life situation (Yin, 2003). The study examined the mathematical problems designed by 15 pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments within the framework of Zimmermann's (2000) three-dimensional self-regulation phase. Therefore, this research is a nested multiple case study.

Participants

The participants of the study were 15 pre-service mathematics teachers selected by criterion sampling method, which is one of the purposeful sampling methods. The selection criteria for participants were as follows: firstly, successful completion of the "Self-Regulation in Mathematics Education" course, and secondly, willingness to participate in the study. Self-Regulation in Mathematics Education course includes self-regulation and self-regulated learning processes, the purpose and importance of self-regulated learning in mathematics education, the characteristics of self-regulated learners and self-regulated learning strategies in mathematics teaching, and classroom environments and practices that support self-regulated learning. In the study, participants were asked to design a mathematical learning content for self-regulated learning environments. The participants were coded as P1, P2, P3, ..., P15.

Data Collection

The data of the study consisted of video analyses of pre-service mathematics teachers' processes of developing self-regulated learning environments and written or digital documents containing the final versions of mathematical problems and solutions developed for self-regulated learning environments. In the data collection process, pre-service mathematics teachers were left completely free. The pre-service mathematics teachers were asked to design mathematical problems that they would like to use for self-regulated learning environments and to justify why they chose these problems. The pre-service mathematics teachers worked individually, practiced think-aloud protocols, and were allocated a computer with internet connection to use when needed.

Data Analysis

In the analysis of the data, Zimmerman's (2000) cyclical self-regulation process was taken as the theoretical framework. Content analysis method was used to analyze the data. The coding process based on the theoretical framework, one of the three different coding types expressed by Strauss and Corbin (1990), was followed. The unit of analysis was the basic dimensions in Zimmerman's (2000) theoretical framework [(1) pre-thinking, (2) performance/volitional control and (3) self-reflection]. While mathematical problems were selected for self-regulated learning environments, instructional elements that were thought to reveal the dimensions of self-regulation by pre-service mathematics teachers constituted the findings of the study. The data were analyzed separately by two coders. Considering the inter-coder reliability formula (Miles & Huberman, 1994), 86.1% agreement was determined between the coders. In the last stage, the codes that were not in agreement were examined and a common consensus was reached between the coders and the findings were finalized.

FINDINGS

It was observed that pre-service mathematics teachers emphasized two different dimensions for the mathematical problems they developed for use in self-regulated learning environments: (1) the structure of the problem and (2) the application of the problem.

Categories for the Structure of the Problem

The mathematical problems selected by pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments must meet the following criteria: (1.1) an open-ended problem (multivariate structure), (1.2) emerging from real life context (realistic or daily life), (1.3) interesting, (1.4) challenging, (1.5) supporting 21st century skills, (1.6) revealing different disciplines/forms of representation.

Being an Open-Ended Problem (Multivariate Structure)

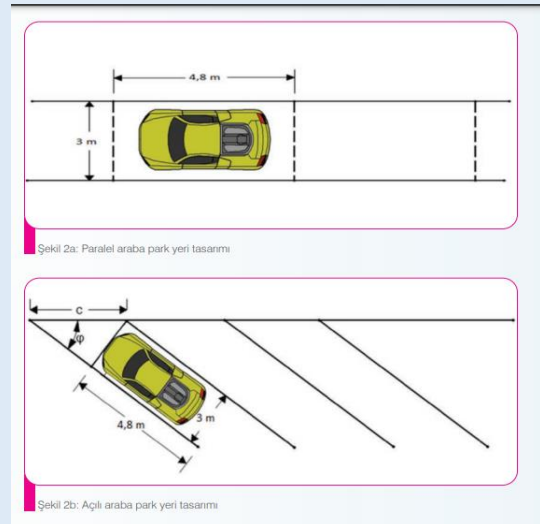
In the category of open-ended problems, pre-service mathematics teachers emphasized that the problems they would use for self-regulated learning environments should contain necessary but incomplete information and should have multiple solutions based on assumptions. P11 stated that in the problem he chose, he did not want to give some variables directly to the students, and it was important for them to realize those variables. He also pointed out that this would prevent students from focusing on a single solution and that this was important for self-regulated learning environments (see Figure 2).

Figure 2

P11's Street Parking Problem-Geometry



Şekil 1. Araba park alanı ve yol planı



Şekil 2a: Paralel araba park yeri tasarımı

Şekil 2b: Açılı araba park yeri tasarımı

A city planner asks for your help to design a parking lot in front of houses on the side of a two-way road. The city planner's goal is to maximize the number of cars that can be parked on the street. What kind of park design would you propose? Explain your reasons.

P11: *I did not want to take the problem exactly. I did not want them to be gathered in a single solution by giving all the data. For example, I did not give the dimensions of the car.*

P13 stated that it is important for self-regulated learning environments that there is not only one way to solve the problem but also many more ways to solve it. Here, important variables such as how to design the tables, what are the elements taken into consideration while designing the tables and how much space is available in the restaurant were considered important for self-regulated learning environments (see Figure 3).

Figure 3

P13's Restaurant-Table Problem-Geometry

You work in a restaurant. Each of the square tables in the restaurant can seat 4 people. A group of 109 people comes to the restaurant and they all want to sit together. How many tables would you need, and how would you arrange your guests?

P13: *I chose this question because the problem is thought-provoking and suitable for the level of the students. I also thought that it was better to have **more ways** to solve the problem rather than just one.*

Emergence from Real Life Context (Realistic or Daily Life)

In the category of emerging from real life context, pre-service mathematics teachers emphasized that the problems they would use for self-regulated learning environments should be problems with realistic data/contexts that relate mathematics to daily life situations. According to P10, with such problems in self-regulated learning environments, students will be enabled to associate mathematics with their experiences and their awareness of what they learn in mathematics will be increased (see Figure 4).

Figure 4

P10's Airplane Service Problem



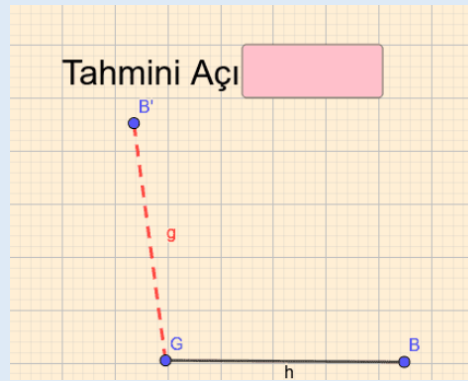
Madrid	İstanbul	Osaka
17:05	19:05	01:05

The time display of three different cities simultaneously is as above. A passenger plane that took off from Madrid at 14.30 on Wednesday, April 1 for Osaka made a forced landing in Istanbul 4.5 hours later due to a security issue. After a 2-hour layover in Istanbul, the plane took off again and arrived in Osaka 13.5 hours later. What day and time did this plane land in Osaka according to Osaka time?

P10: *It is important that the problem is from real life in **order for students to better understand what mathematics is useful in real life. When it is not realistic, math seems meaningless to students.***

Attractiveness

In the category of being interesting, pre-service mathematics teachers emphasized that the problems to be used for self-regulated learning environments are important in attracting students' attention and increasing their motivation in the learning process. P7 stated that the problems that provide environments for students to make predictions in the style of Fermi problems were more interesting and fun for students. P7 also stated that since prediction was a metacognitive skill, it provided important opportunities for self-regulated learning environments (see Figure 4).

Figure 4*P7's Angle Estimation Problem-Geometry*

Estimate the measure of the angle BGB and write it in the box. Explain the reason for your guess.

P7: Prediction can create environments that attract children's attention and **where I can involve every student in the process**. Since prediction is a metacognitive skill, I thought that such problems and Fermi problems would be suitable for self-regulated environments.

P2 stated that questions like Olympic problems that attract their attention and increase their motivation were important tools for self-regulated learning environments. P2 emphasized the importance of intrinsic motivation in the process and stated that such problems actually played a supportive role for self-motivational beliefs in the pre-thinking dimension of self-regulation. Here, P2 also referred to technology integration in the category of problem implementation and stated that such problems could be visualized in GeoGebra by creating an experimental environment (see Figure 5).

Figure 5*P2's Olympic Problem-Geometry*

9. Bir ABC üçgeninin $[BC]$ kenarı üzerinde alınan bir D noktası için $m(\widehat{BAD}) = 120^\circ$ ve $m(\widehat{CAD}) = 30^\circ$ 'dir. $|AD| = 6$ ve $|DC| = 21$ ise, $|AB|$ kaçtır?

a) 9

b) 10

c) 11

d) 12

e) 13

P2: Students generally like to deal with such interesting Olympiad problems. **They can also have a chance to try them in GeoGebra**. This gives the student a choice. I also think that their intrinsic motivation will be high because they will wonder the result of the problem.

Being Coercive

In the category of being challenging, the pre-service mathematics teachers stated that the problems they would use for self-regulated learning environments should force students to think and encourage them to think more qualitatively and at a higher level in the field of convergent development. P14 emphasized that if the problems were below the students' level, they would reach the conclusion immediately, there would not be a rich environment for self-regulation, and such problems would be boring for them (see Figure 6).

Figure 6

P14's Pedestrian and Motorized Problem-Numbers

There is a road from A to B with a length of 33 km. The walking speed of a person is 5 km/h, a person traveling by motorcycle is 25 km/h and two people traveling by motorcycle are traveling at 20 km/h. After, at least, how many hours will the three people at point A arrive at point B together? (At most, two people can ride on a motorcycle. There is only one motorcycle.)

P14: *If the problem is below the level of the student, the student will come to the conclusion immediately. This will cause the student to solve the problem without setting goals and strategies, without visualizing in the process and without applying multidimensional strategies. Problems given to students below their level are boring.*

P1 stated that the problems to be used in self-regulated learning environments should be comprehensible, appropriate to the level, the problems that cannot be solved easily and encourage thinking. For the pre-service mathematics teachers, problems whose solutions could not be seen at first glance, which created mental complexity and involved cognitive difficulty, were considered important for self-regulated learning environments (see Figure 7).

Figure 7

P1's Closet Problem-Numbers

PROBLEM

Bir okulda 1000 öğrenci ve her öğrencinin bir eşya dolabı vardır. Okuldaki bütün dolaplar kapalı ancak kilitli değildir.

- Okula gelen ilk öğrenci sıradan bütün dolap kapılarını açar.
- İkinci öğrenci gelir ve sırayla 2 numaralı dolaptan başlayarak her ikinci dolabı kapatır.
- Üçüncü öğrenci ise üç numaralı dolaptan başlayarak sırayla her üçüncü kapının durumunu değiştirir (yani eğer dolap açıksa öğrenci kapatır ya da dolap kapalı ise öğrenci onu açar.).
- Dördüncü öğrenci de dört numaralı dolaptan başlayarak sıradan her dördüncü kapının durumunu değiştirir.
- ...

Eğer bu işlemi 1000 öğrencinin hepsi devam ettirirse sonunda hangi dolap kapıları açık kalır, hangileri kapalı?

P1: *I wanted to choose a problem that every student could understand but could not solve easily. I think that such problems are useful because they make you think about the problem all the time.*

Supporting 21st Century Skills

In the category of supporting 21st century skills, the pre-service mathematics teachers thought that the problems they would use for self-regulated learning environments should be able to reveal and support the skills that are emphasized in today's curricula and educational understanding. P15 stated that the problem he chose would support students' financial literacy skills and give them the opportunity to gain awareness about how to use money better (see Figure 8).

Figure 8

P15's Book Purchase Problem-Numbers-Financial Literacy

Exercise/ Word Problem	Aslan wants to buy a book for 49.90 lira. He has 100 liras in his hand. How much money will he have left after buying the book?
Open-Ended Problem	Aslan enjoyed reading "Harry Potter and the Philosopher's Stone" by J. K. Rowling, which he received as a birthday present. Now he came across the book "Harry Potter and the Chamber of Secrets" by the same author on the internet. The book costs 49.90 liras on Amazon. Aslan also has 100 liras that his grandfather gave him for his birthday. What should Aslan do? Give Ada some advice in small groups.

P15: While considering the problem, I thought it would be important to develop skills that are prominent today. This problem supports students' **financial literacy** skills. They will also learn how to use money better in their lives.

P9 stated that the problem he chose for self-regulated learning environments provided awareness about the use of time in daily life and developed time management skills in self-regulation. P9 emphasized that students had problems in using time effectively, that this deficiency could be overcome with such problems and that such problems were important for pre-thinking in self-regulation (see Figure 9).

Figure 9

P9's Problem of Payment at the Cash Register-Time Management

		
You shop at the supermarket and go to the checkout. There are 2 checkouts. Which line do you go to? Why?		

P9: Time management is an important skill in self-regulation, it is very useful especially when making plans. **Using time effectively** is an important problem for students. This problem is a situation they often encounter in daily life, and it is a good example for them to realize the concept of time in their lives.

Exposing Different Forms of Discipline/Display

In the category of revealing different disciplines/representations, pre-service mathematics teachers emphasized that the problems they would use for self-regulated learning environments should be problems that would associate mathematics with non-mathematics disciplines and required them to associate different representations. P3 transformed an ordinary closed-ended problem that he found in a different source into an open-ended problem and provided an environment for students to create environments where they could associate mathematics with non-mathematics disciplines such as geography, biology, technology in the solution (see Figure 10).

Figure 10*P3's Bear Problem*

**Closed-ended Routine
Real-Life Problems
(Word Problem)**



Kütlesi 500 kg olan bir ayı, kütlesi 25 kg olan kaç çocuğun kütlesine eşittir?

**Open-Ended Real-Life
Problems**

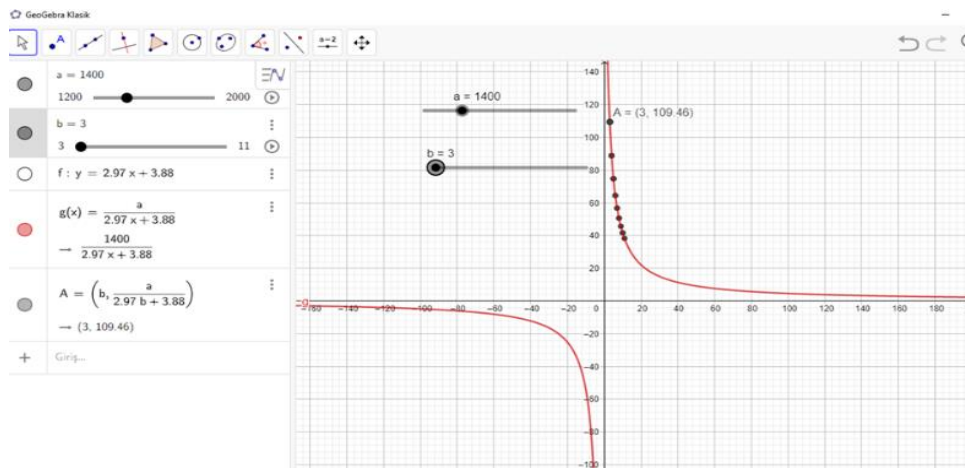


Ayı ve Çocuk Problemi: Alaska'da dünyanın en büyük ayılarından birisinin tedavi edilmesi için yakalandığı söyleniyor. Sizce bu ayının ağırlığı kaç çocuğun ağırlığına eşittir?




P3: In this article, there is a problem about the weights of a bear and a child. I actually like this problem because **weight is a science topic**. But the problem is **closed-ended and as it is, metacognition is not triggered** and it harms the classroom norms where metacognition will develop. I will revise this problem and turn it into an open-ended problem **using the map, GeoGebra and the internet**.

P3 emphasized that such problems would reveal rich mental learning environments in self-regulated learning environments and encourage students to reason, explore and question. In the sample solution of the problem he wanted to use, P3 determined the childhood period as the age range of 3-14 years. He obtained the linear equation giving the average weight values for each age group in childhood. Then, by using sliders in GeoGebra, he created a mathematical representation (graph) that gave the weight of the bear (a) and the age of the child group (b), which was approximately equal to the weight of how many children. The abscissa of the point on the graph defined the age of the group of children and the ordinate defined how many children of that age the weight of the bear corresponded to (see Figure 11).

Figure 11*An Excerpt from P3's Solution to the Bear Problem*

P3: In addition to whether the given problem is according to the level of the student or not, there is also the factor that the problem is qualified. Unqualified applications **provide only the development of students' procedural skills and do not provide any benefit to their self-regulation skills**. Such applications cause students **to memorize some formulas and algorithms without understanding their basic logic**. For this reason, we should ask problems that encourage students to think, explore and question for the self-regulation behaviors we want to gain.

Categories Related to the Implementation of the Problem

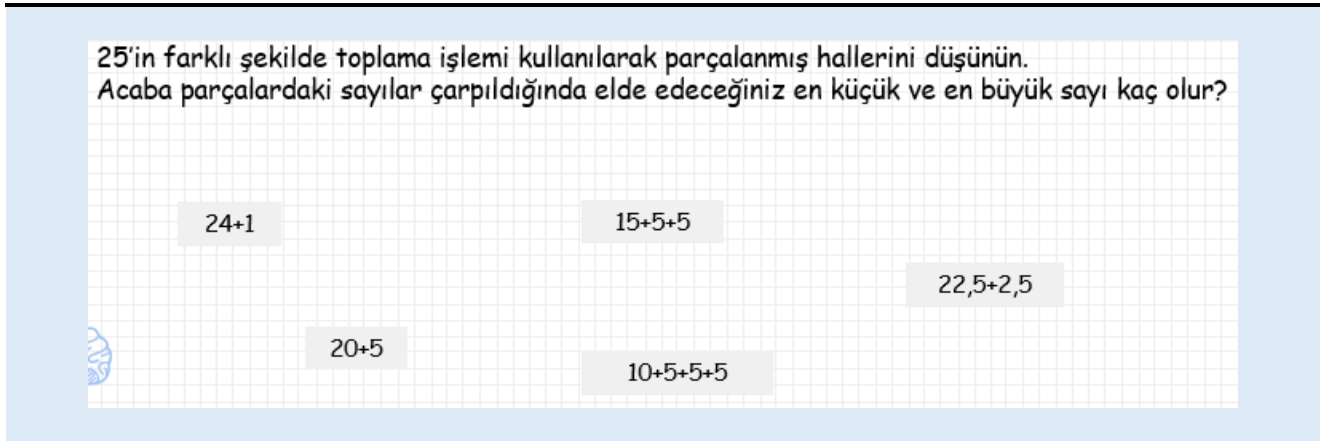
(2) In the dimension of problem implementation; (2.1) giving opportunity for questioning [(2.1.1) student-centeredness, (2.1.2) thinking teacher, (2.1.3) thinking student, (2.1.4) flexible thinking], (2.2) progress in accordance with the problem-solving process, (2.3) cooperative learning, (2.4) self/in-group/intergroup evaluation, (2.5) technology integration came to the fore.

Providing Opportunity for Inquiry [Student Centered, Thinking Teacher, Thinking Student, Flexible Thinking]

In the category of providing opportunity for inquiry, pre-service mathematics teachers emphasized that the application process of the problems to be used for self-regulated learning environments should be student-centered, the roles of thinking teacher and thinking student are important, and learning environments that make flexible thinking a classroom norm are necessary. P12 stated that learning environments that seemed simple, easy to understand but contained different situations and made students active are important. He stated that such problems should be used to develop classroom norms in a way that students were constantly active in the process and respected different opinions. P12 stated that the problem he chose for the self-regulated learning environment would provide a rich learning environment in which students would develop their number sense, variable construction and generalization skills (see Figure 12).

Figure 12

P12's Number Division Problem (Number Sense, Variable, Generalization)



P12: Actually, the problem seems very simple. But I think it is very important for number sense. But **there are many variables in it**. They need to recognize these variables and **make generalizations with certain assumptions**. I could apply this problem at every grade level. Students do not have difficulty in understanding the problem and are **always active**. They need the teacher less. Here, **students' value each other's different ideas** and a rich self-regulated environment will be created.

P6 stated that he could create an environment in which students would use different data in the problem he chose, produced solutions by considering all possible and all situations, related them and reached a decision. Here, P6 emphasized "understanding the problem" and "determining the desired situations correctly" among the mental actions that were important in pre-thinking in self-regulation (see Figure 13).

Figure 13*Backgammon (Olympic) Problem of P6-Probability*

A, B ve C aralarında tavla oynarlar. Önce A ile B karşılaşır, kazanan C ile oynar. Bundan sonra, parti devam ettiği sürece, oynanan son oyunu kazanan, o karşılaşmada oynamayan üçüncü kişi ile karşılaşır. Oyunculardan biri art arda iki kez kazanınca, parti sona erer ve ardışık iki oyunu kazanan partinin galibi olur. Her oyunda iki tarafın da kazanma olasılığı eşit ise, C'nin partiyi kazanma olasılığı nedir?

- A) $\frac{2}{7}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{3}{14}$ D) $\frac{1}{7}$ E) Hiçbiri

P6: Different options should be considered in the problem and whether they are suitable for the desired situation or not should be realized. **The student should understand the problem, identify the possible situations and desired situations correctly, associate them and reach a decision.**

Progress in accordance with the Problem-Solving Process

In the category of progress in accordance with the problem-solving process, the pre-service mathematics teachers stated that it was important for teachers and students to base a mental progress in accordance with the problem-solving steps in the implementation of the problems they would use for self-regulated learning environments. P1 emphasized that it was necessary for self-regulation that students would try to solve the problem by acting in accordance with Polya's problem solving process in the solution process of the cupboard problem he designed (see Figure 14).

Figure 14*P1's Closet Problem***PROBLEM**

Bir okulda 1000 öğrenci ve her öğrencinin bir eşya dolabı vardır. Okuldaki bütün dolaplar kapalı ancak kilitli değildir.

- Okula gelen ilk öğrenci sıradan bütün dolap kapılarını açar.
- İkinci öğrenci gelir ve sırayla 2 numaralı dolaptan başlayarak her ikinci dolabı kapatır.
- Üçüncü öğrenci ise üç numaralı dolaptan başlayarak sırayla her üçüncü kapının durumunu değiştirir (yani eğer dolap açıksa öğrenci kapatır ya da dolap kapalı ise öğrenci onu açar.).
- Dördüncü öğrenci de dört numaralı dolaptan başlayarak sıradan her dördüncü kapının durumunu değiştirir.
- ...

Eğer bu işlemi 1000 öğrencinin hepsi devam ettirirse sonunda hangi dolap kapıları açık kalır, hangileri kapalı?

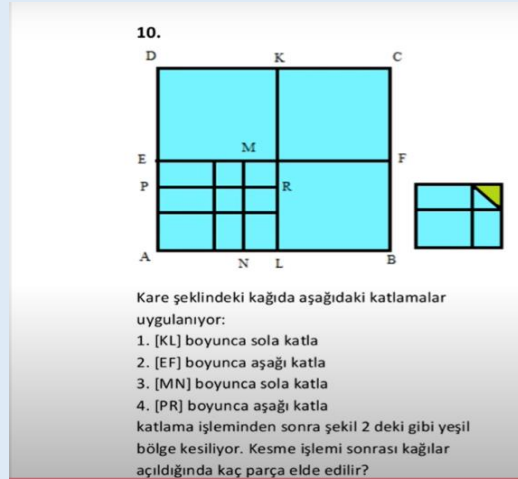
P1: In general, my personal opinion is that it is important for self-regulated learning environments that students **try to solve the problem by acting in accordance with Polya's problem solving process.**

Cooperative Learning

The pre-service mathematics teachers emphasized that working with groups in the implementation of the problems they would use for self-regulated learning environments in the cooperative learning category was indispensable for triggering self-regulation actions. P4 pointed out that he would form groups of two students in the implementation process of the problem he chose and then would create self-regulated learning environments by creating environments where the groups would share their thoughts with the class (see Figure 15).

Figure 15

P4's Cutting and Folding Problem-Geometry



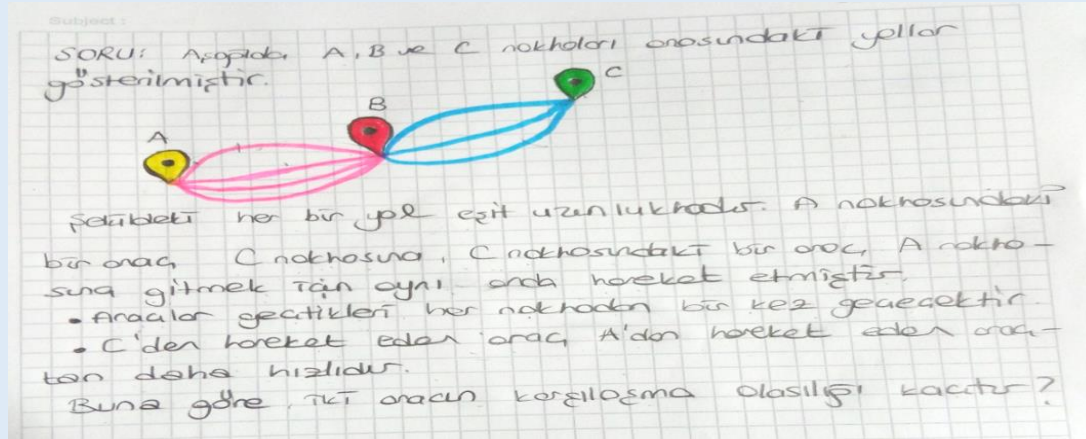
P4: It is a situation that students can encounter in daily life and can easily experience. First of all, I will ask for **solutions from groups of two**. Then I will give paper to the groups and ask them to make paper folding appropriately. Then I will ask **them to share the difference between their solutions and experiments with their friends in the class**. In this way, I can create environments where self-regulation skills can develop.

Self/Intragroup/Intergroup Evaluation

In the category of self-/in-group/intergroup assessment, the pre-service mathematics teachers revealed that it was important for students to realize themselves, their groupmates and their own performances in other groups in the implementation of the problems they would use for self-regulated learning environments. In this sense, most of the pre-service mathematics teachers saw self-/in-group/intergroup assessment forms as a basic tool for self-regulated learning environment. P8 stated that in the implementation process of the problem he chose, firstly, he would ask for individual solutions, secondly, he would form small groups and share individual solutions within the group and the groups would put forward a single solution by taking these into consideration, thirdly, he would give the solutions of the groups to each other and ask them to compare these solutions (see Figure 16).

Figure 16

P8's Different Paths Problem-Probability



P8: In the implementation process, I will first ask for **individual solutions**, then I will **form groups** and ask students to **share their individual solutions with their groupmates**. The groups will **submit a single solution** based on these different solutions. I will distribute the solutions of the groups to the other groups and ask them to compare the solutions of the groups with their own solutions.

Technology Integration

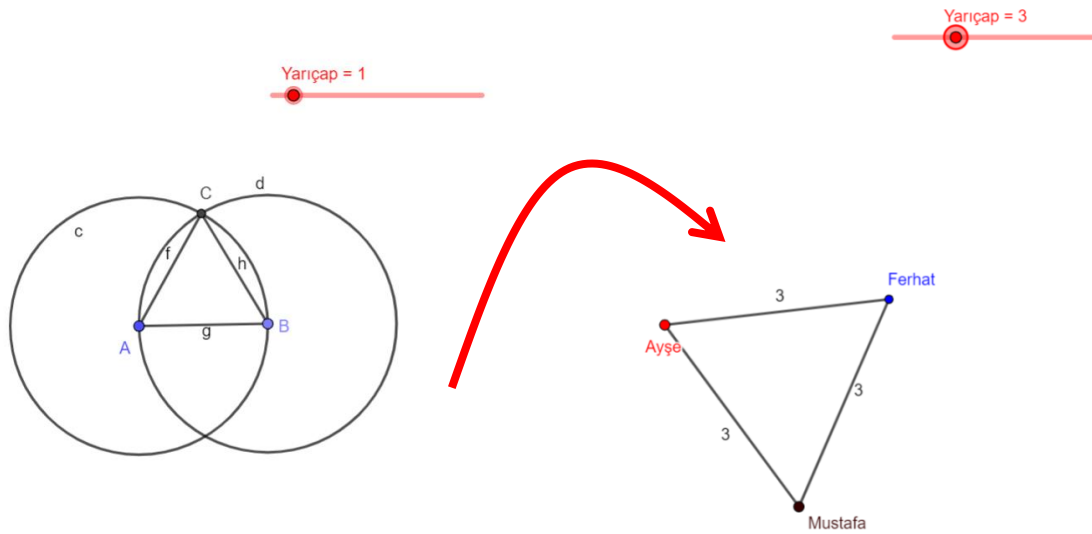
In the category of technology integration, the pre-service mathematics teachers used software such as GeoGebra, CODAP, Code.org in the implementation of the problems they would use for self-regulated learning environments, and included internet-connected computers in the thinking process, treating technology as both a discipline and a tool that supported the process (see Figure 17).

Figure 17

P5's Game Problem-Possibility

Ayşe, Ferhat and Mustafa have gathered to play a game. According to the game rule, the three friends must stay equidistant throughout the game. What can we say about the positions of Ayşe, Ferhat and Mustafa in relation to each other?

P5, while explaining an example possible solution in the application process of the problem he chose, used GeoGebra effectively in the solution and structured the solution of the real life problem through the construction of the equilateral triangle in GeoGebra (see Figure 18).

Figure 18*Excerpt from P5's Game Problem Solution-Probability*

P5: *I think GeoGebra shows **the effect of group work** in the process. For example, **when we make a mistake, it gives us the opportunity to realize it and gives us feedback**. We try a different way. However, there is nowhere without technology. I think we should definitely use it for self-regulated learning environments.*

CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, mathematical problems in self-regulated learning environments are considered in two different dimensions: (1) the structure of the problem and (2) the implementation of the problem. (1) Considering the structure of the problem, mathematical problems to be used in self-regulated learning environments should be open-ended problems (multivariate structure), emerge from real life context (realistic or daily life), interesting, challenging, should support 21st century skills, and reveal different disciplines/disciplines. When the implementation of the problem is taken into consideration, mathematical problems to be used in self-regulated learning environments should allow for inquiry in the process [be student-centered, be implemented with a thinking teacher and thinking students, provide flexible thinking], emphasize progress in accordance with the problem-solving process, support collaborative learning, reveal self-/in-group/inter-group assessments, and provide technology integration.

In mathematics education, there is a need to move away from mediocrity to tasks that have a good didactic purpose. In order to achieve this, International Technology and Engineering Educators Association [ITEEA] (2011) emphasizes that deliberate errors can be added to the existing situation, strategic factors in the problem can be played with to reveal their effect on the solution, and contexts that aim to meet human interests, desires and needs can be emphasized. Pre-service mathematics teachers also use similar strategies for self-regulated learning environments (such as being open-ended, emerging from real life context, being realistic or from daily life). Mathematical problems in self-regulated learning environments are included in the group of problems involving connected methods (level 3) and doing mathematics (level 4) instead of problems involving memorization (level 1) and disconnected methods (level 2) in Stein et al.'s (2000) classification. In this sense, mathematical problems in self-regulated learning environments are problems that create mental complexity (challenging), require connections between concepts and representations in different disciplines, and provide opportunities for deep inquiry.

According to Carol (2009), strong neural connections are formed when students begin to encounter obstacles in the learning process, not to be afraid of making mistakes and to see this as a mental development. In this sense, in line with the results of the study, it is important to use mathematical problems that provide opportunities for inquiry in self-regulated learning environments. In order to create thinking

classrooms, open-ended mathematical problems should be used to create environments that always allow for a better solution, student mistakes in the process should be encouraged, students should be encouraged in this regard, and environments should be created where they understand the importance of flexible thinking. In this sense, self-regulated learning environments play a role in supporting neuroplasticity (your brain's ability to change and strengthen with new experiences), which is very prominent today.

Stigler et al. (2000) investigated what China and Japan, which were successful in international exams, did differently from the USA and the UK in education. They found that in Japan, 44% of classrooms had exploratory activities, whereas in the US and the UK, 1% had exploratory activities; in Japan, there were teachers who deliberately made mistakes in lessons, whereas in the US and the UK, there were teachers who discouraged students from questioning (Stigler et al., 2000). It was also found that in Chinese classrooms, one problem (an open-ended and provocative question that prompts deeper thinking) was considered in one hour, while in the US and the UK, 20-30 questions (surface exercises) were solved in one hour (Stigler et al., 2000). In addition, Stigler et al. (2000) state that the curriculum in the USA and the UK is broader but more superficial than in Japan and China. In this sense, it is seen that the mathematical problems used by pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments serve the understanding of learning in Japan and China. Therefore, it can be said that including such problems in learning environments will contribute positively to Turkey's ranking in international exams.

Watanabe (2009), while stating that countries fail in raising problem-solving children in education, mentions five types of children. Children who are unable to solve problems are (1) sighing, Zimmerman's (2000) self-motivational belief, which is important in pre-thinking in self-regulation, and children with weak self-efficacy in Bandura's (1989) perspective. Children who do not solve problems (2) are oppositional, attribute causal attribution in self-reflection to external factors in Zimmerman's (2000) self-regulation, constantly look for deficiencies around them, do not focus on what is good, do not accept their own mistakes and do not take responsibility. In Zimmerman's (2000) self-regulation, (3) dreamers are children who, although they have high self-motivational beliefs, are cognitively unsuccessful in taking action (pre-thinking), ignore reality and live in dreams. Children who cannot solve problems (4) are entrepreneurial, responsible and determined, but result-oriented and do not think before and after their actions. Although entrepreneurs take initiative, they try to do everything in their own way without going beyond certain patterns and focus on the result rather than the development in the process. This situation is not in line with Zimmerman's (2000) understanding of thinking about thoughts, always renewing oneself and thinking flexibly, which are important in self-regulation. Watanabe's (2009) last child type (5) problem-solving children are children who take initiative to improve their environment, who have learned how to think and learn, who do not give up in the face of difficulties, who are not afraid of making mistakes, who set realistic goals and achieve them in excess, who think about the underlying factors rather than the outcome of problems, who make plans, revise their plans when necessary, and constantly aim to achieve better. While Watanabe (2009) explains children according to their problem-solving levels, he actually takes into account the skills in Zimmerman's (2000) self-regulation theoretical framework. In this study, it can be stated that explanations about the structure and application of mathematical problems in self-regulated learning environments will provide an important perspective in raising Watanabe's (2009) problem-solving children in classrooms.

In parallel with the ideas of Hıdıroğlu (2018), Hıdıroğlu and Bukova Güzel (2016), Lee (1999), Yavuz and Bilgeç (2016), and Mason and Mitroff (1981), the use of open-ended or poorly structured mathematical problem scenarios for self-regulated learning environments is very important in terms of the fact that these problems contain complex real-life contexts, provide opportunities for multiple solutions, and contain missing but important information. Mathematical problems should be open-ended, and facilitate dealing with complex systems in real-life contexts rather than being problems in which students can only use procedural knowledge of the mathematical world (English, 2008). Baki (2014) states that open-ended mathematical problems should be included in mathematics teaching. This is because such problems provide the opportunity to use more cognitive strategies and reveal self-control actions than multiple-choice questions (O'Neil & Brown, 1998).

"Collaborative learning" and "self-/in-group/intergroup assessment" are very important in the implementation of mathematical problems used in self-regulated learning environments. Similarly, Boaler (2021) mentions the importance of collaborative work in mathematics education and being a part of change

by being open to feedback (effective self-evaluation based on quality experiences). In the study, the category of "appropriate progress in the problem-solving process" in the application of mathematical problems for self-regulated learning environments is in line with the idea of "encouraging students to think about appropriate steps/strategies to solve the problem" that Kramarski and Mizrachi (2004) emphasized in the strategy dimension while explaining the characteristics of metacognitive/self-regulated questions. At the same time, the category of "self/in-group/intergroup assessment" in the application of mathematical problems for self-regulated learning environments is in line with the idea of "encouraging students to ask themselves questions about the problem-solving process" that Kramarski and Mizrachi (2004) highlighted in the reflection dimension while explaining the characteristics of metacognitive/self-organized questions.

Liljedahl (2020) emphasizes that only a certain portion of learning-oriented behaviors in classrooms result in good learning. Liljedahl (2020), who mentions the types of students in classrooms such as slacking, distracting, seeming to do, imitating and experiencing, emphasizes that experiencing students constitute 10%-15% of the class, that these students optimize their thoughts by taking into account the thoughts around them, and that they are the students who design their own learning routes. The process of having pre-service mathematics teachers design problems in self-regulated environments is a process that improves their understanding of self-regulation (Chapman, 2012). In this process, pre-service mathematics teachers take into account deficiencies, difficulties, student interests and needs, errors, etc. and participate in learning activities that improve their problem design skills (Hošpesová & Tichá, 2015). Explanations about the structure and implementation of mathematical problems designed by pre-service mathematics teachers for self-regulated learning environments should be considered as an important learning strategy for the increase of students experiencing them in classrooms.

It is suggested that mathematics teachers should take into account the characteristics and learning strategies revealed in the study when selecting and implementing mathematical problems to be used in their classrooms. This research can be conducted with different theoretical frameworks other than Zimmermann's (2000) theoretical framework. This research can be conducted with mathematics teachers. In this study, the difficulties experienced by pre-service mathematics teachers and their solution suggestions were included. In future research, these difficulties and challenges can be identified and how pre-service mathematics teachers find solutions to them can be discussed. The reflections of the designed mathematical problems through in-class applications can be revealed and improvements can be made. By revealing cognitive and self-regulated skills in the focus of self-regulation, mathematical modeling and technology integration, theoretical frameworks can be created for the structuring of checklists or rubrics in the future by providing awareness of these skills. A similar study can be conducted with pre-service mathematics teachers from different universities or with different achievement levels and the results can be discussed.

REFERENCES

- Aydoğdu, M. Z. (2024). Investigation of pre-service teachers' evaluation criteria for mathematics problems. *Trakya Education Journal*, 14(1), 427-441.
- Baki, A. (2014). *Mathematics education from theory to practice*. Harf Education Publishing.
- Bandura, A. (1989). Human agency in social cognitive theory. *American psychologist*, 44(9), 1175.
- Boaler, J. (2021). *Mathematical mindsets: Unleashing Students' potential through creative math, Inspiring messages, and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Cai, J., Hwang, S., Jiang, C. & Silber, S. (2015). Problem-posing research in mathematics education: some answered and unanswered questions. In F. M. Singer, N. F. Ellerton & J. Cai (Eds.), *Mathematical problem posing: from research to effective practice* (pp.3-34). Springer
- Carol, T. (2009). The push for pull; inventory-crunched retailers are asking consumers to choose the products they want. But what we say we like isn't always what we buy. *The Globe and Mail*.
- Chapman, O. (2012). Challenges in mathematics teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 15, 263-270.
- Corel, J. L. (1975). *The postnatal development of the human cerebral cortex*. Harvard University Press.
- Daniels, D. (2002). Metacognition and reflection. *Educational Psychology*. <http://dennisdaniels.com/tikiindex.php?page=Metacognition%20and%20Reflection> Retrieved from on 28. 01. 2025.
- Desoete, A., Roeyers, H. & Buyse, A. (2001). Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disabilities*, 34(5), 435-449.
- English, L. D. (1997). The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 183-217.
- English, L. D. (2008). Mathematical modeling: Linking mathematics, science, and the arts in the elementary curriculum. In B. Sriraman, C. Michelsen, & A. Beckmann, & V. Freiman (Eds.), *Proceedings of the second international symposium on mathematics and its connections to the arts and sciences*. (MACAS2, pp. 5-36). University of Southern Denmark Press.
- Fisher, R. (2005). *Teaching children to think*. Nelson Thornes.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Flavell, J., (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In Weinert, F.E. & Kluwe, R.H. (Eds). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2018). A critical look at the role of metacognition in the process of metacognition comprehension and problem solving. *Pamukkale University Journal of Institute of Social Sciences*, 32, 87-103.
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2016). Transitions between cognitive and metacognitive actions in mathematical modeling process in a technology-supported environment. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*. 10(1), 313-350.
- Hošpesová, A. & Tichá, M. (2015) Problem posing in primary school teacher training. In F.M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Eds.), *Mathematical Problem Posing* (pp. 433-447). Springer, New York, NY.

- Huttenlocher, P. R. (2002). *Neural plasticity: The effects of environment on the development of the cerebral cortex*. Harvard University Press.
- International Technology Education Association (ITEA/ITEEA). (2009). *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering*. Reston, VA: Author.
- Kramarski, B. (2004). Making sense of graphs: Does metacognitive instruction make a difference on students' mathematical conceptions and alternative conceptions. *Learning and Instruction*, 14, 593-619.
- Lee, J. (1999). *Problem-based learning: A Decision model for problem selection*, 21st National Convention of the Association for Educational Communcations and Technology, February 10-14, Houston.
- Liljedahl, P. (2020). *Building thinking classrooms in mathematics (Grades K-12): 14 Teaching practices for enhancing learning*. Corwin Press Inc.
- Lavy, I. (2015). Problem-posing activities in a dynamic geometry environment: when and how. In F. M. Singer, N. F. Ellerton & J. Cai (Eds.), *Mathematical problem posing: from research to effective practice* (pp. 393-410). New York: Springer.
- Mason, R. O., & Mitroff, J. J. (1981). *Challenging strategic planning assumptions*. John Wiley.
- Miles, M.B. & Huberman A.M. (1994). *Qualitative data analysis. (second edition)*, Sage Publication.
- Ministry of National Education (2024). Secondary School Mathematics Curriculum. <https://mufredat.meb.gov.tr/>
- Neil, H. F. Jr., & Brown, R. S. (1998). Differential effects of question formats in math assessment on metacognition and affect. *Applied Measurement in Education*, 11(4), 331-351.
- Örnek, T., & Soylu, Y. (2021). A model design to be used in teaching problem posing to develop problem-posing skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100905.
- Pierce, W. (2003). *Metacognition: Study strategies, monitoring, and motivation*, Retrieved on 28.01.2025 from [http:// academic.pgcc.edu/~wpeirce/MCCCTR/metacognition.htm](http://academic.pgcc.edu/~wpeirce/MCCCTR/metacognition.htm)
- Pintrich, R. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In Boekaerts, M., Pintrich, P. R., & Zeidner, M. (Eds.), *Handbook of Self- regulation*, (pp. 451-501). San Diego, CA: Academic Press.
- Schraw, G. & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychological Review*, 7, 351-371
- Schunk, D. H. (2012). *Learning theories: An educational perspective*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Senemoğlu, N. (2018). *Development, learning and teaching*. Anı Publishing.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M. A., & Silver, E. A. (2000). *Implementing standards-based mathematics instructions: A Casebook for professional development*. Teachers College.
- Stigler, J.W., Gallimore, R., & Hiebert, J. (2000). Using video surveys to compare classrooms and teaching across cultures: Examples and lessons from the TIMSS video studies. *Educational Psychologist*, 35, 87-100.
- Stoyanova, E. & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing. In P. Clarkson (Ed.), *Technology in mathematics education* (pp. 518-525). Mathematics Education Research Group of Australasia.

- Strauss, A. L & Corbin, J. (1990). *Basic of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Sage.
- Tichá, M & Hošpesová, A. (2013) Developing teachers' subject didactic competence through problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 133-143.
- Watanabe, S. (2009). *Algebraic geometry and statistical learning theory*. Cambridge University Press.
- Winne, P.H., & Hadwin, A.F., (1998). Studying as self-regulated learning. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 277-304). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Yavuz, İ. & Bilgeç, İ. (2016). Examining the measurement and evaluation of mathematics exams with open-ended questions. *Journal of Education and Training Research*, 5, 183-193.
- Yazgan, Y. & Arslan, Ç. (2017). *Mathematical unusual problem solving strategies and examples*. Pegem Academy.
- Yin, R.K. (2003). *Case study research: Design and methods*. Sage Publications.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation*, (pp.13-39). London: Elsevier Academic Press.)

İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Algıları ile Matematiksel Düşünceleri Arasındaki İlişki

Esra Türk^{1*} 
Emin Aydın² 
Fatmagül Ergün³ 

¹Marmara Üniversitesi, Matematik
Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
esratürk@marun.edu.tr

²Marmara Üniversitesi, Matematik
Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
emaydin@marmara.edu.tr

³İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi,
Matematik Eğitimi Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye
fatmagulergun@marun.edu.tr

*Sorumlu Yazar

Geliş tarihi: 31.05.2025
Kabul tarihi: 17.04.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Matematik eğitiminin temel hedefi matematik bilgi ve becerilerinin kazandırılması, matematiğin gerçek hayattaki rolünün fark edilmesi ve amaç doğrultusunda eleştirel düşünebilen bireyler yetiştirilmesidir. Matematik okuryazarlığı, bireylerin bu beceri ve yetkinlikleri günlük yaşamlarında kullanabilmesidir ve matematiksel düşünmenin akıl yürütme, bağlantı kurma, modelleme, matematiksel kavramların anlamlandırılması gibi yönlerini kapsamaktadır. Bu bize matematik okuryazarı olabilmek için matematiksel düşünme becerilerine sahip olunması gerektiğini göstermektedir. Bu kapsamda matematik okuryazarı bireyler yetiştirmek için öncelikle öğretmen ve öğretmen adaylarının gerekli beceri ve yetkinliklere sahip olması ve matematik okuryazarlığı yüksek düzeyde olması beklenmektedir. Matematik okuryazarlık öz-yeterlik algısı ile matematiksel düşünme arasındaki ilişkinin ne olacağı araştırmanın sorusunu oluşturmuştur. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik algısı ile matematiksel düşünceleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırma, 2023-2024 eğitim öğretim yılında İstanbul ilindeki üç devlet üniversitesinde eğitim gören 1. sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiştir. Verilerin toplanmasında, Özgen ve Bindak (2008) tarafından geliştirilen "Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlilik Ölçeği" ve Ersoy (2013) tarafından matematik öğretmen adayları için geliştirilmiş olan "Matematiksel Düşünme Ölçeği" kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik inançları orta düzeydedir ve matematiksel düşünceleri yüksek düzeydedir. Matematiksel düşünme alt boyutları içerisinde yer alan üst düzey düşünme, akıl yürütme ve matematiksel düşünme becerisi yüksek düzeyde iken problem çözme becerisi orta düzeydedir. Matematiksel düşünme becerileri ile okuryazarlık öz-yeterlik algısı arasında istatistik olarak anlamlı, orta düzeyde, pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelime: Matematik Okuryazarlığı, Öz-Yeterlilik, Matematiksel Düşünme, İlköğretim Matematik Öğretmen Adayı

GİRİŞ

21.yüzyıl ihtiyaçlarını karşılayan, dünyadaki nicel ve nitel değişimlerin farkında olan bireyler yetiştirilmesi eğitimin temel hedeflerinden biridir ve bireyin 21.yy yetkinliklerine sahip olması için okul ortamında ilk adım atılmalıdır. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD, 2006), matematik eğitiminin temel hedeflerinin, matematiğin gerçek hayattaki rolünü fark etmeyi ve amaç doğrultusunda eleştirel ve derin düşünebilen bireyler yetiştirmeyi içerdiğini vurgulamıştır. Öğrenciye günlük hayatta karşılaştığı olguların anlamlandırılması ve bunlara bağlı meselelerin çözümünde gereken matematik bilgi ve becerilerinin kazandırılması hedeflenmektedir. Öğrencinin bu kazanımlara sahip olması ve yetkinlikleri etkili kullanabilmesi için matematik okuryazarlığına sahip olması gerekmektedir (Steen vd., 2007).

Matematik okuryazarı bir insandan OECD (1999; 2003; 2006; 2009) matematiğin gerçek hayat durumlarındaki konumunu kavraması ve tanımlaması, ihtiyaç duyulması durumunda yapılandırıcı, ilişkilendirici ve yansıtıcı yolları kullanarak matematik bilgisine dayanarak karar vermesi ve bunu yaşama biçimi haline getirmesi ayrıca günlük hayatta karşılaştığı problemlere matematiksel düşünme süreçlerini kullanarak yaklaşması beklenmektedir. Matematik okuryazarlığı becerilerinin bireylere kazandırılması ve geliştirilmesi için öğretmenlerinin öncelikli olarak matematik okuryazarlığı becerisine sahip olması önemlidir (Altıntaş vd., 2012).

Matematik Okuryazarlığı

Bhola (1994), tüm okumaların bir okuryazarlığı ifade ettiğini vurgular. Yani okuma süreciyle birlikte bilgiyi anlamlandırabilme, çeşitli perspektiflerden yorumlayabilme kastedilmektedir. Dolayısıyla 21. yy becerileri içerisinde yer alan dijital okuryazarlık, istatistik, finans ve bilgisayar okuryazarlığı gibi farklı türlerin geliştiğini ifade etmektedir. Bu çalışmanın odak noktası ise bu okuryazarlık türleri için bir gereklilik olan matematik okuryazarlığıdır.

Alan yazında matematik okuryazarlığı farklı ifadelerle tanımlanmaktadır. Hoyles vd. (2010) matematik eğitimi almış bir kişiyi matematik okuryazarı olarak görmektedir. Matematik, soyut süreçlerden oluşan bir bilim olarak kabul edilirken matematik okuryazarlığı, gündelik hayat tecrübeleriyle ilişki olarak becerilerin gelişimine dayanır (Sidiropoulos, 2008). Matematik okuryazarı birey içinde bulunduğu dünyayı anlamlandırma ve karşılaştığı problemlerle başa çıkma sürecinde bir araç olarak matematik bilgisine sahip olmalıdır. Matematik diline aşina olarak iletişim kurabilmeyi ve matematiğin temellerine dair beceri ve kavramlarla donanmayı mümkün kılar (Cooper, 2000). Matematik okuryazarlığı için bireyin kendini ifade etme becerisiyle birlikte yazılı ve sözel iletişim yeteneğinin de önemli olduğunu vurgulanmaktadır. Bu kapsamda matematik eğitiminin temel amaçlarından biri matematik okuryazarı bireyler yetiştirmektir.

Matematiksel ilişkiler kurmak matematik okuryazarlığı için önemli bir etkidir. Woodbury (1998), bu doğrultuda matematik okuryazarı bir bireyin gerçek hayat durumlarıyla bağlantılar kurarak matematiği anlamlandırabildiğini ve ilişkilendirebildiğini ifade etmektedir. Dolayısıyla matematik okuryazarlığı tek bir ifadeyle tanımlanmasa da ortak bileşenler görülmektedir. Bu bileşenler matematik öz-yeterlik ve tutumu, gerçek yaşam durumlarında matematiksel modelleme sürecini kullanmak, problem çözümlerinde yeni yöntemler geliştirmek, matematiği kendi içinde ve disiplinlerarası farklı bağlamlarda ilişkilendirebilmek, matematiksel veya günlük yaşam problemlerini ifade etmek, matematik dilini kullanarak iletişim kurmaktır. Matematik okuryazarı bir bireyin iletişim kurma sürecinde düşünceleri, kelimeleri ve sembolleri ifade edebilmesi ve matematik dilinde anlaşılır olması gerekmektedir. Matematiğin belirlenmiş terimlerle ilerleyen evrensel bir dil olması herkes tarafından anlaşılır olmasını sağlayan tanımlayıcı bir özelliğidir.

21. yüzyılda geliştirilmesi gereken yetkinliklerinden biri matematik okuryazarlığıdır (Drew, 2012). Matematik okuryazarlığını geliştirmek için ilk öncelikle matematik terminolojisinde farklı temsilleri tanıtmak ve yetkinlik kazandıktan sonra dile dair detayları öğretmeye odaklanmak gerekir. Bu gelişim sürecinde matematiğin tabiatından kaynaklanan zorluklarla karşılaşmaktadır. Öğrenciler için matematiğin soyut düşünmeyi gerektiren tarafı zorlayıcı bir geçiş sürecidir. Öğrenciler problemlerin sözel ifadelerini yorumlarken ve temsiller arası geçiş yaparken zorlanmakta, çözüm sürecinde uygulamaları gereken adımları belirlemede güçlük çekmektedir. Bu zorluklara rağmen temel matematik kavramlarının anlamlandırılarak öğretilmesi ve matematiksel becerilerin geliştirilmesi sadece matematik başarısını artırmakla kalmaz, matematik okuryazarlığını da destekler. Dolayısıyla iyi bir matematik öğretimi matematik okuryazarlığı için önemli bir kilit noktadır.

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) öğrencilerin anadil, fen bilgisi ve matematikteki okuryazarlık durumlarının değerlendirilip belirlenmesini sağlamaktadır. Dünya genelinde 15 yaşındaki öğrencilerle gerçekleştirilen PISA, öğrencilerin bilgi düzeylerini ve yetkinliklerini matematik okuryazarlığı çerçevesinde ölçmektedir ve sonuçların ulusal ve uluslararası şekilde karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Eğitim sisteminin mevcut durumunu değerlendirmek ve daha etkili bir matematik öğretimi gerçekleştirmek için PISA çalışmaları referans noktası olmuştur (Altun vd., 2022). PISA, matematik okuryazarlığını “bireyin düşünen, eleştiren ve üreten bir vatandaş olarak bugün ve gelecekte karşılaşacağı sorunların çözümünde matematiksel düşünme ve karar verme süreçlerini kullanarak çevresindeki dünyada matematiğin oynadığı rolü anlama ve tanıma kapasitesi” olarak tanımlanmaktadır (OECD, 2006).

Matematiksel Düşünme

Matematiksel düşünme, insanların günlük hayatta karşılaştıkları problemleri anlamlandırmada amaçlı, sistematik, doğru, kesin ve pratik olmalarını sağlamaktadır (Sevgen, 2002). Bireylerin matematiksel bakış açısının gelişmesi ve matematiksel anlamlandırma yapması matematiksel düşüncelerinin gelişmesini sağlar. Soyutlama ve matematikleştirme süreçlerinin yürütülmesi için kullanılan zihin araçları sembolik gösterim, soyutlama ve sembolik işlemler olarak ifade edilmektedir. Matematiksel düşünmenin temel unsurları; zihin yapılarının kullanımı, zihinde mevcut olan bilgi, problem çözme stratejileri, matematiksel

etkinliklere katılım ve matematiksel bakış açısı şeklindedir (Schoenfeld, 1992). Üst düzey beceriler gerektiren bu düşünme biçimine göre Mason, Burton ve Stacey (1985) beş varsayımdan bahsetmektedirler:

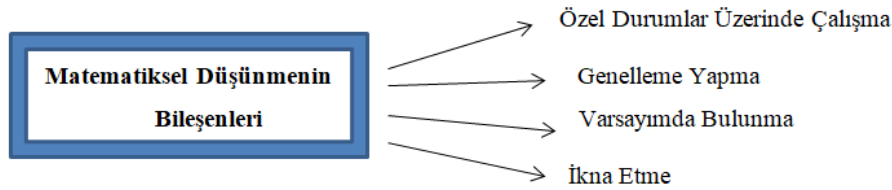
1. Her insan matematiksel olarak düşünebilme becerisine sahiptir.
2. Çeşitli problemler üzerinde alıştırma yapılarak matematiksel düşünme geliştirilebilir.
3. Matematiksel düşünme, beklenmedik olaylar ve zıtlıklarla ortaya çıkarılabilir.
4. Derinlemesine düşünme ve sorgulama, matematiksel düşünmeyi destekler.
5. Matematiksel düşünme, kişinin dünyayı ve kendini daha iyi kavramasına imkan tanır.

Stacey’e (2006) göre matematiksel düşünme, günlük yaşam problemlerinin çözüm sürecinde doğal bir araçtır ve matematik öğretiminde önemli bir gereklilik olduğu için eğitimin en önemli hedefleri arasındadır.

İnsanoğlunun çevresini daha iyi anlaması ve çevresinde gerçekleşen olayları kontrol altında tutabilmesi için düşünme bir araçtır (Burton, 1984). Bu çerçevede matematiksel düşünme, bireyin yaşadığı dünyayı anlamak ve kontrol edebilmek için edindiği bilgileri sistemleştirmesini ve işlemesini sağlayan bir araçtır (Gattegno, 1978, akt. Burton). Matematiksel problemler doğası gereği matematiksel düşünme gerektirse de sadece belli matematiksel objeler üzerinde değil herhangi bir alanda karşılaşılan problemin çözümünde de matematiksel düşünme kullanılır (Argyle, 2012). Burton’a göre matematiksel düşünme süreçleri özel durumlar üzerinde çalışma, genelleme yapma, varsayımda bulunma ve ikna etme olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1

Matematiksel Düşünme Bileşenleri



Özel durumlar üzerinde çalışma.

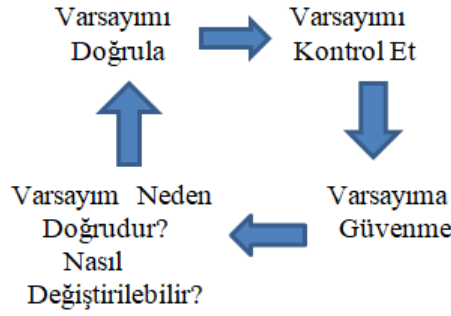
İnsan problemle karşı karşıya kaldığında problem durumunu bazı örnekler üzerinden anlamlandırır. Özel durumlar üzerinde çalışma, meselenin derinlemesine incelenmesini kolaylaştıran, gerçekte ne ile ilgili olduğunu anlamlandırmaya yardımcı olan ve daha şuurlu şekilde tahminler yaparak çözülmesini sağlayan bir süreçtir. Özel durumlar üzerinde çalışma sürecinde sistematik, rastgele ve ustaca seçimler yapılır ve her seçim belli kullanım amaçları için faydalı olmaktadır (Mason vd., 2010).

Genelleme yapma.

Örüntü ve ilişkiler açığa çıkarılarak örnekleri de kapsayan daha geniş kümeler hakkında tahminlerde bulunulması bir “genelleme” sürecidir. Genellemeye ulaşmak için özel durumların üzerinde çalışılır; gerekli deliller toplanır ve bir araya getirilir. Ulaşılan genellemeler yazılı veya sözlü bir şekilde ifade edildiğinde bir varsayıma dönüşmeye başlamaktadır. Genelleme, daha ileri seviyede bulunan sorulara yönlendirmektedir. “Doğru olma ihtimali olan şey nedir?” sorusuyla bir varsayım oluşturmasını, “Neden doğrudur?” sorusuyla destekleyici olmasını, “Nerelerde doğrudur, sorunun geçerli olduğu farklı bir hali var mıdır?” sorusuyla çok daha genel formuna ulaşmasını sağlamaktadır. (Mason vd., 2010).

Varsayımda bulunma.

Bir şeyin doğru olma ihtimalini öngörme veya sezme ve bu öngörünün doğruluğunu inceleme süreci varsayımda bulunma olarak adlandırılmaktadır. Varsayımda bulunma özel durumlar üzerine çalışmalar yaparken ve genelleştirme süreçleri uygulanırken kendiliğinden doğal olarak ortaya çıkmaktadır (Mason vd., 2010). Varsayımda bulunma döngüsü Şekil 2 ‘de gösterilmiştir.

Şekil 2*Varsayımda Bulunma Döngüsü*

Araştırma sürecinde ortaya çıkan bir varsayım ya yanlıştır ya da ikna edici şekilde doğrudur. Yanlış olması halinde düzeltme ya da değiştirilme yapılması için yeniden araştırma sürecine girilen bir döngüsel süreç işlemektedir. Yani elde edilen bulgular varsayımı destekliyorsa bir sonraki adıma geçilir ve varsayımın doğruluğun sebebi düşünölmeye başlanmalıdır. Aksi durumda, döngüsel süreç devam eder ve yeni varsayımlar oluşturulması gerekir (Çelik, 2016).

Doğrulama ve ikna etme.

Varsayımları destekleme süreci üç aşamada; kendi kendini ikna etme, bir arkadaşını ikna etme, bir düşmanını ikna etme şeklinde gelişmektedir. Bir birey kendini ikna etme aşamasında bazı şeylerin doğru olma sebeplerini ifade edebilir durumdadır, bir arkadaşını ikna etme aşamasında açık ve net şekilde doğru olduğunu düşündüğü şeyleri tutarlı şekilde delillerle ifade etmektedir, düşmanını ikna etme aşamasında ise fikirlerini şüphe ederek eleştiren birini ikna etme sürecini içerir ve karşı taraftan gelebilecek eleştirilere karşı güçlü deliller sunulması gerekmektedir (Mason vd., 2010).

Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Algısı ve Matematiksel Düşünme Arasındaki ilişki

Matematik okuryazarlığı tanımları ortak paydada; kişinin matematiğe ait gerekli yetkinliklere ve üst düzey düşünme becerilerine sahip olması ve bu becerileri uygulama süreci şeklinde tanımlanmıştır (Kramarski & Mizrahi, 2004; Meaney, 2007). Matematik okuryazarlığı yeterliği, matematiksel düşünmenin akıl yürütme, bağlantı kurma, modelleme, matematiksel kavramların anlamlandırılması gibi yönlerini kapsar (NCCA, 2012). Matematik okuryazarı olabilmek için matematiksel düşünme becerilerine sahip olunması gerektiğini göstermektedir. Akıl yürütme, problem çözme, üst düzey düşünme gibi becerileri içeren matematiksel düşünmenin gerçekleştirilmesi (Berlin & White, 1992) ile matematik okuryazarlığının temeli atılabilmektedir.

Rizki ve Priatna (2019), uluslararası yayınların analiziyle matematik okuryazarlığın temel yetkinliklerinin semboller, temsiller, matematiksel düşünme, modelleme, iletişim, problem kurma ve çözme, akıl yürütme, teknoloji ve araçlar olduğunu tespit etmiştir. Bu çerçevede matematik okuryazarlığının temel yetkinlikleri içerisinde matematiksel düşünme ve alt becerilerini içerdüğü dolayısıyla iki konunun birbirini destekleyici bir nitelikte olduğu görölmektedir.

Matematiksel düşünme, matematiksel süreçle ilgilidir ve geliştirilebilir (Mason vd., 1985). Bu gelişim süreci problemlerle karşı karşıya kalarak ve problem çözümlerinde derinlemesine düşünerek, deneyimlerle bağlantılı şekilde bilgileri anlamlandırarak gerçekleştirilebilir. Öğrencilerin matematiksel düşüncelerini geliştirmek için öğretmenler öğrencilerin düşüncelerini derinleştirmelerini ve ifade etmelerini sağlamalı, kavramsal anlamalarını destekleyici olmalıdır (Olkun & Toluk, 2007). Diğer bir yandan da bir öğrencinin matematiksel düşünmesinin geliştirilmesi için öncelikle matematiksel düşünme becerisi yüksek seviyede öğretmenler yetiştirilmesi gerekmektedir. Öğretmen adaylarının, alan bilgileriyle birlikte matematiksel düşünme süreçlerini etkin bir şekilde kavrayabilme ve uygulayabilme becerilerini geliştirmeleri, sınıf içi uygulamalarda öğrencilere örnek teşkil edecek niteliktedir. Aynı doğrultuda matematik okuryazarı öğrenciler için matematik okuryazarı öğretmenlere ihtiyaç vardır ve matematik öğretmenleri sınıflarında bunun farkında

olarak öğretim gerçekleştirmelidir. Dolayısıyla matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlıklarının iyi düzeyde olması beklenmektedir.

Google Akademik, Dergi Park ve YÖK Tez veri tabanları tarandığında matematiksel düşünmeyle ilgili çalışmalara (Alkan & Güzel, 2005; Alkan & Taşdan, 2011; Arslan & İlkörücü, 2017; Cihangir, 2020; Düzgün & İpek, 2023; Ersoy & Güner, 2014; Güç vd., 2021; Tüzün & Cihangir, 2020) ve matematik okuryazarlığı ve öz-yeterlik algısına dair çalışmalara (Altıntaş vd., 2012; Aydın vd., 2020; Bilgeç, 2022; Güneş & Gökçek, 2013; Kabael & Barak, 2016; Konukoğlu vd., 2019; Özgen & Kutluca, 2013; Özgen, 2015; Özgen vd., 2018; Yenilmez & Ata, 2013; Zehir & Zehir, 2016) rastlanmasına rağmen ikisinin arasındaki ilişkiyi ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Oysaki matematik okuryazarlığı, temel yetkinlikler içinde matematiksel düşünmeyi ve onun alt becerilerini barındırır bu nedenle matematiksel düşünme ve matematik okuryazarlığının birbirini etkileyen iki kavram olduğu düşünülmektedir.

Matematik okuryazarlığı becerilerin belirlenmesinde öz-yeterlik, inanç ve algı önemli etkenlerdir. Matematik okuryazarlığı gelişmiş bireylerin algıları da yüksek olmaktadır. Matematik öğretmenlerinin inançları, öğrencilerin matematiksel başarıları üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Philipp (2007), öğretmenlerin inançları ve duygularının öğretim tarzlarını ve dolayısıyla öğrencilerin öğrenme deneyimlerini şekillendirdiğini belirtmektedir. Bu çerçevede, öğretmenlerin öz-yeterlilik inançları, matematiksel düşünme ve pedagojik becerilerin gelişiminde önemli bir rol oynar (Schoenfeld, 2016). Bu bağlamda, öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığına ve öz-yeterlilik düzeylerine ilişkin farkındalık geliştirmeleri ve bu yeterliliklerini bilinçli bir seviyeye taşımaları, öğretmenlik mesleğine adım attıklarında öğrencilerin matematik okuryazarlığı becerilerinin gelişimine önemli katkılar sağlayacaktır (Özgen & Bindak, 2008). Öz-yeterlilik, bir bireyin belirli bir görevi başarıyla yerine getirme inancıdır (Pajares & Miller, 1994). Bu inançlar, öğrencilerin matematiksel problemleri çözme süreçlerinde önemli bir motivasyon kaynağı oluşturur (Schunk, 2003). Bandura (1997), öz-yeterliliğin bireylerin başarıya ulaşmadaki kritik rolünü detaylı bir şekilde tartışarak, bu inançların eğitimdeki etkilerini kapsamlı bir biçimde ele almıştır. Eğitimde, öğretmenlerin okuryazarlık ve öz-yeterlik algılarının yüksek olması gerektiği vurgulanmaktadır (Aydın vd., 2020). Bir bireyin herhangi bir beceriyi geliştirebilmesi için, öncelikle o beceriye yönelik öz-yeterlilik inancına sahip olması gerekmektedir. Yani, matematiksel okuryazarlık kazanabilen bir birey, önce matematik okuryazarlığına dair öz-yeterlilik inancına sahip olmalıdır.

Bu çalışma matematik öğretmen adaylarının matematiksel düşünme becerilerini ve matematik okuryazarlıklarını inceleyerek mevcut durumu açıklığa kavuşturması ve ikisi arasındaki ilişkiyi belirleyerek öğretmen adaylarının geliştirmesi gereken becerileri ve yetkinlikleri ortaya çıkarması açısından önemli görülmektedir. Bu kapsamda araştırmanın amacı, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel düşünceleri ile matematik okuryazarlık öz-yeterlik algıları arasındaki ilişkinin incelenmesidir. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlik algılarının ne düzeyde olduğu ve matematiksel düşünme becerilerinin ne düzeyde olduğu ayrı ayrı incelenip çıkarımda bulunması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda belirtilen araştırma soruları oluşturulmuştur:

1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlik algıları ne düzeydedir?
2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel düşünceleri ne düzeydedir?
3. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlik algıları ile matematiksel düşünme becerileri arasındaki ilişki nasıldır?

YÖNTEM

Araştırma Desen

Bu çalışmada, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel düşünceleri ile matematik okuryazarlık öz-yeterlik algıları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama deseni benimsenmiştir. İlişkisel tarama deseninde, değişkenler arasındaki ortak değişimin olup olmadığı ve eğer varsa bu değişimin yönü ve niteliği incelenir (Karasar, 2011). İlişkinin incelendiği çalışmalara korelasyonel araştırmalar da denilmektedir (Creswel, 2017).

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma evreni İstanbul ilinde 2023-2024 eğitim öğretim yılında öğrenim gören 1. sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarıdır. Çalışmada öğretmen adaylarının aldıkları eğitimin matematiksel düşünme ve okuryazarlıklarını henüz etkilememiş haliyle yürütülmek istendiği için çalışma evreninde ilköğretim matematik öğretmen adaylarının 1. sınıf olması önemlidir. Çalışma grubunun belirlenmesinde rastgele örnekleme yönteminin belirlenmesi mümkün olmadığından elverişli örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Elverişli örnekleme yöntemi, çalışma grubunun erişilebilirliğin maddi olarak daha uygun olduğu örnekleme yöntemidir (Creswell, 2017). Çalışma grubunun seçilmesinde rastgele örnekleme yöntemi seçilmesi mümkün olmasa da araştırma yapılacak üniversitelerin hem devlet üniversitesi olmasına hem de üniversitede okuyan öğrencilerin demografik özelliklerinin çalışma evreninin temsil edebilmesi dikkate alınmıştır. Örneklem büyüklüğü çalışmanın istatistiksel olarak anlamlı bir genellemeye ulaşabilmesi için önem arz etmektedir. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesi için öncelikle çalışma evreninin sayısına ulaşılmıştır. YÖK'ün veri tabanından İstanbul çalışma evreninde 1. sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarının sayısının yaklaşık 600 olduğu görülmüştür. Bu kapsamda örneklem büyüklüğü Büyüköztürk vd. (2021) belirttiği şekilde evrenin büyüklüğüne göre yaklaşık olarak 120 olarak belirlenmiştir. Creswell (2017) korelasyonel araştırmalarda örnekleme büyüklüğünün 30 olmasını uygun görmüştür. Dolayısıyla yaklaşık olarak 120 ilköğretim matematik öğretmen adayından veri toplanması hedeflenmiştir ancak 95 öğretmen adayına ulaşılabilmektedir. Bu çalışma grubu demografik özelliklerinden ve erişilebilirliklerinden dolayı 2023-2024 yılında İstanbul'da bulunan 3 devlet üniversitende öğrenim gören 1. sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Çalışma grubu 17 erkek ve 78 kız öğretmen adayından oluşmaktadır; cinsiyetlerine göre kız öğretmen adayının daha yoğunlukta olduğu bir veri grubu ortaya çıkmıştır. Yükseköğretim program atlası incelendiğinde ise kızların bu bölümde okuma oranının erkeklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu kapsamda veri alınan grubun cinsiyet özellikleri de Türkiye'de bulunan öğretmen adaylarının özelliklerini yansıtmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri Özgen ve Bindak (2008) tarafından hazırlanmış olan “Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlilik Ölçeği” ve Ersoy (2013) tarafından matematik öğretmen adayları için geliştirilmiş olan “Matematiksel Düşünme Ölçeği” kullanılarak elde edilmiştir. Ölçeklerin kullanımı için yazarlardan izin alınmıştır. Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarının hangi üniversitede okuduğunu, cinsiyet dağılımını, ailesinin yaşadığı ili ve mezun olduğu lise bilgilerini içeren kişisel bilgi formu oluşturulmuştur.

Kişisel Bilgi Formu

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının demografik özellikleri bilgisinin alınması için sorumlu araştırmacı tarafından hazırlanan “Kişisel Bilgi Formu” kullanılmıştır. Kişisel bilgi formunda, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının cinsiyeti, ailesinin yaşadığı yer, mezun olduğu lise türü sorulmuştur.

Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlilik Ölçeği

Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlilik Ölçeği, matematik okuryazarlığına yönelik öz-yeterlilik inançlarını ölçmeyi amaçlayan beşlik likert tipinde bir ölçektir. Dördü olumsuz toplam 25 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte yer alan maddelerin seçenekleri “tamamen katılıyorum” seçeneğinden başlayıp “hiç katılmıyorum” seçeneğine doğru sıralanmıştır. Bu ölçekten alınabilecek en yüksek puan 125 ve en düşük puan 25'dir. Ölçekten elde edilecek görece yüksek puan, matematik okuryazarlığı öz-yeterliliğinin görece yüksek olmasını göstermektedir. Puanlar 25 - 58,3 aralığında düşük seviye, 58,4 - 91,7 aralığında orta seviye, 91,8 - 125 yüksek seviye olacak şekilde gruplandırılmaktadır. Faktör analizi sonucunda maddelerin 1. faktör yük değerlerinin yeterince yüksek, tek faktörünün açıkladığı varyans oranının % 42,85 olduğu bulunmuştur. Güvenirlik analizinde ölçeğin madde-toplam puan korelasyonlarının 0,48 ile 0,75 arasında değiştiği ve Cronbach alfa güvenirlilik katsayısının 0,94 olduğu görülmüştür.

Matematiksel Düşünme Ölçeği

Matematiksel Düşünme Ölçeği, öğretmen adaylarının matematiksel düşünme düzeylerini ölçmek amacıyla 5' i olumsuz toplam 25 maddeden oluşan beşli likert tipinde bir ölçektir. Bu maddelerin seçenekleri “1: hiç katılmıyorum, 2: katılmıyorum, 3: kararsızım, 4: kısmen katılıyorum, 5: tamamen katılıyorum” şeklindedir. Ölçekte yer alan olumsuz maddeler tersten kodlanmıştır. Ölçekten alınacak en yüksek puan 125, en düşük puan 25'dir. Ölçekten elde edilecek görece yüksek puan, matematiksel düşünme düzeyinin görece

yüksek olmasını göstermektedir. Faktör analizi sonucunda özdeğeri 1'in üzerinde olan 4 alt faktörlü bir yapı oluşturulmuştur. Güvenirlik analizinde Cronbach Alfa Katsayısı 0,78 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, geliştirilen ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir. MDÖ, üst düzey düşünme eğilimi, akıl yürütme, matematiksel düşünme becerisi ve problem çözme alt boyutlarından oluşmaktadır.

Verilerin Toplanması

Çalışma, İstanbul ilinde bulunan 3 farklı devlet üniversitesinde yapılmıştır. Veriler toplanmadan önce Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Araştırma ve Yayın Etik Kurulundan 02.04.2024 tarihinde 04-47 sayılı etik kurul onayı alınmıştır. Veriler katılımcılardan gönüllü onam formu ile tamamen gönüllülük esasına uygun olarak toplanmıştır. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının, kişisel bilgi formu ve ölçekleri doldurmaları yaklaşık 20 dakika sürmüştür. Veriler 95 öğretmen adayından gönüllü katılım sağlanarak toplanmıştır. Tüm öğretmen adaylarının verileri doğru şekilde verdiği varsayılmış ve toplanan verilerin tamamı analizde kullanılmıştır.

Verilerin Analizi

Adayların matematiksel düşünme ve matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik algı düzeylerini belirlemek amacıyla istatistiksel analiz yapılmıştır. Adayların matematiksel düşünme ölçeğinden ve matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinden alabileceği en yüksek puanlar ölçeklerin gerektirdiği eşit birimlere bölünerek puanlanmış ve yorumlanmıştır. Sınır seviyesinde yer alan puanlar bir üst grupta değerlendirilmiştir. Korelasyonun hesaplanması için öncelikle verilerin normal dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile analiz edilmiştir. Test sonucunda verilerin normal dağıldığı görülmüştür. Veriler normal dağıldığı için Pearson korelasyon katsayısı ile analiz yapılmıştır.

BULGULAR

Araştırmanın ilk bulgusu öğretmen adaylarının Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği'nin betimsel istatistiklerinden oluşmaktadır. Betimsel istatistiğe ilişkin bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeğine İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

	N	X	Ss	Max.	Min.
Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterliği	95	91,48	12,16	122	65

Betimsel istatistiğin sonuçlarına göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlik puanlarının ortalama 91,48 olarak bulunmuştur. Matematik okuryazarlık öz-yeterliği 25 - 58,3 (düşük), 58,4 - 91,7 (orta), 91,8 - 125 (yüksek) olacak şekilde gruplandırılmıştır. Dolayısıyla ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orta düzeyde matematik okuryazarlık öz-yeterlik inancına sahip olduğu söylenebilmektedir. Tablo 2'de frekanslarla ilgili betimsel istatistik verilmiştir.

Tablo 2

Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Düzeyleri Betimsel İstatistiği

Gruplandırmalar	f	%
25-58,3 (düşük)	0	%0
58,4-91,7 (orta)	52	%54,73
91,8-125 (yüksek)	43	%45,27
Toplam	95	%100

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlik düzeyleri incelendiğinde daha çok orta düzey (%54,73) olduğu daha sonra ise yüksek düzey (%45,27) olduğu ve düşük düzeyde sonuca rastlanmadığı tespit edilmiştir. Buna göre betimsel istatistik sonuçları kapsamında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının genellikle orta düzey matematik okuryazarlık öz-yeterlik düzeyine sahip olduğu söylenebilmektedir.

Araştırmanın ikinci bulgusu öğretmen adaylarının Matematiksel Düşünme Ölçeği ve alt boyutları ile ilgili verilerinin betimsel istatistiklerinden oluşmaktadır. Betimsel istatistiğe ilişkin bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3

Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Düşünceleri ve Alt Boyutlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

Ölçek ve Alt Boyutları	N	K	X	X/k	Düzye	Ss	Max.	Min.
Problem Çözme Alt Boyutu	95	7	25,49	3,64	Orta	3,21	35	19
Akıl Yürütme Alt Boyutu	95	4	16,45	4,11	Yüksek	1,97	20	12
Üst Düzey Düşünme Eğilimi Alt Boyutu	95	6	24,30	4,05	Yüksek	3,34	30	13
Matematiksel Düşünme Becerisi Alt Boyutu	95	8	31,01	3,87	Yüksek	3,22	38	24
Matematiksel Düşünme Ölçeği Toplam	95	25	97,26	3,89	Yüksek	8,87	118	73

Tablo 3'e göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel düşünceleri ($X/k = 3,89$) yüksek düzeyde; alt boyutlar içerisinde yer alan üst düzey düşünme eğilimi ($X/k = 4,05$), akıl yürütme ($X/k = 4,11$) ve matematiksel düşünme becerisi ($X/k = 3,87$) yüksek düzeyde; problem çözme ($X/k = 3,64$) orta düzeyde yer almaktadır.

Araştırmanın üçüncü bulgusu ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlik düzeyleri ile matematiksel düşünceleri arasındaki ilişkinin analizinden oluşmaktadır. Bu bulgu için öncelikle verilerin normal dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-Smirnova testi ile analiz edilmiştir. Test sonucunda verilerin normal dağıldığı görülmüştür. Veriler normal dağıldığı için Pearson korelasyon katsayısı ile analiz yapılmıştır. Korelasyon analizine ilişkin bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Düzeyleri ile Matematiksel Düşünme Arasındaki İlişkinin Korelasyon Analizi

	Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Düzeyi	Matematik Düşünme Ölçeği Toplam Puanı	Matematiksel Düşünme Alt Boyutu Puanı	Akıl Yürütme Alt Boyutu Puanı	Üst Düzey Düşünme Alt Boyutu Puanı	Problem Çözme Alt Boyutu Puanı
Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Düzeyi	1	0,392**	0,208*	0,254*	0,419**	0,283**
Matematik Düşünme Ölçeği Toplam Puanı	-	-	0,739**	0,660**	0,857**	0,723**
Matematiksel Düşünme Alt Boyutu Puanı	-	-	-	0,269**	0,516**	0,337**
Akıl Yürütme Alt Boyutu Puanı	-	-	-	-	0,595**	0,318**
Üst Düzey Düşünme Alt Boyutu Puanı	-	-	-	-	-	0,444**
Problem Çözme Alt Boyutu Puanı	-	-	-	-	-	-

n=95, ** p < 0,01 *p<0,05

Tablo 4 incelendiğinde ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlik düzeyleri ile matematiksel düşünceleri arasında istatistik olarak pozitif, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişkinin olduğu ($r=0,39$) görülmektedir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada elde edilen bulgulara bakıldığında, öğretmen adaylarının okuryazarlık öz-yeterlik düzeylerinin genel olarak orta seviyede olduğu ancak yüksek seviyeye oldukça yakın olduğu belirlenmiştir. Matematik okuryazarlığının bireyin karşılaştığı olguları matematiksel kavram ve yöntemleri kullanarak açıklaması, matematiksel sonuçları yorumlaması gibi becerileri gerektirdiği düşünülürse matematik öğretmen adaylarının da bu becerilere hakim olması beklenen bir durumdur. Matematik okuryazarı bir bireyin matematik okuryazarlık öz-yeterlik inancı da gelişmiştir dolayısıyla bulgulara öğretmen adaylarının da matematik okuryazarlık öz-yeterlik inancının orta düzeyde olması bu bilgiyi destekler niteliktedir. Tekin ve Tekin (2004) ve Özgen (2015) çalışmalarında matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlik inançlarını orta düzeyde bulması bu çalışma sonucuyla örtüşmektedir. Zehir ve Zehir (2016)

çalışmalarında dördüncü sınıf öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilik algısının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının öz-yeterlilik puanlarının yüksek düzeye çok yakın olmasına rağmen orta düzeyde kalması örneklem grubunun araştırma sorusu gereği yalnızca birinci sınıf öğretmen adaylarından oluşmasından kaynaklı olabilir.

Matematik öğretmen adaylarının büyük bir kısmının orta ve yüksek seviyede öz-yeterlilik algısına sahip olduğu görülmüştür. Düşük düzeye sahip olan öğretmen adayının bulunmaması hem adayların matematik branşından oluşması hem de örneklem İstanbul'un belli bir başarıya sahip olan üniversitelerindeki öğrencilerinden oluşuyor olmasından kaynaklı olabilir. Özgen'in (2015) ilköğretim matematik öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada, adayların çoğunluğunun yüksek, geri kalan kısmının ise orta düzeyde öz-yeterlilik inancına sahip olduğu görülmektedir. Düşük düzeye ait bulgunun bulunmaması, bu çalışmayla örtüşmekte ve matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlıklarının belirli bir seviyeye geldiğini göstermektedir. Özgen'in çalışmasında yüksek düzeye sahip olan öğretmen adayının fazla olma sebebi çalışmaların farklı yıllarda yapılmasından, eğitim koşullarının ve örneklem grubunun sınıf seviyesinin farklılaşmasından kaynaklı olabilir.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel düşünceleri incelendiğinde yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Bu araştırma bulgusu, Yorulmaz vd.'nin (2017) çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Matematiksel düşünme alt boyutu içerisinde yer alan problem çözme becerisinin orta düzeyde; akıl yürütme, üst düzey düşünme ve matematiksel düşünme becerisinin yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Alan yazına bakıldığında problem çözme süreci için bireylerin matematiği günlük hayatta kullanması, farklı bakış açısı geliştirmeleri ve matematiksel düşünme becerilerine sahip olması önemli görülmektedir. Yani problem çözme sürecinin matematiksel düşünmenin alt boyutlarında yer alan becerileri ve bazı yetkinlikleri gerektirdiği düşünülürse; problem çözme alt becerisinin orta düzeyde; akıl yürütme, üst düzey düşünme ve matematiksel düşünme becerisinin yüksek düzeyde olması beklenen bir durumdur. Alkan ve Güzel (2005) tarafından yapılan çalışmada matematik öğretmen adaylarının matematiksel düşünme düzeylerinin düşük olarak belirlenmesi bu çalışma sonuçları örtüşmemektedir. Bu kapsamda çalışmanın yapıldığı yıldan itibaren öğretmen adaylarının aldıkları eğitimlerinde matematiksel düşünme açısından gelişme olduğu söylenilebilir. Sonuçların örtüşmemesindeki diğer sebep ise kullanılan ölçme aracı olabilir.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilik algıları ile matematiksel düşünme becerileri arasındaki ilişki incelendiğinde iki değişken arasında orta düzeyde pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmüştür. Alan yazına bakıldığında Rizki ve Priatna (2019) uluslararası yayınları analiz ederek matematik okuryazarlığının temel bileşenleri içerisinde matematiksel düşünme, akıl yürütme, problem kurma ve çözme gibi becerileri içerdiğini ifade etmektedir. Bu durum, bireyin matematik okuryazarı olması için matematiksel düşünme becerilerine sahip olması gerektiğini gösterir ve araştırmanın son bulgusunu desteklemektedir. Sonuç olarak matematiksel düşünme ve matematik okuryazarlığı birbirini etkileyen iki değişkendir ve ilişkilidir.

Bu çalışmanın bulguları doğrultusunda, matematik okuryazarlık öz-yeterlilik düzeylerinin daha yüksek seviyelere çıkarılması için öğretmen adaylarına yönelik daha yoğun pratik ve uygulamalı eğitimler sunulabilir. Özellikle problem çözme becerileri ve akıl yürütme alanlarında yapılacak ek eğitimler, adayların bu becerilerini daha ileri seviyeye taşıyabilir. Öğretmen adaylarının matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla, eğitim programlarına daha fazla matematiksel düşünme temalı etkinlikler ve ders içerikleri eklenebilir. Bu tür uygulamalar, adayların sadece teorik bilgiye değil, aynı zamanda pratik düşünme becerilerine de odaklanmalarını sağlayacaktır.

Bu çalışmanın bulguları, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilik algıları ile matematiksel düşünme becerileri arasında orta düzeyde pozitif yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu durum, bireyin matematiksel düşünme becerilerine sahip olmasının, matematik okuryazarlığını da desteklediğini ortaya koymaktadır. Matematik okuryazarlık öz-yeterlilik algıları ile matematiksel düşünme becerileri arasındaki ilişki dikkate alındığında, bu iki alan arasındaki etkileşimi artırmaya yönelik öğretim programları geliştirilebilir. Matematik öğretiminde öğretmenler, matematik okuryazarlığı ve matematiksel düşünme etkileşiminden daha fazla faydalanabilir. Özellikle, öğretim programlarına daha fazla uygulama temelli ve gerçek yaşam bağlamına dayalı etkinliklerin eklenmesi, proje tabanlı öğrenme, disiplinler arası çalışmalar ve modelleme etkinliklerine ağırlık verilmesi faydalı olabilir (Özgen, 2015; Yorulmaz vd., 2017).

Gelecekteki araştırmalarda, farklı sınıf seviyelerindeki öğretmen adaylarının katılımıyla daha geniş örneklemeler kullanılabilir. Bu, matematik okuryazarlığı ve matematiksel düşünme becerilerinin daha çeşitli eğitim geçmişlerine sahip bireylerde nasıl geliştiğini incelemeye olanak tanıyacaktır. Matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik algılarının ve matematiksel düşünmenin zaman içinde nasıl değiştiğini incelemek için uzun dönemli araştırmalar yapılabilir. Brown ve Baird'e (1993) göre, gelecekte öğretmenlik yapacak olan adaylar için matematiksel bakış açıları ve öğretim yöntemlerini uygulamaları bakımından aldıkları eğitim büyük önem taşımaktadır. Öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık düzeylerinin ve matematiksel düşünme becerilerinin, öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisi incelenebilir. Matematiksel okuryazarlık becerilerinin ve matematiksel düşünmenin, öğretmen adaylarının öğrencilerine nasıl yansıdığı ve öğrencilerin matematiksel başarıları üzerindeki etkileri araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Alkan, H. & Güzel, E. B. (2005). Öğretmen adaylarında matematiksel düşünmenin gelişimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 221-236
- Alkan, H., & Taşdan, B. T. (2011). Farklı sınıf düzeylerindeki matematik öğretmen adaylarının gözünden matematiksel düşünme. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 107-137.
- Altıntaş, E., Özdemir, A. Ş., & Kerpiç, A. (2012). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algılarının bölümlere göre karşılaştırılması. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 26-34.
- Altun, M., Ülger, T. K., Bozkurt, I., Akkaya, R., Arslan, Ç., Demir, F., & Özaydın, Z. (2022). Matematik okuryazarlığının okul matematiği ile entegrasyonu. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 126-149. <https://doi.org/10.19171/uefad.1035381>
- Argyle, S. F. (2012). *Mathematical thinking: From cacophony to consensus*. Kent State University.
- Arslan, Ç., & İlkörücü, Ş. (2017). İlköğretim matematik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının matematiksel düşünme düzeyleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 156-166. <https://doi.org/10.17556/erziefd.310384>
- Aydın, B., Çulha, Ş., & Yeşilgöz-Şengün, G. Y. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterliklerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 9(3), 860-874. <https://doi.org/10.30703/cije.656316>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.
- Berlin, D. & White, A. (1992). Report from the NSF/SSMA Wingspread Conference: A network integretad science and mathematics teaching and learning. *School Science and Mathematics*, 92(6), 340-342.
- Bhola, H. S. (1994). *A source book for literacy work: perspective from the grassroots*. Jessica Kingsley Publishers.
- Bilgeç, İ. (2022). *Matematik eğitimi uzman ve öğretmenlerinin matematik okuryazarlığı kavramı hakkındaki düşünceleri* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Brown, C. A & Baird, J. (1993). *Inside the teacher: Knowledge, beliefs, and attitudes in Research ideas in the classroom High school mathematics*. Macmillan.
- Burton, L. (1984). Mathematical thinking: The struggle for meaning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(1), 35-49
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2021). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (30. baskı). Pegem Akademi Yayınları.
- Cooper, J. D. (2000). *Literacy: Helping children construct meaning*. Houghton Mifflin Co., 181 Ballardville St., Wilmington, MA 01887.
- Creswell, J. W. (2017). *Eğitim araştırmaları: Nicel ve nitel araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi* (H. Ekşi, Çev.). EDAM Yayıncılık.
- Çelik, D. (2016). Matematiksel düşünme. E. Bingölbali, S. Arslan, İ. Ö. Zembat (Ed.), *Matematik eğitiminde teoriler* (s. 17-42). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Drew, S. V. (2012). Open up the ceiling on the common core state standards: preparing students for 21st-century literacy-now. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 56(4), 321-330.

- Düzgün, C., İpek, A. S. (2023). Sekizinci sınıf öğrencilerinin üslû ifadelerle ilgili matematiksel düşünme süreçlerinin incelenmesi. *Manas Journal Of Social Studies* , 12(4), 1249 - 1269.
- Ersoy, E. & Başer, N. E. (2013). Matematiksel düşünme ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 21(4), 1471-1486.
- Ersoy, E., & Pınar, G. (2014). Matematik öğretimi ve matematiksel düşünme. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 102-112.
- Güç, F. A., Aygün, Y. İ., Orba, K. (2021). Üstün yetenekli tanısı konulmuş ve konulmamış öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin karşılaştırılması. *Milli Eğitim* , 50(229), 337 - 362.
- Güneş, G., & Gökçek, T. (2013). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 70–79.
- Hoyles, C., Noss, R., Kent, P., & Bakker, A. (2010). *Improving mathematics at work: The need for technological mathematical literacies*. Routledge.
- Kabael, T., & Barak, B. (2016). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık becerilerinin PISA soruları üzerinden incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(2), 321–349.
- Karasar, N. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Nobel Yayınları.
- Konukoğlu, L., Agaç, G. & Özmantar, F. M. (2019). Cumhuriyet dönemi ilkökuller matematik dersi öğretim programlarının matematik okuryazarlık perspektifinden incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi(Baebd)* , 10(2), 79 - 99.
- Kramarski, B., & Mizrachi, N. (2004). Enhancing mathematical literacy with the use of metacognitive guidance in forum discussion. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 169-176.
- Mason J., Burton L. & Stacey K. (1985). *Thinking Mathematically*. Bristol, Addison Wesley Publishing Company.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2010). *Thinking Mathematically*. Second Edition. Pearson Education Limited.
- Meaney, T. (2007). Weighing up the influence of context on judgements of mathematical literacy. *Int J Of Sci And Math Educ* 5, 681–704 (2007).
- NCCA. (2012). *Project maths: Responding to current debate*. National Council For Curriculum And Assessment.
- OECD. (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. Paris: OECD.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem-solving knowledge and skills*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2009). *PISA 2009 assessment framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. Paris: OECD Publishing.

- Olkun, S. & Toluk, Z. (2007). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Maya Akademi Yayın Dağıtım.
- Özgen, K., & Bindak, R. (2008). Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Education Journal*, 16(2), 517-528.
- Özgen, K. (2015). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığına yönelik öz-yeterlik inançları. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(7). 1-12.
- Özgen, K., Özer, Y., & Arslan, E. (2018). Öğretmenlerin matematik okuryazarlığı ve problem kurma öz-yeterlik inançlarının incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 1-21. <https://doi.org/10.29299/kefad.2018.20.01.002>
- Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). The role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem-solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193-203. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.2.193>
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 257-315). Information Age Publishing.
- Rizki, L. M., & Priatna, N. (2019, February). Mathematical literacy as the 21st century skill. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1157, No. 4, p. 042088). IOP Publishing.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics (Reprint). *Journal of Education*, 196(2), 1-38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Schunk, D. H. (2003). Self-efficacy and achievement behavior. *Educational Psychology Review*, 15(2), 173-184.
- Sevgen, B. (2002). *Matematiksel Düşünce Yapısı ve Gelişimi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi kongresi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi: Ankara.
- Sidiropoulos, H. (2008). *The implementation of a mandatory mathematics curriculum in South Africa: The case of mathematical literacy* (Doctoral dissertation, University of Pretoria).
- Stacey, K. (2006). *What is mathematical thinking and why is it important. Progress report of the APEC project: collaborative studies on innovations for teaching 89 and learning mathematics in different cultures (II)*—Lesson study focusing on mathematical thinking.
- Steen, L. A., Turner, R., & Burkhardt, H. (2007). Developing mathematical literacy. In *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 285-294). Boston, MA: Springer US.
- Tekin, B. ve Tekin, S. (2004). *Matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık düzeyleri üzerine bir araştırma*, <http://www.matder.org.tr/Default.asp?id=85> adresinden 20 Ocak 2025 tarihinde alınmıştır.
- Tüzün, M. ve Cihangir, A. (2020). Ortaokul öğrencilerinin matematiksel düşünme aşamaları ile matematik öz yeterlikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi, *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 210-228.
- Zehir, K., & Zehir, H. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik inanç düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 104-117.



The Relationship between Primary School Mathematics Teacher Candidates' Perceptions of Mathematical Literacy Self-efficacy and their Mathematical Thinking

Esra Türk^{1*}
Emin Aydın²
Fatmagül Ergün³

¹Marmara University, Department of
Mathematics Education, İstanbul, Türkiye
esraturk@marun.edu.tr

²Marmara University, Department of
Mathematics Education, İstanbul, Türkiye
caydin@marmara.edu.tr

³İstanbul 29 Mayıs University,
Department of Mathematics Education,
İstanbul, Türkiye
fatmagulergun@marun.edu.tr

*Corresponding Author

Received: 31.01.2025
Accepted: 17.04.2025
Available Online: 30.05.2025

Abstract: The primary objective of mathematics education is to impart mathematical knowledge and skills, to recognize the role of mathematics in real life, and nurture critical thinking in line with these objectives. Mathematical literacy is the ability of individuals to use these skills and competencies in their daily lives, encompassing aspects of mathematical thinking such as reasoning, making connections, modeling, and understanding mathematical concepts. This shows us that to be mathematically literate, one must possess mathematical thinking skills. In this context, it is expected that teachers and teacher candidates possess the necessary skills and competencies and have a high level of mathematical literacy to raise mathematically literate individuals. The research question was formed around the relationship between the perception of mathematical literacy self-efficacy and mathematical thinking. In this context, this study aims to examine the relationship between primary school mathematics teacher candidates' perception of mathematical literacy self-efficacy and their mathematical thinking. This research was conducted with first-year primary school mathematics teacher candidates studying at three state universities in İstanbul during the 2023-2024 academic year. Data were collected using, the "Mathematics Literacy Self-efficacy Scale" developed by Özgen and Bindak (2008) and the "Mathematical Thinking Scale" developed by Ersoy (2013), both were designed for mathematics teacher candidates. According to the research results, the mathematical literacy self-efficacy beliefs of the teacher candidates are at a medium level, and their mathematical thinking was at a high level. Among the sub-dimensions of mathematical thinking, higher-order thinking, reasoning, and mathematical thinking skills were high, while problem-solving skills were at a medium level. A statistically significant, moderate, positive correlation was observed between mathematical thinking skills and perceptions of literacy self-efficacy.

Keyword: Mathematical Literacy, Self-Efficacy, Mathematical Thinking, Primary School Mathematics Teacher Candidate

INTRODUCTION

One of the fundamental goals of education is to raise individuals who meet the needs of the 21st century and are aware of the quantitative and qualitative changes in the world, and the first step towards equipping individuals with 21st-century competencies should be taken in the school environment. According to the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2006), mathematics education aims to emphasize the role of mathematics in real-life contexts and foster critical and profound thinking skills in students. The goal is to equip the students with the mathematical knowledge and skills necessary to interpret the phenomena encountered in daily life and solve related problems. For the student to possess these competencies and use them effectively, they need to have mathematical literacy (Steen et al., 2007).

A mathematically literate person is expected to understand and define the role of mathematics in real-life situations, as per OECD (1999; 2003; 2006; 2009), make decisions based on mathematical knowledge using constructive, relational, and reflective approaches when needed, and make this a way of life. Additionally, they are expected to approach the problems encountered in daily life using mathematical thinking processes. It is crucial for teachers to primarily possess mathematical literacy skills to impart and develop mathematical literacy skills in individuals (Altıntaş et al., 2012).

Mathematical Literacy

Bhola (1994) emphasizes that all readings express a form of literacy. In other words, it refers to the ability to make sense of information and interpret it from various perspectives along with the reading process. Therefore, it indicates the development of different types of literacy, such as digital literacy, statistics, finance, and computer literacy, which are included in 21st-century skills. The focus of this study is on mathematical literacy, which is a necessity for these types of literacy.

In the academic literature, mathematical literacy is defined using different expressions. Hoyles et al. (2010) consider a person who has received mathematics education to be mathematically literate. Mathematics is considered a science composed of abstract processes, while mathematical literacy is based on the development of skills about everyday life experiences (Sidiropoulos, 2008). A mathematically literate individual should possess mathematical knowledge as a tool to make sense of the world and address the problems they encounter. Familiarity with the language of mathematics enhances communication and equips individuals with fundamental skills and concepts (Cooper, 2000). It is emphasized that the ability to express oneself, along with written and verbal communication skills, is vital for mathematical literacy. In this context, one of the main objectives of mathematics education is to cultivate mathematically literate individuals.

Establishing mathematical relationships is an important factor for mathematical literacy. Woodbury (1998) states that in this context, a mathematically literate individual can make connections with real-life situations, thereby understanding and relating to mathematics. Therefore, although mathematical literacy cannot be defined by a single expression, common components can be observed. These components include mathematical self-efficacy and attitude, the application of mathematical modeling to real-life situations, developing new methods for problem-solving, being able to relate mathematics within itself and in interdisciplinary contexts, expressing mathematical or everyday life problems, and communicating using the language of mathematics. In the process of communication, a mathematically literate individual must be able to express thoughts, words, and symbols and be understandable in the language of mathematics. The fact that mathematics is a universal language that progresses with defined terms is a defining characteristic that makes it understandable to everyone.

One of the competencies that need to be developed in the 21st century is mathematical literacy (Drew, 2012). To develop mathematical literacy, the first priority should be to introduce different representations in mathematical terminology and, after achieving proficiency, focus on teaching the language details. In this development process, challenges arising from the nature of mathematics are encountered. For students, the aspect of mathematics that requires abstract thinking is a challenging transition process. Students struggle to interpret the verbal expressions of problems and to transition between representations, finding it difficult to determine the steps they need to follow in the solution process. Despite these challenges, teaching fundamental mathematical concepts through understanding and developing mathematical skills enhances mathematical achievement and supports mathematical literacy. Therefore, good mathematics teaching is a crucial key point for mathematical literacy.

The Programme for International Student Assessment (PISA) assesses the students' literacy levels in their native language, science, and mathematics. PISA, conducted with 15-year-old students literacy levels worldwide, measures students' knowledge levels and competencies within the framework of mathematical literacy and enables the comparison of results both nationally and internationally. To evaluate the current state of the education system and implement more effective mathematics teaching, PISA studies have become a reference point (Altun et al., 2022). PISA defines mathematical literacy as "the capacity of an individual to understand and recognize the role of mathematics in the world around them using mathematical thinking and decision-making processes to solve problems they will encounter today and in the future as a thinking, critical, and productive citizen" (OECD, 2006).

Mathematical Thinking

Mathematical thinking enables people to understand the problems they encounter in daily life in a purposeful, systematic, accurate, precise, and practical manner (Sevgen, 2002). The development of individuals' mathematical perspectives and their ability to make mathematical interpretations fosters the growth of their mathematical thinking. The mental tools used to carry out the processes of abstraction and mathematization are expressed as symbolic representation, abstraction, and symbolic operations. The key elements of mathematical thinking are the use of mental structures, the knowledge present in the mind, problem-solving strategies, participation in mathematical activities, and the mathematical perspective (Schoenfeld, 1992). According to this way of thinking, which requires higher-level skills, Mason, Burton, and Stacey (1985) mention five assumptions:

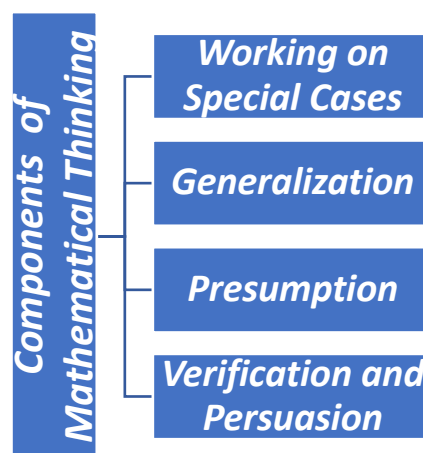
1. Every person has the ability to think mathematically.
2. Mathematical thinking can be developed by practicing various problems.
3. Mathematical thinking can be elicited through unexpected events and contrasts.
4. Deep thinking and questioning support mathematical thinking.
5. Mathematical thinking allows a person to understand the world and themselves better.

According to Stacey (2006), mathematical thinking is a natural tool in the problem-solving process of daily life and is one of the most important goals of education because it is a significant necessity in mathematics teaching.

Thinking is a tool for humans to better understand their environment and keep the events around them under control (Burton, 1984). In this context, mathematical thinking is a tool that enables an individual to systematize and process the knowledge they acquire to understand and control the world they live in (Gattegno, 1978, cited in Burton). Although mathematical problems inherently require mathematical thinking, mathematical thinking is not only used on specific mathematical objects but also in solving problems encountered in any field (Argyle, 2012). According to Burton, the processes of mathematical thinking consist of four components: working on specific cases, generalization, hypothesizing, and convincing. These components are presented in Figure 1.

Figure 1

Components of Mathematical Thinking



Working on Special Cases

When individuals encounter a problem, they often make sense of it by analyzing specific examples. Studying specific cases is a process that facilitates the in-depth examination of the issue, helps understand what it is really about, and enables it to be resolved by making more conscious predictions. In the process of working on special cases, systematic, random, and skillful selections are made, and each selection is useful for specific purposes (Mason et al., 2010).

Generalization

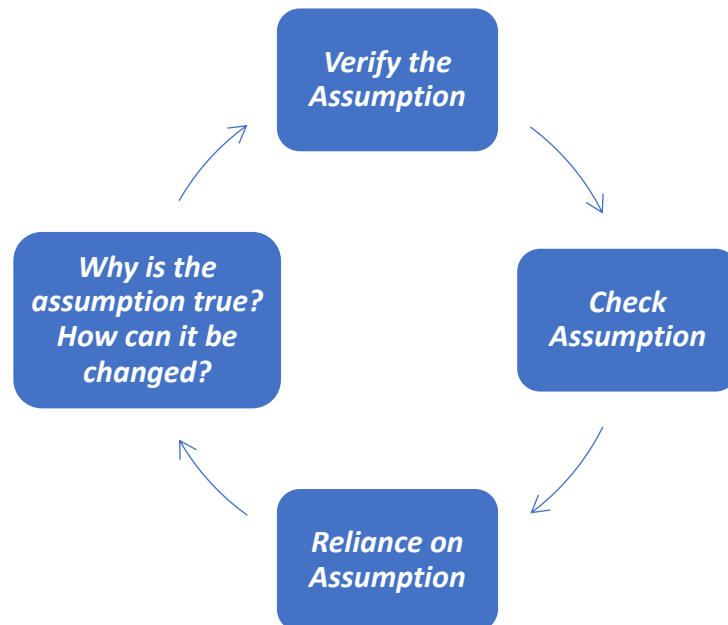
Identifying patterns and relationships and making predictions about broader sets that include examples is a process of "generalization." To reach a generalization, specific cases are studied; the necessary evidence is collected and compiled. When the reached generalizations are expressed in written or verbal form, they begin to turn into a hypothesis. Generalization leads to questions at a more advanced level. It encourages forming a hypothesis with the question, "What is the likely correct answer?" supporting it with the question, "Why is it correct?" and reaching a more general form with the question, "Where is it correct, and is there a different form of the question where it is valid?" (Mason et al., 2010).

Presumption

The process of predicting or sensing the likelihood of something being true and examining the accuracy of that prediction is called making an assumption. Making assumptions naturally arises spontaneously when conducting studies on specific situations and applying generalization processes (Mason et al., 2010). The hypothesis testing cycle is shown in Figure 2.

Figure 2

Assumption Cycle



A hypothesis emerges during the research process is either incorrect or convincingly correct. If it is incorrect, a cyclical process is undertaken to correct or modify it through further research. In other words, if the findings support the hypothesis, the next step is taken, and the reason for the hypothesis's validity should be considered. Otherwise, the cyclical process continues, and new assumptions need to be formed (Çelik, 2016).

Verification and Persuasion

The process of supporting assumptions develops in three stages: convincing oneself, convincing a friend, and convincing an enemy. In the stage of self-persuasion, an individual can express the reasons why certain things are true. The stage of persuading a friend, they clearly and consistently present what they believe to be true with evidence. In the stage of persuading an enemy involves the process of convincing someone who criticizes their ideas with skepticism, and strong evidence must be presented against potential criticisms from the other side (Mason et al., 2010).

The Relationship between Perceived Self-efficacy in Mathematical Literacy and Mathematical Thinking

Definitions of mathematical literacy share a common ground; it is defined as the possession of necessary competencies and higher-order thinking skills related to mathematics and the process of applying these skills (Kramarski & Mizrachi, 2004; Meaney, 2007). Mathematical literacy competence encompasses aspects of mathematical thinking such as reasoning, making connections, modeling, and understanding mathematical concepts (NCCA, 2012). It shows that to be mathematically literate, one must possess mathematical thinking skills. The foundation of mathematical literacy can be established by realizing mathematical thinking, which includes skills such as reasoning, problem-solving, and higher-order thinking (Berlin & White, 1992).

Rizki and Priatna (2019) identified through the analysis of international publications that the fundamental competencies of mathematical literacy are symbols, representations, mathematical thinking, modeling, communication, problem posing and solving, reasoning, technology, and tools. In this context, it is observed that mathematical literacy includes mathematical thinking and its sub-skills within its core competencies, and therefore, the two subjects are seen to be mutually supportive.

Mathematical thinking is related to the mathematical process and can be developed (Mason et al., 1985). This development process can be achieved by facing problems and thinking deeply about problem solutions, and making sense of information in connection with experiences. To develop students' mathematical thinking, teachers should ensure that students deepen and express their thoughts, and support their conceptual understanding (Olkun & Toluk, 2007). On the other hand, to develop a student's mathematical thinking, it is essential to first train teachers with high-level mathematical thinking skills. It is essential for teacher candidates to develop the ability to effectively understand and apply mathematical thinking processes alongside their subject knowledge, as this will serve as a model for students in classroom practices. In the same vein, there is a need for mathematically literate teachers for mathematically literate students, and mathematics teachers should conduct their teaching with this awareness in their classrooms. Therefore, it is expected that prospective mathematics teachers have a good level of mathematical literacy.

When searching the Google Scholar, Dergi Park, and YÖK Thesis databases, studies related to mathematical thinking (Alkan & Güzel, 2005; Alkan & Taşdan, 2011; Arslan & İlkörücü, 2017; Cihangir, 2020; Düzgün & İpek, 2023; Ersoy & Güner, 2014; Güç et al., 2021; Tüzün & Cihangir, 2020) and studies on mathematical literacy and self-efficacy perception (Altıntaş et al., 2012; Aydın et al., 2020; Bilgeç, 2022; Güneş & Gökçek, 2013; Kabael & Barak, 2016; Konukoğlu et al., 2019; Özgen & Kutluca, 2013; Özgen, 2015; Özgen et al., 2018; Yenilmez & Ata, 2013; Zehir & Zehir, 2016) were found, but no study addressing the relationship between the two has been conducted. However, mathematical literacy encompasses mathematical thinking and its sub-skills within basic competencies; therefore, it is believed that mathematical thinking and mathematical literacy are two interrelated concepts.

Self-efficacy, belief, and perception are important factors in determining mathematical literacy skills. Individuals with developed mathematical literacy also have high perceptions. Mathematics teachers' beliefs have a decisive impact on students' mathematical achievements. Philipp (2007) states that teachers' beliefs and emotions shape their teaching styles, and consequently, students' learning experiences. In this context, teachers' self-efficacy beliefs play an important role in developing mathematical thinking and pedagogical

skills (Schoenfeld, 2016). In this context, developing awareness of mathematical literacy and self-efficacy levels among teacher candidates and elevating these competencies to a conscious level will significantly contribute to the development of students' mathematical literacy skills when they step into the teaching profession (Özgen & Bindak, 2008). Self-efficacy is an individual's belief in their ability to successfully perform a specific task (Pajares & Miller, 1994). These beliefs serve as a significant source of motivation for students in the process of solving mathematical problems (Schunk, 2003). Bandura (1997) discussed the critical role of self-efficacy in individuals' success in detail, comprehensively addressing the impact of these beliefs in education. In education, it is emphasized that teachers should have high perceptions of literacy and self-efficacy (Aydın et al., 2020). For an individual to develop any skill, they must first possess a self-efficacy belief related to that skill. In other words, an individual who can acquire mathematical literacy must first have a belief in their self-efficacy regarding mathematical literacy.

This study is considered significant as it clarifies the current situation by examining the mathematical thinking skills and mathematical literacy of prospective mathematics teachers, and by determining the relationship between the two, it reveals the skills and competencies that teacher candidates need to develop. In this context, this research aims to examine the relationship between the mathematical thinking of primary school mathematics teacher candidates and their perceptions of mathematics literacy self-efficacy. It is aimed to separately examine and draw conclusions about the level of mathematical literacy self-efficacy perceptions and the level of mathematical thinking skills of prospective primary school mathematics teachers. In line with this purpose, the following research questions have been formulated:

1. What is the level of perceived self-efficacy in mathematical literacy among prospective primary school mathematics teachers?
2. At what level is the mathematical thinking of prospective primary school mathematics teachers?
3. How is the relationship between primary school mathematics teacher candidates' perceptions of mathematical literacy self-efficacy and their mathematical thinking skills?

METHOD

Research Design

In this study, a relational screening model, one of the quantitative research methods, was adopted to explore the relationship between the mathematical thinking of prospective primary school mathematics teachers and their perceptions of mathematical literacy self-efficacy. In the relational screening design, the common change between variables is examined, and if it exists, the direction and nature of this change are investigated (Karasar, 2011). Studies that examine the relationship are also referred to as correlational research (Creswell, 2017).

Working Group

The study population of this research consisted of first-year primary school mathematics teacher candidates studying in the 2023-2024 academic year in Istanbul, Türkiye. In this study, it is important that the prospective primary school mathematics teachers in the study population were first-year students, as the research aims to examine the state of their education before it has yet influenced their mathematical thinking and literacy. Since it was not possible to determine the random sampling method in the selection of the study group, the convenient sampling method was used. The convenience sampling method is a sampling method where the accessibility of the study group is materially more suitable (Creswell, 2017). Although it was not possible to select the random sampling method for the selection of the study group, it was considered that the universities where the research would be conducted should be state universities and that the demographic characteristics of the students studying at the university should be able to represent the study population. The sample size is important for the study to achieve a statistically significant generalization. To determine the sample size, the number of the study population was first identified. From the YÖK database, it was observed that the number of first-year primary school mathematics teacher candidates in the Istanbul study population was approximately 600. In this context, the sample size was approximately 120 according to the

population size as specified by Büyüköztürk et al. (2021). Creswell (2017) deemed a sample size of 30 appropriate for correlational research. Therefore, data collection was aimed at approximately 120 primary school mathematics teacher candidates, but only 95 teacher candidates were reached. This study group consisted of first-year primary school mathematics teacher candidates studying at three state universities in Istanbul in the 2023-2024 academic year, due to their demographic characteristics and accessibility. The study group comprised 17 male and 78 female teacher candidates; thus, a data group emerged where female teacher candidates were more prevalent according to their gender. When examining the higher education program atlas, it was observed that the enrollment rate of girls in this department was higher than that of boys. In this context, the gender characteristics of the group from which data were collected also reflect the characteristics of teacher candidates in Türkiye.

Data Collection Tools

The research data were obtained using the "Mathematics Literacy Self-efficacy Scale" prepared by Özgen and Bindak (2008) and the "Mathematical Thinking Scale" developed by Ersoy (2013) for mathematics teacher candidates. Permission to use the scales was obtained from the authors. A personal information form containing the university the teacher candidates were attending, gender distribution, the province where their family resides, and the high school they graduated from was created by the researcher.

Personal Information Form

The "Personal Information Form" prepared by the responsible researcher was used to gather information on the demographic characteristics of prospective primary school mathematics teachers. In the personal information form, the gender of the primary school mathematics teacher candidates, the place where their family lives, and the type of high school they graduated from were asked.

Mathematics Literacy Self-efficacy Scale

The Mathematics Literacy Self-efficacy Scale is a five-point Likert-type scale designed to measure self-efficacy beliefs related to mathematics literacy. It consists of 25 items, four of which are negatively worded. The options for the items on the scale are arranged from "strongly agree" to "strongly disagree." The highest score that can be obtained from this scale is 125, and the lowest score is 25. A relatively high score obtained from the scale indicates a relatively high level of self-efficacy in mathematical literacy. Scores are grouped as low level in the range of 25 - 58.3, medium level in the range of 58.4 - 91.7, and high level in the range of 91.8 – 125. As a result of the factor analysis, it was found that the first factor loadings of the items were sufficiently high, and the variance explained by the single factor was 42.85%. In the reliability analysis, it was observed that the item-total score correlations of the scale ranged between 0.48 and 0.75, and the Cronbach's alpha reliability coefficient was 0.94.

Mathematical Thinking Scale

The Mathematical Thinking Scale is a five-point Likert-type scale consisting of 25 items, five of which are negative, designed to measure the mathematical thinking levels of teacher candidates. The options for these items are "1: I completely disagree, 2: I disagree, 3: I am undecided, 4: I somewhat agree, 5: I completely agree." The negative items in the scale have been reverse-coded. The highest score that can be obtained from the scale is 125, and the lowest score is 25. A relatively high score obtained from the scale indicates a relatively high level of mathematical thinking. As a result of the factor analysis, a structure with 4 sub-factors and an eigenvalue greater than 1 has been formed. In the reliability analysis, the Cronbach's alpha coefficient was calculated as 0.78. This result indicates that the developed scale is reliable. The MDÖ consists of sub-dimensions of higher-order thinking tendency, reasoning, mathematical thinking ability, and problem-solving.

Data Collection

This study was conducted at three different state universities in Istanbul. Before the data collection, ethical approval was obtained from the Research and Publication Ethics Committee of the Institute of Educational Sciences at Marmara University on 02.04.2024, with the ethics committee reference number 04-47. The data were collected from the participants in accordance with the principle of voluntariness, using a voluntary consent form. It took approximately 20 minutes for the teacher candidates participating in the study to fill out the personal information form and scales. The data were collected from 95 teacher candidates who voluntarily participated. It is assumed that all teacher candidates provided their data accurately, and all collected data were used in the analysis.

Data Analysis

Statistical analysis was performed to evaluate the candidates' levels of perceived mathematical thinking and mathematical literacy self-efficacy. The highest scores that candidates could achieve on the mathematical thinking scale and the mathematical literacy self-efficacy scale were divided into equal units as required by the scales and scored and interpreted accordingly. Scores at the boundary level were evaluated in the next higher group. To calculate the correlation, the Kolmogorov-Smirnov test was first used to confirm the normal distribution of the data to determine whether they were normally distributed. It was observed that the data were normally distributed as a result of the test. Since the data were normally distributed, it was analyzed using the Pearson correlation coefficient.

FINDINGS

The first finding of the research consisted of the descriptive statistics of the Mathematics Literacy Self-efficacy Scale of teacher candidates. The findings related to descriptive statistics are presented in Table 1.

Table 1

Descriptive Statistics Results of the Mathematics Literacy Self-efficacy Scale for Mathematics Teacher Candidates

	N	X	Ss	Max.	Min.
Mathematical Literacy Self-efficacy	95	91,48	12,16	122	65

According to the results of descriptive statistics, the average score of mathematical literacy self-efficacy for prospective primary school mathematics teachers was 91.48. Mathematics literacy self-efficacy is categorized as low (25 - 58.3), medium (58.4 - 91.7), and high (91.8 - 125). Thus, prospective primary school mathematics teachers generally exhibit a moderate level of belief in their mathematical literacy self-efficacy. Descriptive statistics related to frequencies are provided in Table 1.

Table 2

Descriptive Statistics of Mathematics Teacher Candidates' Levels of Mathematical Literacy Self-efficacy

Groupings	f	%
25-58,3 (low)	0	%0
58,4-91,7 (medium)	52	%54,73
91,8-125 (high)	43	%45,27
Total	95	%100

When examining the mathematics literacy self-efficacy levels of primary school mathematics teacher candidates, it was found that they were mostly at the intermediate level (54.73%), followed by the high level (45.27%), and no results were found at the low level. Consequently, the descriptive statistics suggest that primary school mathematics teacher candidates generally demonstrate a medium level of mathematical literacy self-efficacy.

The second finding of the research consisted of the descriptive statistics of the data related to the Mathematical Thinking Scale and its sub-dimensions of the teacher candidates. The findings related to descriptive statistics are presented in Table 3.

Table 3

Descriptive Statistics Results on the Mathematical Thinking and Sub-dimensions of Mathematics Teacher Candidates

Scale and Subdimensions	N	K	X	X/k	Level	Ss	Max.	Min.
Problem Solving Sub-dimension	95	7	25,49	3,64	Medium	3,21	35	19
Reasoning Sub-dimension	95	4	16,45	4,11	High	1,97	20	12
Higher Order Thinking Tendency Sub-dimension	95	6	24,30	4,05	High	3,34	30	13
Mathematical Thinking Skill Sub-dimension	95	8	31,01	3,87	High	3,22	38	24
Total Mathematical Thinking Scale	95	25	97,26	3,89	High	8,87	118	73

According to Table 3, the mathematical thinking of prospective primary school mathematics teachers ($X/k = 3.89$) is at a high level; among the sub-dimensions, the tendency for higher-order thinking ($X/k = 4.05$), reasoning ($X/k = 4.11$), and mathematical thinking skills ($X/k = 3.87$) are at a high level; problem-solving ($X/k = 3.64$) is at a medium level.

The third finding of this research consisted of analyzing of the relationship between the mathematics literacy self-efficacy levels of prospective primary school mathematics teachers and their mathematical thinking. For this finding, the data were first analyzed using the Kolmogorov-Smirnov test to determine

whether they were normally distributed. As a result of the test, it was observed that the data were normally distributed. Since the data were normally distributed, it was analyzed using the Pearson correlation coefficient. The findings related to the correlation analysis are presented in Table 4.

Table 4

Correlation Analysis of the Relationship between Levels of Mathematical Literacy Self-efficacy and Mathematical Thinking

		Mathematics Literacy Self- efficacy Level	Mathematics Thinking Scale Total Score	Mathematical Thinking Subscale Score	Reasoning Subscale Score	Higher Order Thinking Subscale Score	Problem solving Subscale Score
Mathematics Literacy Self- efficacy Level	1		0,392**	0,208*	0,254*	0,419**	0,283**
Mathematics Thinking Scale Total Score	-	-		0,739**	0,660**	0,857**	0,723**
Mathematical Thinking Subscale Score	-	-	-		0,269**	0,516**	0,337**
Reasoning Subscale Score	-	-	-	-		0,595**	0,318**
Higher Order Thinking Subscale Score	-	-	-	-	-		0,444**
Problem solving Subscale Score	-	-	-	-	-	-	-

n=95, ** p < 0,01 *p<0,05

As shown in Table 4, it was observed that there was a statistically positive, moderate, and significant relationship ($r=0.39$) between the mathematics literacy self-efficacy levels and mathematical thinking of prospective primary school mathematics teachers.

CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

The findings revealed that the teacher candidates' literacy self-efficacy levels were generally at a medium level but quite close to a high level. Given that mathematical literacy entails skills such as explaining phenomena through mathematical concepts and methods and interpreting results, mathematics teacher candidates are expected to master these competencies. Mathematically literate individuals develop confidence in their mathematical literacy self-efficacy. Thus, the moderate level of self-efficacy belief observed among teacher candidates aligns with this expectation. Tekin and Tekin (2004) and Özgen (2015) found that mathematics teacher candidates had moderate levels of mathematical literacy self-efficacy beliefs, which aligns with the results of this study. Zehir and Zehir (2016) reported higher self-efficacy perceptions in mathematical literacy among fourth-year teacher candidates. The moderate self-efficacy scores observed among teacher candidates, despite nearing a high level, may stem from the sample comprising solely first-year teacher candidates, considering research questions and research design.

It has been observed that many prospective mathematics teachers possess a medium to high level of self-efficacy perception. The absence of teacher candidates with low levels of self-efficacy may be because the candidates are from the mathematics department and the sample consists of students from certain prestigious universities in Istanbul. In Özgen's (2015) study with primary school mathematics teacher candidates, it was observed that most of the candidates had a high level of self-efficacy belief, while the remaining portion had a moderate level. The absence of findings related to a low level aligns with this study and indicates that the mathematical literacy of prospective mathematics teachers has reached a certain level. The higher number of teacher candidates with high levels in Özgen's study may be due to the studies being conducted in different years, the varying educational conditions, and the differences in the class levels of the sample group.

When examining the mathematical thinking of prospective primary school mathematics teachers, it is observed that it is at a high level. This research finding is parallel to the study by Yorulmaz et al. (2017). It is observed that problem-solving skills, which fall under the sub-dimension of mathematical thinking, is at a medium level, while reasoning, higher-order thinking, and mathematical thinking skills are at a high level. Looking at the literature, it is considered important for individuals to use mathematics in their daily lives, develop different perspectives, and possess mathematical thinking skills for the problem-solving process. In other words, if it is considered that the problem-solving process requires skills and certain competencies that fall under the sub-dimensions of mathematical thinking, it is expected that the sub-skill of problem-solving is at a medium level, while reasoning, higher-order thinking, and mathematical thinking skills are at a high level. In the study conducted by Alkan and Güzel (2005), the mathematical thinking levels of prospective mathematics teachers were low, which does not align with the results of this study. In this context, it can be said that there has been an improvement in mathematical thinking in the education received by teacher candidates since the year the study was conducted. Another reason for the discrepancy in the results could be the measurement tool used.

When examining the relationship between primary school mathematics teacher candidates' perceptions of mathematical literacy self-efficacy and their mathematical thinking skills, it was observed that there is a moderate positive correlation between the two variables. Looking at the literature, Rizki and Priatna (2019) state that mathematical literacy includes skills such as mathematical thinking, reasoning, problem formulation, and problem-solving within its fundamental components, as analyzed from international publications. This situation indicates that an individual must possess mathematical thinking skills to be mathematically literate, supporting the final finding of this research. In conclusion, mathematical thinking and mathematical literacy are two interrelated and influencing variables.

In line with the findings of this study, more intensive practical and hands-on training can be offered to teacher candidates to elevate their levels of mathematical literacy self-efficacy. Especially additional training in problem-solving skills and reasoning can elevate the candidates' abilities in these areas to a higher level. To develop the mathematical thinking skills of teacher candidates, more mathematical thinking-themed

activities and course contents can be added to the training programs. Such practices will enable candidates to focus not only on theoretical knowledge but also on practical thinking skills.

The findings of the research indicate that there is a moderate positive relationship between the perceptions of self-efficacy in mathematical literacy and mathematical thinking skills of prospective primary school mathematics teachers. This situation reveals that possessing mathematical thinking skills also supports mathematical literacy. Given the relationship between perceptions of mathematical literacy self-efficacy and mathematical thinking skills, educational programs can be developed to enhance the interaction between these two areas. Teachers can benefit more from the interaction between mathematical literacy and mathematical thinking in mathematics teaching. Especially, adding more application-based and real-life context activities to the curricula, emphasizing project-based learning, interdisciplinary studies, and modeling activities could be beneficial (Özgen, 2015; Yorulmaz et al., 2017).

In further research, larger samples with the participation of teacher candidates from different grade levels can be used. This will allow for the examination of how mathematical literacy and mathematical thinking skills develop in individuals with more diverse educational backgrounds. Long-term studies can be conducted to examine how perceptions of mathematical literacy self-efficacy and mathematical thinking change over time. According to Brown and Baird (1993), the education received by candidates who will become teachers in the future is of considerable importance in terms of applying mathematical perspectives and teaching methods. The impact of teacher candidates' levels of mathematical literacy and mathematical thinking skills on students' achievements can be examined. The reflection of mathematical literacy skills and mathematical thinking of teacher candidates on their students and the impact on students' mathematical achievements can be investigated.

REFERENCES

- Alkan, H. & Güzel, E. B. (2005). Development of mathematical thinking in pre-service teachers. *Journal of Gazi Faculty of Education*, 25(3), 221-236.
- Alkan, H., & Taşdan, B. T. (2011). Mathematical thinking from the perspective of pre-service mathematics teachers at different grade levels. *Journal of Inonu University Faculty of Education*, 12(2), 107-137.
- Altıntaş, E., Özdemir, A. Ş., & Kerpiç, A. (2012). Comparison of pre-service teachers' mathematical literacy self-efficacy perceptions according to departments. *Trakya University Journal of Faculty of Education*, 2(2), 26-34.
- Altun, M., Ülger, T. K., Bozkurt, I., Akkaya, R., Arslan, Ç., Demir, F., & Özaydın, Z. (2022). Integrating mathematical literacy with school mathematics. *Journal of Uludag University Faculty of Education*, 35(1), 126-149. <https://doi.org/10.19171/uefad.1035381>
- Argyle, S. F. (2012). *Mathematical thinking: From cacophony to consensus*. Kent State University.
- Arslan, Ç., & İlkörücü, Ş. (2017). Mathematical thinking levels of elementary mathematics and science teacher candidates. *Erzincan University Journal of Faculty of Education*, 20(1), 156-166. <https://doi.org/10.17556/erziefd.310384>
- Aydın, B., Çulha, Ş., & Yeşilgöz-Şengün, G. Y. (2020). Investigation of mathematics teacher candidates' mathematical literacy self-efficacy in terms of various variables. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 9(3), 860-874. <https://doi.org/10.30703/cije.656316>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.
- Berlin, D. & White, A. (1992). Report from the NSF/SSMA Wingspread Conference: A network integretad science and mathematics teaching and learning. *School Science and Mathematics*, 92(6), 340-342.
- Bhola, H. S. (1994). *A source book for literacy work: perspective from the grassroots*. Jessica Kingsley Publishers.
- Bilgeç, İ. (2022). *Mathematics education experts' and teachers' views on the concept of mathematical literacy* [Doctoral dissertation, Marmara University]. YÖK Thesis Center.
- Brown, C. A & Baird, J. (1993). *Inside the teacher: Knowledge, beliefs, and attitudes in Research ideas in the classroom High school mathematics*. Macmillan.
- Burton, L. (1984). Mathematical thinking: The struggle for meaning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(1), 35-49.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2021). *Scientific research methods* (30th edition). Pegem Academy Publications.
- Cooper, J. D. (2000). *Literacy: Helping children construct meaning*. Houghton Mifflin Co., 181 Ballardville St., Wilmington, MA 01887.
- Creswell, J. W. (2017). *Educational research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research* (H. Ekşi, Translator). EDAM Publishing.
- Çelik, D. (2016). Mathematical thinking. E. Bingölbalı, S. Arslan, İ. Ö. Zembat (Ed.), *Theories in mathematics education* (s. 17-42). Pegem Academy Publications.

- Drew, S. V. (2012). Open up the ceiling on the common core state standards: preparing students for 21st-century literacy-now. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 56(4), 321-330.
- Düzgün, C., İpek, A. S. (2023). Investigation of eighth grade students' mathematical thinking processes about exponential expressions. *Manas Journal Of Social Studies*, 12(4), 1249 - 1269.
- Ersoy, E. & Başer, N. E. (2013). Development of mathematical thinking scale. *Kastamonu Education Journal*. 21(4), 1471-1486.
- Ersoy, E., & Pınar, G. (2014). Mathematics teaching and mathematical thinking. *Journal of Education and Training Research*, 3(2), 102-112.
- Güç, F. A., Aygün, Y. İ., Orba, K. (2021). Comparison of mathematical thinking processes of gifted and non-gifted students. *Journal of National Education*, 50(229), 337 - 362.
- Güneş, G., & Gökçek, T. (2013). Determination of pre-service teachers' mathematical literacy levels. *Journal of Dicle University Ziya Gökalp Faculty of Education*, 20, 70-79.
- Hoyles, C., Noss, R., Kent, P., & Bakker, A. (2010). *Improving mathematics at work: The need for techno-mathematical literacies*. Routledge.
- Kabael, T., & Barak, B. (2016). Examining the mathematical literacy skills of prospective secondary school mathematics teachers through PISA questions. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(2), 321-349.
- Karasar, N. (2011). *Scientific research methods*. Nobel Publications.
- Konukoğlu, L., Ağaç, G. & Özmantar, F. M. (2019). Examining the primary school mathematics curricula in the Republican period from the perspective of mathematical literacy. *Western Anatolian Journal of Educational Sciences*, 10(2), 79 - 99.
- Kramarski, B., & Mizrachi, N. (2004). Enhancing mathematical literacy with the use of metacognitive guidance in forum discussion. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 169-176.
- Mason J., Burton L. & Stacey K. (1985). *Thinking Mathematically*. Bristol, Addison Wesley Publishing Company.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2010). *Thinking Mathematically*. Secon Edition. Pearson Education Limited.
- Meaney, T. (2007). Weighing up the influence of context on judgements of mathematical literacy. *Int J Of Sci And Math Educ* 5, 681-704 (2007).
- NCCA. (2012). *Project maths: Responding to current debate*. National Council For Curriculum And Assessment.
- OECD. (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. Paris: OECD.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem-solving knowledge and skills*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publishing.

- OECD. (2009). *PISA 2009 assessment framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. Paris: OECD Publishing.
- Olkun, S. & Toluk, Z. (2007). *Activity-based mathematics teaching in primary education*. Maya Academy Publishing Distribution.
- Özgen, K., & Bindak, R. (2008). Development of mathematical literacy self-efficacy scale. *Kastamonu Education Journal*, 16(2), 517-528.
- Özgen, K. (2015). Pre-service elementary mathematics teachers' self-efficacy beliefs towards mathematical literacy. *Electronic Journal of Educational Sciences*, 4(7). 1-12.
- Özgen, K., Özer, Y., & Arslan, E. (2018). Examining teachers' mathematical literacy and problem posing self-efficacy beliefs. *Journal of Ahi Evran University Kırşehir Faculty of Education*, 20(1), 1–21. <https://doi.org/10.29299/kefad.2018.20.01.002>
- Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). The role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem-solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193–203. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.2.193>
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 257–315). Information Age Publishing.
- Rizki, L. M., & Priatna, N. (2019, February). Mathematical literacy as the 21st century skill. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1157, No. 4, p. 042088). IOP Publishing.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics (Reprint). *Journal of Education*, 196(2), 1-38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Schunk, D. H. (2003). Self-efficacy and achievement behavior. *Educational Psychology Review*, 15(2), 173-184.
- Sevgen, B. (2002). *Structure and Development of Mathematical Thought*. V. National Science and Mathematics Education congress. Middle East Technical University: Ankara.
- Sidiropoulos, H. (2008). *The implementation of a mandatory mathematics curriculum in South Africa: The case of mathematical literacy* (Doctoral dissertation, University of Pretoria).
- Stacey, K. (2006). *What is mathematical thinking and why is it important. Progress report of the APEC project: collaborative studies on innovations for teaching 89 and learning mathematics in different cultures (II)*—Lesson study focusing on mathematical thinking.
- Steen, L. A., Turner, R., & Burkhardt, H. (2007). Developing mathematical literacy. In *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 285-294). Boston, MA: Springer US.
- Tekin, B. ve Tekin, S. (2004). *A study on mathematical literacy levels of pre-service mathematics teachers*, <http://www.matder.org.tr/Default.asp?id=85> retrieved on January 20, 2025.
- Tüzün, M. ve Cihangir, A. (2020). Examining the relationship between mathematical thinking stages and mathematics self-efficacy of middle school students, *Journal of Ahmet Kelesoglu Faculty of Education*, 2(2), 210- 228.

- Zehir, K., & Zehir, H. (2016). Investigation of pre-service elementary mathematics teachers' mathematical literacy self-efficacy belief levels in terms of various variables. *International Journal of Educational Science and Technology*, 2(2), 104–117.

Biyomimikri Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Cansel Hocaoglu¹ 
Eylem Bayır² 
Sertaç Arabacıoğlu^{3*} 

¹Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Edirne, Türkiye
cansel.hodzha@gmail.com

²Trakya Üniversitesi, Fen Bilgisi
Eğitimi Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye
eylembayir@trakya.edu.tr

³Trakya Üniversitesi, Fen Bilgisi
Eğitimi Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye
sertacarabacioglu@trakya.edu.tr

*Sorumlu Yazar

Geliş tarihi: 26.02.2025
Kabul tarihi: 17.04.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Doğa temelli çözümler ve biyomimikri düşüncesine dayanan tasarımlar, doğal ekosistemlerin korunması, iyileştirilmesi ve sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Biyomimikri düşüncesi, okul eğitiminde ve öğretim süreçlerinde giderek daha fazla yaygınlaşmaktadır. Ancak, tasarım problemleri için doğa temelli çözümler geliştirmede öğrencilerin veya acemi tasarımcıların sahip olduğu biyomimikri düşüncesini ne kadar kullanabilecekleri konusunda hala net bir görüş birliği yoktur. Bu nedenle bu araştırmanın temel amacı, ortaokul düzeyindeki öğrencilerin tasarım sürecinde doğa temelli çözümler ve biyomimikri farkındalığı ile tasarım problemlerine nasıl yaklaştıklarını ölçebilecek bir araç geliştirmektir. Açıklayıcı Faktör Analizleri için 300, Doğrulamalı Faktör Analizleri için 400 öğrenci olmak üzere toplamda 700 altıncı ve yedinci sınıf ortaokul öğrencisi ile yürütülen araştırmada, 19 maddenin yük verdiği “Doğadan İlham Alma” ve “Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması” olmak üzere iki boyutlu Biyomimikri Farkındalık Ölçeği geliştirilmiştir. Araştırma kapsamında ölçme aracının güvenirlik, geçerlik, iç tutarlılık gibi temel özellikleri değerlendirilmiştir. Geliştirilen ölçme aracının, çocukların veya acemi tasarımcıların doğa temelli çözümler üretme ve biyomimikri düşüncesine yönelik farkındalık düzeylerini daha net bir şekilde ortaya koyarak, alan yazınına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelime: Biyomimikri düşüncesi, farkındalık, ortaokul öğrencileri, ölçme aracı

GİRİŞ

Artan çevresel ve sosyal sorunlar karşısında çözüm arayışı giderek doğa ile uyumlu veya doğadan ilham alan çözümlere yönelmektedir. İklim değişikliği, enerji arzı ve artan kaynak kıtlığı gibi baskılara çözüm olarak doğa temelli ve yerelden ilham alan uygulamalar önem kazanmıştır. Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü [OECD] doğa temelli çözümleri sosyal, çevresel ve ekonomik risklere uyum sağlamak amacıyla ekosistem hizmetlerini sürdürebilen, iyileştirebilen veya eski haline getirebilen eylemler olarak tanımlamaktadır (OECD, 2020). Benzer şekilde, Birleşmiş Milletler Çevre Programı [UNEP] ekosistemi korumaya yönelik çabalarda biyolojik süreçlere dayalı, doğa temelli çözümlerin önemini vurgulamaktadır (UNEP, 2021). Dahası doğa temelli çözümler biyolojik çeşitliliğe sahip gelişmekte olan ülkeler için bir kalkınma stratejisi olarak kabul edilmekte ve ulusal sürdürülebilirlik politikalarının bir uygulama alanı olarak önerilmektedir (Lebdoui, 2022). Doğal ekosistemlerde uzun yıllar süren adaptasyon stratejileri, bugün insanlığa yardımcı olabilecek sayısız yenilikte değerli bir kaynak olarak görülmektedir. Bu veri tabanı, eğitimden bilimsel inovasyona birçok alanda çeşitli, zorlu, rekabet koşullarına dayanıklı ve sürdürülebilir çözümlere ilham kaynağı olmaktadır (Canbazoğlu Bilici vd., 2021; Stevens ve diğerleri, 2021; Ginsberg ve ark., 2013).

Eğitim perspektifinden bakıldığında Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü [UNESCO], öğrencileri insan ve doğa düalizmi hakkında sorgulamaya teşvik etmenin ve insanın doğal dünyanın ayrılmaz bir parçası olduğunu kabul etmenin eğitim aracılığı ile sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için bir araç olabileceğini belirtmektedir (UNESCO, 2017). Ancak bu araçları kullanmak, özellikle öğrenciler ve acemi tasarımcılar için sanıldığı kadar kolay değildir. Doğadan ilham alma ve doğayı taklit etmek için belirli bir bilişsel ve davranışsal kapasiteye sahip olmak ancak iyi eğitilmiş bir zihnin davranışı ile olabilmektedir. Tasarım problemlerinin üstesinden gelmek için gereken pratik deneyime ve uzmanlık seviyesine ulaşmak, çoğu kez acemi tasarımcılar için zorlayıcı birer görev olarak görülmektedir (Crismond ve Adams, 2012). Bu nedenle temelde bir hazır bulunuşluk durumunun tasarımcılarda olması hedeflenir. Böylece bir tasarım problemini tanımlama, probleme çerçeve oluşturma, problem hakkında literatür taraması, beyin fırtınası, analogik düşünme, kullanıcı değerlendirmeleri ve görüşleri alma, tersine mühendislik, simülasyon veya bilgisayarlı analizler gibi deneyim ve bilgi gerektiren görevler (Dym ve diğerleri, 2002) başarı ile

yürütülebilecektir. Doğadan ilham alma veya doğayı taklit etme çeşitli öğretim yaklaşımları ve program öğrenme çıktıları doğrultusunda kazandırılabilir (Sumrall ve diğerleri, 2018). Bunlar arasında STEM etkinlikleri (Gencer ve diğerleri, 2020), mühendislik tasarımları (Canbazoglu-Bilici ve diğerleri, 2022), tasarım ve sistem düşünceleri (Qureshi, 2022), organizmalardan esinlenen tasarım fikirleri (Coban ve Costu, 2021), biyoloji temelli analogiler (Stewens ve diğerleri, 2021) ve sürdürülebilirlik eğitimi (Mejio-Villa ve diğerleri, 2023) gibi öğrenme ve öğretme süreçleri yer alabilmektedir. Dolayısıyla gerçekleştirilen etkinlikler çevresel kaygılar, sürdürülebilirlik, yeşil dönüşüm gibi çeşitli bağlamlarda erken yaşlardan itibaren öğrencileri doğa temelli çözümler gerektiren karmaşık görevlere teşvik etmektedir (Coban ve Costu, 2021).

Bu kapsamda mevcut araştırmanın altında yatan motivasyon, bu tür tasarım problemleri için doğa temelli çözümler üretme konusunda çocukların veya acemi tasarımcıların ne düzeyde hazır bulundukları konusunda net bir anlayışa ulaşmaktır. Bu kapsamda araştırmanın önceliği bir tasarım problemine doğa temelli çözümler ve biyomimikri farkındalığı üzerinden nasıl yaklaştıklarını ölçebilecek bir araç geliştirmektir. Böylece, ortaokul düzeyindeki öğrencilerin tasarım sürecinde doğa temelli çözümler ve biyomimikri farkındalığı ile tasarım problemlerine yaklaşımlarını değerlendirmek amaçlanmıştır.

Doğayı Taklit Etmek İçin Biyomimikri Düşüncesi

Biyomimikri terimi, doğal süreçlerin ve işleyişlerinin analitik düşünme ile tasarım sürecinde nasıl bir araya getirilebileceğini anlamak için önemli bir kavram olarak ortaya atılmıştır. Biyomimikri terimi Yunanca "bio" (yaşam) ve "taklit" (taklit) kelimelerinden türetilmiştir. Genellikle doğanın yapılarının ve süreçlerinin taklit edilmesini ifade etmektedir (Alawad ve Mahgoup, 2014; Volstad ve Boks, 2012). Ancak kavramın günümüzdeki kullanımı basitçe doğadaki formları kopyalamanın ötesinde, bir mühendisin veya tasarımcının düşünme yaklaşımına evrilmiştir. Bu düşünce doğanın işleyiş felsefesinin daha derin bir anlayışını ve doğanın belirli zorluklara nasıl çözümler sunduğunu tasarım yoluyla taklit etmeyi içerir (Madkour ve diğerleri, 2023). Kavramın öncüsü olarak kabul edilen Janine Benyus "Biyomimikri: Doğadan İlham Alan İnovasyon" adlı kitabında biyomimikriyi, doğadan ilham alan yenilik olarak tanımlayarak günümüzdeki anlayışın oluşmasına önemli katkılar sunmuştur (Benyus, 1997). Günümüzde doğadan ilham alma (Benyus, 1997; Kennedy, 2004; Shimomura, 2010), doğayı taklit etme (Benyus, 1997; Volstad ve Boks, 2012; Fisch, 2017) organizmaların yapısına ve işlevine dayalı tasarım (Benyus, 1997; Zari, 2007; Baumeister, 2014) tanımlamaları ile biyomimikri tasarımcılar tarafından geniş kabul gören bir tasarım yaklaşımına dönüşmüştür.

Bu kavram neden yalnızca profesyonel tasarımcıların tasarım ilkelerini açıkladıkları ders kitaplarında yer almakla kalmadı, aynı zamanda okul öncesi dönemdeki çocukların bile edinmesi gereken bir anlayışa dönüştü? Bu dönüşümün iki temel nedeni olduğu söylenebilir. Birincisi, OECD'nin de vurguladığı gibi, artan sosyal, çevresel ve ekonomik risklere karşı uyum sağlayabilecek bireylerin erken yaşlardan itibaren yetiştirilmesidir. İkincisi ise STEM etkinlikleri, mühendislik tasarımı ve tasarım düşüncesi gibi pedagojik yaklaşımların ilkökul seviyesine kadar yayılmasıdır (Örn. Coban & Coştu, 2023; Canbazoglu-Bilici ve diğerleri, 2021). Konu biyomimikri olduğunda öğrencilerin ve acemi tasarımcıların doğadaki süreçleri, işleyişi ve organizmaları anlayarak bunları tasarım süreçlerine entegre edebilme konusunda bir yetkinliği erken yaşlardan itibaren kazanmaları söz konusudur. Bir diğer değişle öğrenciler biyomimikriyi temel alan problem çözme süreçlerine katılabilme konusunda bilgi, beceri ve tutum geliştirmektedirler. Hazır bulunuşluk olarak tanımlayabileceğimiz bu tür yetkinlikler biyoloji, ekoloji ve doğadaki yapıların temel işleyişine dair bilgi sahibi olma, doğal ekosistemlerin, işlevlerinin ve süreçlerinin nasıl çalıştığını anlama, doğada gözlem yeteneği geliştirme, doğaya karşı merak ve ilgi duyma, sürdürülebilir çözümler üretme motivasyonuna sahip olma gibi çok yönlü bir anlayışı içerebilmektedir.

Biyomimikri yalnızca bir tasarım ilkesi veya yaklaşımı değildir; aksine, biyomimikri düşüncesinin uygulama süreçleri için basit ve kullanışlı tasarım/öğrenme döngüleri tanımlanmıştır (Biyomimikri 3.8., 2015). Çocuklara ve acemi tasarımcılara sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler üretme konusunda rehberlik edebilecek bu tasarım çerçevesi tasarımın amacını ve işlevlerini tanımlama, doğadaki benzer çözümleri araştırma ve soyutlama, doğadan ilham alan fikirleri geliştirip, tasarım süreçlerine uygulama ve tasarımın biyolojik prensiplere uygunluğunu ölçme olmak üzere dört ana bileşenden oluşmaktadır. Biyomimikri tasarım sarmalı ile biyomimikri düşüncesinin doğrusal olmayan ve yinelemeli (iteratif) bir süreç olarak ele alındığı ve sarmal bir yapıda ilerlediği vurgulanmıştır (Biomimicry Toolbox, 2017). Tasarım sarmalı biyomimikrinin özünü canlılardan öğrenme ve elde edilen içgörülerini çözümler istenen sorunlara aktarma olarak tanımlar. Burada kritik bir konu, doğanın stratejilerini ezbere kopyalamaktan öte, taklit sürecinin keşif odaklı olmasıdır; doğadaki örneklerden ilham alarak bir "reçete" veya "plan" oluşturulmakta ve bu tasarımlara uyarlanmaktadır. Biyomimikri tasarımının özü hakkında iyi eğitilmiş bir zihin, taklit sürecini açık ve etkili bir şekilde anlayabilmekte, bunu uygulamaya dökme yeterliliklerine sahip olabilmektedir. Bir diğer değişle, profesyonel

tasarımcılar biyomimikri düşüncesini kullanarak etkili bir tasarım geliştirme konusunda hazır bulunuşluğa sahipken, acemi tasarımcılar henüz doğanın bu ilham verici yönünü çoğu kez örnekler üzerinden keşfetmeye çalışmaktadır.

Araştırmacılar, biyomimikri düşüncesi ile organizmaların biyolojik stratejileri ve işlevleri arasındaki ilişkiyi çocukların anlamaları ve tasarım süreçlerinde kullanmaları üzerine çok sayıda çalışmayı raporlamışlardır. Coban ve Coştu (2023), ilkokul öğrencilerinin biyomimikri düşüncesiyle organizmalardan ilham alarak kendi fikirlerini oluşturma süreçlerini inceledikleri araştırmalarında, öğrencilere organizmaların gözlemlenmesi ve yapı ile işlev arasındaki ilişkiyi anlamaları için farklı organizma türlerini içeren bir ön hazırlık eğitimi vermişlerdir. Ardından, biyomimikri kavramı birkaç örnek üzerinden tanıtılarak, öğrencilerin bir biyomimikri tasarımı ile etkileşimde bulunmaları sağlanmıştır. Bu şekilde, araştırmacılar aşamalı bir ön hazırlık ile öğrencilerin hazır bulunuşluklarını desteklemiş ve biyomimikri düşüncesini tasarım sürecine dahil etmişlerdir. Stevens ve diğerleri (2021), biyomimikri tasarım düşüncesi eğitiminde öğrencilerin daha sürdürülebilir çözümler üretebilmeleri için tasarım seviyelerini nasıl geliştirebileceklerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, öğrencilerin tasarımlarında işlev, form ve süreç benzerliklerini kolaylıkla kurabildiklerini, ancak bu unsurları sistematik olarak dikkate almadıkları takdirde tasarımlarının eksik kalacağını ve sürdürülebilir olmayacağını belirtmişlerdir. Bunun için, öğrencilerin doğadan edindikleri içgörülerini sistematik bir şekilde ele almaları ve düzenli olarak düşünmeleri gerektiğini vurgulamışlardır. Qureshi (2022) tarafından yapılan araştırma, öğrencilerin biyomimikri sürecine nasıl dahil olduklarını ve hangi tür tasarımlar ürettiklerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, biyomimikri öğretimi için önemli hazır bulunuşluk seviyeleri belirlenmiştir. Öğrenciler, biyomimikri sürecini genellikle iyi bir şekilde anlamışlar ve doğal bir örneğin yanı sıra, bir organizmanın davranışını da içerecek şekilde kavrayabilmişlerdir. Ayrıca, sorgulama temelli öğrenme yönteminin biyomimikri için etkili bir katılımcı öğretim aracı olduğu, öğrencilerin kendi keşiflerini yapmalarının önemli olduğu, çevresel okuryazarlık ile tasarım düşüncesi ve çözüm odaklı yaklaşımın birbirini desteklediği öne sürülmüştür. Zhu ve diğerleri (2024) tarafından gerçekleştirilen araştırma sonuçları ise şaşırtıcı bir şekilde, çocukların benzetim yoluyla tasarım yaparak geliştirdikleri fikirlerin mekansal düşünmeyi içerdiğini ortaya koymuştur. Bu sayede çocukların, doğadaki organizmaların mekansal özelliklerini yakından inceleyerek, bu mekansal formların belirli işlevlerini soyutlayabildiklerini ve bu form-işlev ilişkilerini dönüştürüp çeşitli tasarım fikirlerine uygulayabileceklerini göstermişlerdir. Araştırmacılar küçük yaşlarda çocukların, uygun destek sağlandığında, biyomimikri tasarımları geliştirebileceğini öne sürmektedirler. Diğer taraftan, Mejía-Villa ve diğerleri (2023) araştırmalarında, öğrencilerin doğa bilimleri, kaynakların mevcudiyeti veya teknoloji bilgisi olmadan bile biyomimikri kullanarak sürdürülebilir tasarımlar ortaya koyabileceklerini ifade etmektedirler. Araştırmacılar sürdürülebilirlik, biyomimikri, yaratıcılık ve yenilikçilik konularında önceden eğitim almış öğrencilerin, etkili tasarımlar ortaya koyma konusunda yüksek hazır bulunuşluğa sahip olduklarını raporlamışlardır. Özetlenen araştırmalardan da anlaşılacağı üzere, biyomimikri düşüncesini tasarım problemlerine aktarma süreci, beraberinde bir takım ön öğrenmeleri ve hazır bulunuşluğu gerektirdiği, sistemli bir düşünme biçimini içermektedir. Bu öğelerin bir kısmı, doğal ekosistemin işleyişi, organizmaların yapısı ve işlevleri, doğadan ilham alan biyolojik benzetimlerdir. Diğer bir kısmı ise, biyomimikri düşüncesini içselleştiren, biyomimikri tasarım ilkelerini, tasarım döngülerini ve biyomimikri tasarımının özünü yansıtan yaratıcı problem çözme adımlarını içerebilmektedir.

YÖNTEM

Mevcut araştırma, öğrencilerin biyomimikri farkındalığını tespit etmek ve biyomimikri düşüncesini kullanarak etkili tasarımlar üretebilmeleri için gereken hazır bulunuşluklarını değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada Biyomimikri Farkındalık Ölçeği'nin geçerlik ve güvenirlik sonuçlarının raporlanması ve elde edilen sonuçların tartışılması hedeflenmektedir. Ölçek geliştirilme sürecinde madde/soru havuzu oluşturma, oluşturulan madde havuzu için uzman görüşü alma, madde geliştirme, ölçek geliştirme ve değerlendirme aşamaları takip edilmiştir (DeVellis, 2003).

Ölçek Maddelerinin Geliştirilmesi

Ölçek maddelerinin geliştirilmesinde ölçülmeye çalışılan alanı belirlemek üzere, yazarlar ilk olarak biyomimikri kavramına yönelik araştırmaları incelemiş ve alan yazını okumuşlardır. Alan yazın iki ana başlıkta incelenmiştir. İlk olarak tasarım eğitimine odaklanan ve biyomimikri düşüncesini tasarım eğitiminin bir bileşeni olarak alan yazın değerlendirilmiştir (Örn. Apedoe ve diğerleri, 2008; Baumeister ve diğerleri, 2014; Crismond ve Adams, 2012; Dym ve diğerleri, 2002; English ve diğerleri, 2017; Guzey ve diğerleri, 2017). İkinci olarak eğitim süreçlerinde biyomimikri düşüncesine yer veren araştırmalar ve öğrenci hazır

bulunuşluğuna yönelik çalışmalar incelenmiştir (Örn. Canbazoğlu-Bilici ve diğerleri, 2021; Coban ve Coştu 2023; Qureshi 2022; Stevens ve diğerleri 2021; Zhu ve diğerleri 2024). Ölçme aracı geliştirilmeden önce, yaklaşık bir aylık süreçte araştırmacılar, potansiyel maddeler üzerinde düzenli görüşmeler yapmış ve eğitim-öğretim ortamları bağlamında biyomimikri konusunu kavramsallaştırmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda, biyomimikriye yönelik öğrenci bilişsel düzeyi, tutumu ve farkındalığına odaklanılmış, biyomimikri farkındalığı konusunda fikir birliği sağlanmıştır. Ardından, belirlenen görüşler ölçek maddelerine dahil edilecek bir dizi madde ve soru havuzu oluşturmuş ve bu havuzdan uygun sorular seçilerek ölçek formatı belirlenmiştir. Ölçüm aracı olarak 5 seçenekli Likert tipi bir ölçeğin kullanılmasına karar verilmiştir. Likert ölçeği, birden fazla Likert tipi sorunun birleştirilerek kullanılması ve analiz aşamasında bu soruların birleştirilmiş değerlerinin kullanılması olarak tanımlanmıştır (Clason ve Dormody, 1994). Format belirlenmesinin ardından, bu çalışmada ölçülmek istenen konuya yönelik 64 maddeyi içeren bir madde havuzu oluşturulmuştur. Ardından araştırmacılar, maddelerin değerlendirilmesi, tartışılması ve gözden geçirilmesi için haftada bir gün düzenli olarak bir araya gelmişlerdir. Maddelerin uygun uzunlukta, anlamı açık, dilinin sade ve anlaşılır olması için gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Maddeler yeniden düzenlenirken, maddelerin yönlendirici ve taraflı olmamasına, farklı anlamlara yol açmamasına dikkat edilmiştir. İki ay süren bu süreçte, kılavuzda belirtilen akışa sahip ve iki alt boyut olarak hazırlanan taslak form üzerinde fikir birliğine varılmıştır. Bu boyutlar, (i) doğal ekosistemin işleyişi, organizmaların yapısı ve işlevleri, doğadan ilham alan biyolojik benzetimler ve (ii) biyomimikri düşüncesini içselleştiren, biyomimikri tasarım ilkelerini, tasarım döngülerini ve biyomimikri tasarımının özünü yansıtan farkındalığı içeren maddeleri kapsamaktadır. Maddeler, içerik geçerliliği açısından fen eğitimi alanında bilgi ve deneyime sahip uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Ölçek geliştirme sürecinin bir adımı olarak, uzmanlardan maddeleri içerik uygunluğu, temsil edilebilirlik derecesi, açıklık ve anlaşılabilirlik açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Alınan uzman görüşleri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılarak, ölçeğin 19 sorudan oluşan bir ön sürümü oluşturulmuştur. Bu sürümde sorulara verilebilecek yanıtlar, 1 = kesinlikle katılmıyorum ile 5 = kesinlikle katılıyorum arasında değişen 5'li Likert tipindedir. Bu aşamayı takiben ölçeğin psikometrik özelliklerinin incelenmesi ve nihai formunun oluşturulması hedeflenmiştir.

Ölçek Uygulamaları ve Örneklem

Ölçme aracı 2023-2024 eğitim öğretim yılı, Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı bir okulda öğrenim görmekte olan ve araştırmacının çalıştığı kurumda dersine girdiği 6. ve 7. sınıf ortaokul öğrencilerine uygulanmıştır. Araştırmacının çalıştığı kurumda dersine girdiği öğrenciler örneklemi oluşturmuştur. Açıklayıcı faktör analizleri [AFA] için 300 katılımcı, doğrulayıcı faktör analizleri [DFA] için 400 katılımcı olmak üzere 700 kişi ile uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Her iki uygulamada örneklem büyüklüğü hesaplaması için G*Power ile etki büyüklüğü (0.8 olarak kabul edilen büyük etki), alpha seviyesi (0.05) ve güç (%80) sabit tutularak örneklem büyüklüğü hesaplanmıştır (Faul ve diğerleri, 2009). Toplam 700 katılımcıya ait demografik bilgiler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1

Örneklem Özellikleri (Cinsiyet, Yaş, Sınıf Düzeyi, Biyomimikri Deneyimi)

Demografi	Frekans	%
<i>Cinsiyet</i>		
Kadın	359	%51.28
Erkek	341	%48.71
<i>Yaş</i>		
10-11	247	%35.28
12-13-14	453	%64.71
<i>Sınıf Düzeyi</i>		
İlköğretim 6. Sınıf	301	%43
İlköğretim 7. Sınıf	399	%57
<i>Biyomimikri Deneyimi</i>		
Herhangi bir fikrim yok	637	%91
Kısmen bilgi sahibiyim	51	%7.28
Bilgi sahibiyim	12	%1.71

Katılımcılar; %51.28 kadın, %48.71 erkek, %43 6. sınıf öğrencisi ve %57 7. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Katılımcı grubun demografik özellikleri dışında, Tablo 1’de ölçme aracının uygulanması öncesinde katılımcıların biyomimikri ön bilgileri hakkında görüşlerine yer verilmiştir. Katılımcıların %91’i biyomimikriye dair herhangi bir fikri olmadığını, %7.28’i biyomimikriye dair kısmen bilgi sahibi olduğunu, %1.71’i biyomimikriye dair bilgi sahibi olduğunu ifade etmişlerdir.

Veri Toplama Süreci

Bu araştırma kapsamında gerçekleştirilen veri toplama süreçleri, “Trakya Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu” etik kurulunun E-29563864-050.03.04-55343 sayılı belgesi ile onaylanmıştır.

Verilerin Analizi

Ölçme aracının geliştirilmesi sürecinde, ilk olarak 300 katılımcıdan toplanan verilerle Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) gerçekleştirilmiştir. AFA, ölçeğin olası gizil yapısını ve maddelerin hangi faktörlere yüklendiğini belirlemek amacıyla kullanılmıştır (Brown, 2006; Schumacker ve Lomax, 2010). AFA ile ortaya konan yapı üzerinden, ölçeğin güvenilirliğini değerlendirmek için Cronbach Alfa İç Tutarlılık Katsayısı ve Tabakalı Alfa Katsayıları hesaplanmıştır. Ayrıca, maddelerin psikometrik özelliklerini detaylandırmak amacıyla Madde-Toplam Korelasyonu, Boyutlar Arası Korelasyon ve %27’lik alt-üst grupların puanlarına dayalı Bağımsız Gruplar t-testi sonuçları incelenmiştir.

Bu aşamayı takiben, AFA ile elde edilen yapının geçerliliğini farklı bir örnekleme doğrulamak amacıyla, 400 katılımcıdan oluşan ikinci bir veri seti ile Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılmıştır (Schumacker ve Lomax, 2010). Yürütülen bu analizler neticesinde, ölçeğin 19 madde ve 2 alt boyuttan oluşan nihai yapısı doğrulanmıştır.

BULGULAR

Biyomimikri Farkındalık Ölçeği’nin 300 katılımcı ile gerçekleştirilen ilk uygulamasından elde edilen verilerin faktör analizi için uygunluğunu değerlendirmek amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Katsayısı ve Bartlett Küresellik Testi kullanılmıştır. Hesaplanan KMO değeri .913 olarak bulunmuş olup, bu değer örneklemin faktör analizi için mükemmel düzeyde yeterli olduğunu göstermektedir (Field, 2005). Bartlett Küresellik Testi sonucu da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\chi^2 = 2175$; sd = 171; $p < .001$). Bu, değişkenler arasında faktör analizi için yeterli düzeyde korelasyon olduğunu ve korelasyon matrisinin birim matris olmadığını gösterir. Bu sonuçlar, veri setinin faktör analizi uygulamak için gerekli ön koşulları karşıladığını ve faktörlenebilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Faktör Yapısının Belirlenmesi

Biyomimikri Farkındalık Ölçeğinin faktör yapısını belirlemek amacıyla 300 ortaokul öğrencisinden elde edilen verilere Açıklayıcı Faktör Analizi uygulanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2

Ölçek Faktörlerinin Varyans Yüzdeleri

Faktörler	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
Faktör 1	4.20	22.1	22.1
Faktör 2	3.81	20.1	42.2

Elde edilen değerler ölçme aracının büyük ölçüde iki ana faktör tarafından şekillendirildiğini ve bu faktörlerin ölçme aracının genel yapısını önemli ölçüde açıkladığını göstermektedir. Bursal (2019)’a göre, tek faktörlü yapılarda toplam varyansın %30’unun açıklanması yeterli olup, iki faktörlü yapılar için hesaplanan varyans açıklama oranının da kabul edilebilir düzeyde olduğu söylenebilir. Ölçme aracının toplam varyansın %42,2’sini açıkladığı ve iki faktörden oluştuğu belirlenmiştir. Bunlardan birinci faktör toplam varyansın %22,1’ini, ikinci faktör ise %20,1’ini açıklamaktadır.

Faktör Maddelerinin Belirlenmesi

Ölçeğin faktör yapısını belirlemek amacıyla Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) yapılmıştır. Faktör çıkarma yöntemi olarak Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood) kullanılmış; özdeğer (eigenvalue) istatistiği, yamaç birikinti grafiği (scree plot) ve açıklanan varyans yüzdeleri dikkate alınarak faktör sayısının iki olduğuna karar verilmiştir. Belirlenen bu iki faktörlü yapının yorumlanabilirliğini artırmak ve maddelerin faktörlere dağılımını netleştirmek amacıyla Promax (eğik) döndürme tekniği uygulanmıştır. Maddelerin ilgili faktördeki yük değerinin alt sınırı için, literatürde örneklem büyüklüğüne göre farklı eşik değerler önerilmekle birlikte, bu çalışmada genel kabul gören 0.30 değeri referans alınmıştır (Büyüköztürk, 2017; Field, 2005). Yapılan analiz sonucunda, faktör yük değeri 0.30'un altında kalan veya faktörler arası binişiklik gösteren (iki faktöre de yakın ve yüksek yük veren) maddeye rastlanmamıştır.

Tablo 3

Ölçek Madde Faktör Yük Değerleri

Madde	Faktör 1	Faktör 2
Madde 1		0.676
Madde 2		0.494
Madde 3		0.527
Madde 4		0.568
Madde 5		0.571
Madde 6		0.550
Madde 7		0.600
Madde 8		0.527
Madde 9		0.549
Madde 10		0.595
Madde 11		0.522
Madde 12		0.544
Madde 13	0.741	
Madde 14	0.820	
Madde 15	0.739	
Madde 16	0.854	
Madde 17	0.741	
Madde 18	0.757	
Madde 19	0.720	

Tablo 3'te sunulan AFA sonuçlarına göre, ölçeğin faktör yapısını netleştirmek amacıyla Promax eğik döndürme tekniği uygulanmıştır. Analiz sonucunda, ölçekte yer alan 19 maddenin tümünün faktör yüklerinin .30 eşik değerini aştığı saptanmıştır. Bu bulgu, tüm maddelerin ölçeğin ölçtüğü yapıya anlamlı düzeyde katkıda bulunduğunu ve yeterli faktör yüküne sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Faktörleşme sonucunda ölçek, iki faktörlü bir yapı göstermiştir: Maddelerden 7'si Faktör 1'e, kalan 12 madde ise Faktör 2'ye özgül olarak yüklenmiştir. Bu dağılım, maddelerin ilgili faktörler altında net bir şekilde gruplandığını göstermektedir.

Faktörlerin Adlandırılması

Biyomimikri Farkındalık Ölçeğini oluşturan faktör yapısı belirlendikten sonra, her faktör için kapsayıcı adlar tanımlanmaya çalışılmıştır. Ölçme aracı geliştirilirken iki temel yaklaşım benimsenmiştir: (i) Doğal ekosistemin işleyişi, organizmaların yapısı ve işlevleri ile doğadan ilham alan biyolojik benzetimlerin doğrudan tasarımlara aktarılabilmesi görüşü ve (ii) bir profesyonel tasarımcı gibi biyomimikri düşüncesinin içselleştirilmesiyle, biyomimikri tasarım ilkeleri ve tasarım döngüleri doğrultusunda farkındalık geliştirilerek tasarım sürecine başlanabileceği görüşü. Bu iki yaklaşım doğrultusunda ölçeğin maddeleri hazırlanmıştır. Tablo 4'te, belirlenen alt boyutlar ve bu boyutlara ait maddeler sunulmuştur. “Biyomimikri kavramını tanımlayabilirim.” veya “Biyomimikriyi kullanarak etkili ve yenilikçi çözümler geliştirebilirim.” ifadelerini içeren 7 madde, Faktör 1 altında toplanmış ve “Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması” olarak adlandırılmıştır. Benzer şekilde “Canlı organizmalardan ilham alarak bir tasarım geliştirilebileceği hakkında bilgi sahibiyim.” veya “Tasarım projeleri yapılırken canlı organizmalardan nasıl ilham alındığını açıklayabilirim.” ifadelerini içeren 12 madde, Faktör 2 altında toplanmıştır.

Tablo 4*Ölçek Boyutları ve Bu Boyutlardan Yük Alan Maddeler*

Boyutlar	Madde Sayısı	Madde Numaraları
Faktör 1. Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması	7	13,14,15,16,17,18,19
Faktör 2. Doğadan İlham Alma	12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12

Alanyazın incelemesi ve uzman görüşleri doğrultusunda Faktör 2 “Doğadan İlham Alma” olarak adlandırılmıştır. Boyutlar ve boyutlara yük veren maddeler belirlendikten sonra ölçeğin güvenirlik çalışmalarına geçilmiştir.

Cronbach’ın Alpha İç Tutarlılık Katsayısı ve Tabakalı Alpha Katsayısı

Cronbach’s Alpha, ölçek maddelerinin aynı temel yapıyı ne ölçüde tutarlı bir şekilde yansıttığını, bir diğer deyişle iç tutarlılığını değerlendirmek için kullanılır. Ölçeklerin psikometrik kalitesi açısından, analizlerde genellikle 0.80 ile 0.95 arasındaki Cronbach’s Alpha değerleri tercih edilmektedir (Field, 2005). Bu kapsamda öncelikle ölçeğin geneline ait Cronbach’s Alpha değeri hesaplanmış ve Tablo 5’te sunulmuştur. Ardından, ölçeğin her bir alt boyutu için de ayrı ayrı Cronbach’s Alpha katsayıları hesaplanarak iç tutarlılıkları değerlendirilmiştir.

Tablo 5*Cronbach’s Alpha Güvenirlik Katsayıları*

	n	$\bar{X}$	SS	Cronbach’s alpha
<i>Biyomimikri Farkındalık Ölçeği</i>	300	2.77	0.571	.875
Doğadan İlham Alma Boyutu	300	3.07	0.650	.844
Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması Boyutu	300	2.26	0.763	.908

Ölçek Cronbach’s Alpha değeri 0.87 hesaplanmıştır. Alt boyutlara göre hesaplanan Cronbach’s Alpha katsayıları, Doğadan İlham Alma Boyutu için 0.84, Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması Boyutu için 0.90 olarak belirlenmiştir. Cronbach’s Alpha katsayısının 1’e yaklaşması, ölçekteki maddelerin iç tutarlılığının yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Madde- Toplam Korelasyonu ve Boyutlar Arası Korelasyon

Maddeler arası korelasyonlar, ölçekteki maddelerin aynı yapıyı ölçüp ölçmediğini değerlendirmek açısından önemlidir ve güvenirlik analizlerinde yol gösterici olabilir. Korelasyonu düşük olan (<0.30) maddeler, ölçeğin iç tutarlılığı açısından daha az tercih edilir ve ölçekten çıkarılmaları düşünülebilir. Bu kapsamda her bir maddenin ait olduğu faktör içindeki Düzeltilmiş Madde-Toplam Korelasyon değeri hesaplanmıştır. Tablo 6’da görüldüğü gibi bu değerler .562 ile .846 arasında değişmektedir.

Tablo 6*Maddelerin Pearson Çarpım-Moment Korelasyon Analizi Sonuçları*

Alt Boyutlar	Maddeler	Düzeltilmiş Madde Toplam r
Doğadan İlham Alma Boyutu	Madde 1	.648
	Madde 2	.573
	Madde 3	.562
	Madde 4	.635
	Madde 5	.600
	Madde 6	.626
	Madde 7	.681
	Madde 8	.572
	Madde 9	.611
	Madde 10	.627

	Madde 11	.581
	Madde 12	.600
	Madde 13	.763
	Madde 14	.836
	Madde 15	.790
Biyomimikrinin	Madde 16	.846
Kavramsallaştırılması Boyutu	Madde 17	.812
	Madde 18	.803
	Madde 19	.781

Madde analizi yapmak amacıyla, ölçekten elde edilen toplam puanlar küçükten büyüğe doğru sıralanarak katılımcıların alt %27'lik ve üst %27'lik dilimlerini oluşturan gruplar belirlenmiştir. Bu iki grubun her bir maddeye verdikleri yanıtlara ilişkin ortalama puanları arasındaki farkın anlamlılığı bağımsız gruplar t-testi ile incelenmiş ve sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7*Alt ve Üst Grup Puanlarının Bağımsız T-testi Sonuçları*

Grup	n	$\bar{X}$	SS	t
BFÖ1 Alt %27	81	2.52	.853	-7.50*
BFÖ1 Üst %27	81	3.51	.823	
BFÖ2 Alt %27	81	2.52	.838	-9.21*
BFÖ2 Üst %27	81	3.65	.727	
BFÖ3 Alt %27	81	2.40	.996	-7.52*
BFÖ3 Üst %27	81	3.51	.882	
BFÖ4 Alt %27	81	2.23	1.052	-9.43*
BFÖ4 Üst %27	81	3.70	.928	
BFÖ5 Alt %27	81	2.20	.993	-8.73*
BFÖ5 Üst %27	81	3.46	.837	
BFÖ6 Alt %27	81	2.06	1.029	-10.68*
BFÖ6 Üst %27	81	3.63	.828	
BFÖ7 Alt %27	81	1.98	.894	-11.88*
BFÖ7 Üst %27	81	3.75	1.007	
BFÖ8 Alt %27	81	2.60	1.126	-7.00*
BFÖ8 Üst %27	81	3.75	.956	
BFÖ9 Alt %27	81	2.41	.932	-10.48*
BFÖ9 Üst %27	81	3.89	.866	
BFÖ10 Alt %27	81	2.44	1.012	-9.03*
BFÖ10 Üst %27	81	3.77	.841	
BFÖ11 Alt %27	81	2.59	1.149	-9.17*
BFÖ11 Üst %27	81	4.07	.891	
BFÖ12 Alt %27	81	2.65	1.051	-10.50*
BFÖ12 Üst %27	81	4.16	.749	
BFÖ13 Alt %27	81	1.44	.725	-12.00*
BFÖ13 Üst %27	81	2.78	.689	
BFÖ14 Alt %27	81	1.35	.636	-16.51*
BFÖ14 Üst %27	81	2.90	.561	
BFÖ15 Alt %27	81	1.54	.881	-11.88*

	Üst %27	81	3.01	.680	
BFÖ16	Alt %27	81	1.47	.743	-13.67*
	Üst %27	81	2.94	.619	
BFÖ17	Alt %27	80	1.48	.711	-14.19*
	Üst %27	81	3.00	.652	
BFÖ18	Alt %27	81	1.47	.743	-12.99*
	Üst %27	81	2.94	.695	
BFÖ19	Alt %27	81	1.48	.776	-12.07*
	Üst %27	81	2.95	.773	

*p<.001

Tablo 7’de sunulan bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, üst %27’lik ve alt %27’lik grupların puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < .001$). Bu bulgu, ölçek maddelerinin yüksek performans gösteren katılımcılar ile düşük performans gösteren katılımcılar arasındaki farkı ayırt etme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Doğrulamalı Faktör Analizi

Doğrulamalı faktör analizi, ölçeğin faktör yapısının doğrulanması amacıyla 400 katılımcıdan toplanan veri ile gerçekleştirilmiştir. Ölçme aracının yapı geçerliği doğrulamalı faktör analizi ile değerlendirilmiştir. Uyum indeksleri mutlak (χ^2 , SRMR ve RMR), parsimoni (RMSEA) ve karşılaştırmalı (CFI ve NNFI) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Brown, 2015). Doğrulamalı faktör analizinde kullanılan uyum indeksleri için alan yazında (Browne ve Cudeck, 1993; Hu ve Bentler, 1999; Kline, 2016) belirtilen mükemmel ve kabul edilebilir kesim noktaları/referans değerleri ile bu çalışmada elde edilen uyum indeksi değerleri karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8

Uyum İndekslerinin Kestirim Noktaları ve Ölçek İçin Uyum İndeksleri

İncelenen uyum indeksleri	Mükemmel uyum ölçütleri	Kabul edilebilir uyum ölçütleri	BFÖ
RMSEA	$.00 \leq RMSEA \leq .05$	$.05 \leq RMSEA \leq .08$	.050
CFI	$.95 \leq CFI \leq 1.00$	$.90 \leq CFI \leq .95$	.957
SRMR	$.00 \leq SRMR \leq .05$	$.05 \leq SRMR \leq .10$	.042

Tablo 8’de görüldüğü üzere, bu çalışmada elde edilen uyum indeksi değerleri, alan yazında önerilen kabul edilebilir sınırlar içinde yer almakta olup, bu durum test edilen faktör yapılarının veriyle iyi uyum gösterdiğine işaret etmektedir.

Güvenirlilik

DFA için, 400 katılımcıdan elde edilen ikinci veri setinin Cronbach’s Alpha katsayıları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9

Ölçme Aracının Cronbach’s Alpha Katsayıları

	n	$\bar{X}$	SS	Cronbach’s alpha
Biyomimikri Farkındalık Ölçeği	400	2.63	0.666	.899
Doğadan İlham Alma Boyutu	400	3.02	0.759	.874
Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması Boyutu	400	1.97	0.855	.932

Ölçeğin Cronbach’s Alpha katsayısı .89 olup, alt boyutlardaki katsayılar .87 ile .93 arasında değişmektedir. Nunnally (1978) tarafından yapılan bir çalışmada, Cronbach’s Alpha katsayısı .70 veya daha

yüksek olan ölçümler güvenilir kabul edilmektedir. Bu bağlamda, hesaplanan Cronbach's Alpha katsayılarının .70'in üzerinde olması, ölçme aracının güvenilirliğinin yeterli düzeyde olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma öğrencilerin biyomimikri farkındalığını tespit etmek ve biyomimikri düşüncesini kullanarak etkili tasarımlar üretebilmeleri için gereken hazır bulunuşluklarını değerlendirmek üzere bir ölçme aracının geliştirilmesini, geçerlik ve güvenilirliğinin belirlenmesini amaçlamıştır. Bu çerçevede geliştirilen ölçme aracı öğrencilerin eğitim-öğretim ortamlarında biyomimikri düşüncesi ile tanışmaları ve doğa temelli tasarım çözümleri gerçekleştirmeleri öncesi farkındalık durumlarını değerlendirmek üzere hazırlanmıştır. Açıklayıcı Faktör Analizleri için 300, Doğrulamalı Faktör Analizleri için 400 öğrenci olmak üzere toplamda 700 altıncı ve yedinci sınıf ortaokul öğrencisi ile araştırma yürütülmüştür. 19 maddeden ve açıklayıcı analizler sonucu 2 alt boyuttan oluştuğu tespit edilen ölçeğin araştırma kapsamında güvenilirlik, geçerlik, iç tutarlılık gibi özellikleri tanımlanmıştır. Açıklayıcı Faktör Analizinden elde edilen veriler ile gerçekleştirilen ilk analiz, ölçeğin toplam varyansının %42.2'sini açıkladığını ve bunun %22.1'inin Faktör 1, %20.1'inin ise Faktör 2 tarafından açıklandığını ortaya konulmuştur. Ölçek maddelerinin faktör yükü değerlerinin .49 ile .85 arasında değiştiği görülmüştür. Ortaya çıkan iki faktörlü yapı madde yazım sürecinde kurgulanan teorik çerçeve ile uyushmaktadır. Biyomimikri düşüncesini içselleştiren, biyomimikri tasarım ilkelerini, tasarım döngülerini ve biyomimikri tasarımının özünü yansıtan yaratıcı problem çözmeye yönelik maddelerin tanımlandığı boyut "Faktör 1: Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması" olarak adlandırılmıştır. Bu haliyle "Doğadan İlham Alma" boyutu 12 maddeden, "Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması" boyutunun ise 7 maddeden oluşmaktadır. Doğal ekosistemin işleyişi, organizmaların yapısı ve işlevleri, doğadan ilham alan biyolojik benzetimlere ilişkin maddeleri içeren "Faktör 2: Doğadan İlham Alma" olarak adlandırılmıştır. Bu haliyle "Doğadan İlham Alma" boyutu 12 maddeden, "Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması" boyutunun ise 7 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin Cronbach's Alpha iç tutarlılık katsayısı .87, alt boyutlara göre hesaplanan güvenilirlik katsayıları .84 ve .90 olarak belirlenmiştir. Ölçme aracının madde analizlerinde ise madde korelasyon değerlerinin .56 ile .84 arasında olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğin madde ayırt edicilik düzeylerini belirlemek amacıyla, ölçek toplam puanlarına göre oluşturulan alt %27 ve üst %27'lik gruplarda yer alan katılımcıların madde puan ortalamaları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda tüm maddeler için ($p < .001$) anlamlı farklılıklar elde edilmiş, bu da maddelerin ayırt ediciliğinin yüksek olduğunu göstermiştir. Ölçeğin yapı geçerliliğini incelemek üzere, ilk olarak 300 katılımcıdan toplanan verilerle AFA gerçekleştirilmiştir. AFA sonuçları, 'Biyomimikri Farkındalık Ölçeği'nin iki boyutlu bir yapı sergilediğini ve bu yapının geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olabileceğine dair kanıtlar sunmuştur. AFA ile ortaya konan bu iki boyutlu yapıyı doğrulamak amacıyla, farklı bir örneklemden (400 katılımcı) elde edilen veriler üzerinden Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) yapılmıştır. DFA sonucunda elde edilen uyum indeksleri; $\chi^2/sd = 2.01$, CFI=.96, RMSEA=.05, SRMR=.04 ve TLI=.95 olarak hesaplanmıştır. Model uyumu için kabul edilen referans değerler $\chi^2/sd < 5$ (Wheaton vd., 1977), CFI > .90 (Hu ve Bentler, 1999; Bentler ve Bonett, 1980) ve RMSEA < .08 (Browne ve Cudeck, 1993) göz önüne alındığında, ulaşılan uyum indeksleri, AFA sonucunda tanımlanan iki faktörlü yapının bu veri setiyle de doğrulandığına ve modelin iyi uyum gösterdiğine işaret etmektedir.

Araştırma her ne kadar "Biyomimikri Farkındalık Ölçeği'nin geçerlik ve güvenilirlik sonuçlarını raporlamayı hedeflemiş olsa da elde edilen sonuçların yorumlanabilmesi için öğrencilerin faktörler bazında farkındalık düzeylerinin tanımlanması yararlı olacaktır. İlk ölçümde ($n=300$), 19 maddelik ölçme aracındaki tüm sorular için $\bar{X} = 2.77$ ($SS = 0.57$), "Doğadan İlham Alma" boyutu için $\bar{X} = 3.07$ ($SS = 0.65$) ve "Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması" boyutu için $\bar{X} = 2.26$ ($SS = 0.76$) hesaplanmıştır. İkinci ölçümde ($n=400$), sırasıyla tüm sorular için $\bar{X} = 2.63$ ($SS = 0.67$), "Doğadan İlham Alma" boyutu için $\bar{X} = 3.02$ ($SS = 0.76$) ve "Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması" boyutu için $\bar{X} = 1.97$ ($SS = 0.85$) bulunmuştur. Likert tipi ölçek kullanıldığından (1 = kesinlikle katılmıyorum, 5 = kesinlikle katılıyorum), her iki uygulamada da öğrencilerin farkındalık düzeylerinin benzer ve ortalama düzeyin altında olduğu söylenebilir. Önemli bir bulgu olarak, "Doğadan İlham Alma" boyutunda öğrencilerin farkındalık düzeyleri yüksek bulunmuştur. Özellikle doğal ekosistemin işleyişi, organizmaların yapısı ve işlevleri ile doğadan ilham alan biyolojik benzetimler konusunda öğrenciler bilinçli olduğu söylenebilir. Ancak, "Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması" boyutunda, biyomimikri düşüncesini içselleştirme, tasarım ilkeleri ve döngülerini anlama konusunda farkındalık seviyeleri ortalamanın altında kalmaktadır. Kavramla ilk kez karşılaşan öğrencilerin bu boyutta düşük puan alması beklenen bir durumdur. Bu sonuç, ölçme aracının geçerlik ve güvenilirliği açısından olumlu bir gösterge sunarken, araştırma bulgularının yorumlanması ve gelecekteki çalışmalar için önemli içgörüler sağlamaktadır.

Bu sonuçlar biyomimikri düşüncesinin öğrencilere kazandırılmasını hedefleyen eğitim araştırmaları ile tutarlık göstermektedir (Coban & Coştu, 2023; Mejía-Villa et al., 2023; Qureshi, 2022; Stevens et al., 2021; Zhu et al., 2024). Örneğin, Coban ve Coştu (2023) araştırmalarında biyomimikri kavramına yönelik örnek tasarımları sunmadan önce, öğrencilerin organizmaları gözlemlmeleri ve yapılar ile işlevleri arasındaki ilişkileri anlamaya odaklanmıştı. Bu sayede öğrenciler, önceden farkında oldukları konular temelinde biyomimikri süreçlerine daha bilinçli bir şekilde geçiş yapmıştı. Mevcut araştırmada öğrencilerin, “Canlı organizmalardan ilham alarak bir tasarım geliştirebilirim.”, “Canlı organizmaların teknolojiye uygulama alanlarını keşfedebilirim.”, “Günlük yaşamdaki problemlere canlı organizmaların özelliklerini kullanarak çözüm bulabilirim.” ve “Canlı organizmaların davranışlarını inceleyerek bir tasarım problemine çözüm sunabilirim.” ifadelerinde daha yüksek farkındalık düzeyi gösterdikleri belirlenmiştir. Buna karşın, “Biyomimikri kavramını tanımlayabilirim.”, “Biyomimikri uygulamalarının teknolojiye katkıları hakkında bilgi sahibiyim.” ve “Biyomimikrik tasarımların çevre dostu ürünler ve malzemeler geliştirmeye katkı sağladığı hakkında bilgi sahibiyim.” ifadelerinde daha düşük farkındalık düzeyine sahip oldukları görülmüştür. Benzer şekilde, Stevens ve diğerleri (2021), öğrencilerin tasarımlarında işlev, form ve süreç benzerliklerini kolaylıkla kurabildiklerini belirtmişlerdir. Ancak, biyomimikri düşüncesinde tanımlanan sistematik bir tasarım döngüsünü izlemediklerinde, tasarımlarının sınırlı kalabileceğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle, mevcut araştırma kapsamında geliştirilen ölçme aracının ikinci bileşeni olan “Biyomimikrinin Kavramsallaştırılması” boyutunda, öğrencilerin yüksek performans gösterebilmeleri için yeterli farkındalık düzeyine ulaşmaları önemlidir. Bu nedenle, araştırma kapsamında geliştirilen ölçme aracı, çocuklarla yapılacak doğa temelli tasarımlar ve biyomimikri düşüncesine dayalı çözümler öncesinde öğretmenlere veya rehberlere bilgi verici bir işlev üstlenebilir. Bu sayede öğretmenler, öğrencilerinin biyomimikri farkındalık düzeylerini belirleyerek uygun öğrenme yaşantıları planlayabilir ve tasarım gibi uzun ve zahmetli süreçlerde etkinliklerine daha fazla zaman ayırarak destek sağlayabilirler.

Araştırmanın bazı sınırlılıkları mevcuttur. İlk olarak, katılımcılar sadece altıncı ve yedinci sınıf seviyesinden alınmıştır, bu da elde edilen sonuçların daha geniş bir popülasyona genellenmesini kısıtlayabilir. Katılımcıların büyük çoğunluğunun biyomimikriye ilişkin araştırma öncesindeki ön bilgileri çok sınırlıdır. Bu durum, farkındalık düzeylerini ölçerken değişkenlik yaratabilir. Biyomimikri konusunun eğitim ortamlarında ne kadar süreyle ve hangi yöntemlerle işlendiği göz önünde bulundurularak, farkındalık seviyelerine dair yeni değerlendirmeler yapılabilir. Bu araştırmanın bir diğer sınırlılığı, biyomimikri düşüncesinin ülkemizde henüz yeni bir kavram olması ve son yıllarda araştırmalara yansımaya başlamış bir tasarım yaklaşımı olmasından kaynaklanmaktadır. Biyomimikri farkındalığı üzerine yapılacak araştırmaların sonuçlarının güvenilirliğini artırabilmek için ölçme aracının uzun vadeli kullanımı ve farklı örneklerle test edilmesi önem taşımaktadır. Son olarak, ölçme aracı iki boyutta kurgulanmış olup, biyomimikri farkındalığını belirlemeye odaklanmaktadır. Ancak bu araç biyomimikri düşüncesini pratiğe dökme yeteneğini tam olarak ölçemeyebilir. Bu nedenle ölçme aracına biyomimikri tasarım spirali veya biyomimikri tasarım döngülerini dikkate alacak yeni bir boyut eklenmesi, aracın pratiğe yönelik ölçüm yapılabilmesi için faydalı olabilir.

KAYNAKÇA

- Alawad, A. A., & Mahgoub, Y. M. (2014). The impact of teaching biomimicry to enhance thinking skills for students of art education in higher education. *Pensee*, 76(4).
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454–465. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9114-6>
- Baumeister, D., Tocke, R., Dwyer, J., Ritter, S., & Benyus, J. (2014). *Biomimicry Resource Handbook: A Seed Bank of Best Practices*. CreateSpace Independent Publishing Platform. <https://biomimicry.net/the-buzz/resources/biomimicry-resource-handbook/>
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. HarperCollins.
- Biomimicry 3.8. (2015). *Biomimicry Thinking: Biomimicry DesignLens package*. <https://synapse.bio/blog/essential-elements-of-biomimicry>
- Biomimicry Institute. (2017). The Biomimicry Design Process. Biomimicry Toolbox. <https://toolbox.biomimicry.org/methods/process/>
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York, NY: Guilford Press.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2nd ed.). The Guilford Press.
- Browne, M.W. & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. In K.A. Bollen & J.S. Long (Eds.), *Testing structural equation models* (pp.136-162). Newbury Park, CA: Sage.
- Bursal, M. (2019). *SPSS ile temel veri analizleri*. Ankara: Anı Yayıncılık
- Büyüköztürk, S. (2017). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (23. Baskı). Pegem Akademik Yayıncılık.
- Canbazoglu Bilici, S., Kupeli, M. A., & Guzey, S. S. (2021). Inspired by nature: an engineering design-based biomimicry activity. *Science Activities-Projects and Curriculum Ideas in STEM Classrooms*, 58(2), 77–88. <https://doi.org/10.1080/00368121.2021.1918049>
- Clason, D. L. ve Dormody, T. J. (1994). Analyzing data measured by individual Likert-type items. *Journal of Agricultural Education*, 35(4), ss. 31- 35.
- Coban, M., & Coştu, B. (2023). Integration of biomimicry into science education: biomimicry teaching approach. *Journal of Biological Education*, 57(1), 145–169. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1877783>
- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738–797. <https://doi.org/10.1002/J.2168-9830.2012.TB01127.X>
- DeVellis, R. F. (2003). *Scale development theory and applications* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Dym, C. L., Little, P., & Orwin, E. J. (2002). Engineering design: a project-based introduction. In *Materials & Design* (Vol. 23, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/s0261-3069\(01\)00050-4](https://doi.org/10.1016/s0261-3069(01)00050-4)
- English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake-resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255–271. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1264053>

- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160. <https://www.psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeine-psychologie-und-arbeitspsychologie/gpower#:~:text=%2C%201149%2D1160.,Download%20PDF,-Feedback>
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Fisch, M. (2017). The nature of biomimicry: Toward a novel technological culture. *Science, Technology, & Human Values*, 42(5), 795–821.
- Gencer, A. S., Dogan, H., & Bilen, K. (2020). Developing a biomimicry STEM activity by querying the relationship between structure and function in organisms. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64–105. <https://doi.org/10.19128/turje.643785>
- Ginsberg, M., Schiano, J., Kramer, M., Alleyne, M. (2013). Case study in bio-inspired engineering design: Defense applications of exoskeletal sensors, *Defense & Security Analysis*, 29 (2), 156-169.
- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y., & Moore, T. J. (2017). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207–222. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9673-x>
- Hu, L.T. & Bentler, P.M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55.
- Kennedy, S. (2004). *Biomimicry/biomimetics: General Principles and Practical Examples*. The Science Creative Quarterly.
- Kline, R. B. (2016). *Principle and practice of structural equation modelling* (4th ed.). The Guilford Press.
- Lebdioui, A. (2022). Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development. *Ecological Economics*, 202, 107585. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107585>
- Madkour, M., ElSakka, A., Marouf, O., Gomaa, E., & Kamar, M. (2023). Biomimicry as a turning point in reducing COVID-19 infection. *Delta University Scientific Journal*, 6(1), 308-319.
- Mejía-Villa, D. A., Torres-Guevara, D. L. E., Prieto-Sandoval, D. V., Cabra, D. J., & Jaca, D. C. (2023). Training for sustainability through biomimicry and creative problem-solving processes. *Thinking Skills and Creativity*, 49(March 2022), 101359. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101359>
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- OECD (2020). Nature-based solutions for adapting to water-related climate risks. *OECD Environment Policy Papers*, No. 21, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/2257873d-en>.
- Qureshi, S. (2022). How students engage in biomimicry. *Journal of Biological Education*, 56(4), 450–464. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1841668>
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginner's guide to structural equation modeling* (3rd ed.). New York, NY: Routledge.
- Shimomura, M. (2010). New trends in next generation biomimetics material technology: Learning from biodiversity. *Science and Technology Trends Quarterly Review*, 37, 53-75.
- Stevens, L., Kopnina, H., Mulder, K., & De Vries, M. (2021). Biomimicry design thinking education: a baseline exercise in preconceptions of biological analogies. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(4), 797–814. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09574-1>

- Sumrall, W. J., Sumrall, K. M., & Robinson, H. A. (2018). Using biomimicry to meet NGSS in the lower grades. *Science Activities*, 55(3–4), 115–126. <https://doi.org/10.1080/00368121.2018.1563041>
- United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing. <https://doi.org/10.54675/CGBA9153>
- United Nations Environment Programme and International Union for Conservation of Nature [UNEP] (2021). *Nature-based solutions for climate change mitigation*. Nairobi and Gland.
- Volstad, N.L., ve Boks, C., (2012). On the use of biomimicry as a valuable tool for the industrial designer. *Sustainable Development*. 189-199.
- Wheaton, B., Muthen, B., Alwin, D., & Summers, G. F. (1977). Assessing reliability and stability in panel models. *Sociological Methodology*, 8(1), 84–136.
- Zari, M. P. (2007, November). Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability. In *The SB07 NZ sustainable building conference* (No. 033).
- Zhu, C., Klapwijk, R., Silva-Ordaz, M., Spandaw, J., & de Vries, M. J. (2024). Investigating the role of spatial thinking in children's design ideation through an open-ended design-by-analogy challenge. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(5), 1733–1762. <https://doi.org/10.1007/s10798-024-09877-7>

Bilgi Notu:

Bu çalışma, makalenin birinci yazarının "Biyomimikri ve Tersine Mühendislik Temelli STEM Uygulamalarının Üstün Yetenekli Öğrenciler Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması" başlıklı lisansüstü tez çalışması kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bir özeti, 04-07 Eylül 2024 tarihlerinde Edirne'de düzenlenen 16. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde (UFBMEK2024) sunulmuştur. Söz konusu tez çalışması, ayrıca Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (TÜBAP) tarafından 2024/146 proje numarası ile desteklenmiştir.

2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Temel Öğeler Bakımından Karşılaştırılması

Burcu Torun^{1*} 
Orhan Karamustafaoglu² 

¹MEB, Akınoğlu Ortaokulu, Amasya, Türkiye
burcu.torun1@gmail.com

²Amasya Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi ABD, Amasya, Türkiye
orhan.karamustafaoglu@amasya.edu.tr

*Sorumlu Yazar

Bu araştırma, 16. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sözlü bildirisi olarak sunulmuştur.

Geliş tarihi: 14.01.2025
Kabul tarihi: 28.02.2025
Yayın tarihi: 30.05.2025

Özet: Bu çalışmada 2018 ve 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve ölçme-değerlendirme öğeleri bağlamında karşılaştırılması amaçlanmıştır. Nitel yaklaşımla tasarlanan çalışmada doküman inceleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada veri kaynağı olarak 2018 ve 2024 yıllarında Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından onaylanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programları kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; hedefler açısından 2024 yılı öğretim programında farklı olarak felsefesinde sürdürülebilirliği temel aldığı, sosyal-duygusal öğrenme becerilerine yer verdiği ve bununla birlikte; dijital dönüşüm, öz düzenleme, veriye dayalı karar verme, duyuşsal farkındalığa sahip olma ve güvenlik kurallarına uygun davranma gibi kavramlardan bahsedildiği görülmüştür. Programlar içerik açısından değerlendirildiğinde ise; 2024 yılı öğretim programında yakından uzağa ve somuttan soyuta gibi öğretim ilkelerine dikkat çekildiği anlaşılmıştır. 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, 2024 yılı öğretim programında, 2018 yılı öğretim programına kıyasla biçimlendirici değerlendirmeye daha fazla önem verildiği ve beceri odaklı ölçme ve değerlendirme sürecinin ön planda tutulduğu görülmektedir. Belirlenen tespitler ışığında bu çalışmanın, yürürlüğe konan Türkiye Yüzyılı Maarif Öğretim Programı hakkında fen bilimleri öğretmenlerinin bilgilendirilmesi öğretim uygulamalarının daha etkili yapılabilmesini, program değerlendiricileri için de alana ait daha güncel literatüre erişebilecekleri düşünülmektedir.

Anahtar Kelime: 2024Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, Doküman İnceleme, Fen Bilimleri Eğitimi

GİRİŞ

Türkiye’de fen öğretimi, Cumhuriyet’in kuruluşundan bu yana eğitim politikalarının önemli bir unsuru olmuştur. Ülkenin bilimsel ve teknolojik gelişimini desteklemek amacıyla sürekli olarak güncellenmiştir. Fen öğretim programlarının tarihsel gelişimi, Türkiye’nin toplumsal ve ekonomik ihtiyaçlarına ve küresel bilimsel gelişmelere paralel olarak şekillenmiştir (Karaca ve Akbaba, 2022). Erken Cumhuriyet döneminde temel bilimsel bilgi odaklı olup, zamanla disiplinler arası ve bilimsel düşünme becerilerini kazandırmaya yönelik bir yapıya evrilmiştir (Yıldırım, 2012). 1950’lerden itibaren gerçekleştirilen eğitim reformları, fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine ağırlık vermiştir. 1980’ler ve 1990’larda, eğitim sisteminin küresel eğilimlerle uyumlaştırılmasına yönelik adımlar atılarak modernize edilmiştir (Aykaç vd., 2011; Yılmaz ve Morgil, 1992).

2000’li yıllardan itibaren, fen öğretim programlarında bilimsel okuryazarlığın artırılması, teknoloji ve mühendislik ile entegrasyonun sağlanması gibi yenilikçi yaklaşımlar benimsenmiştir (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Özellikle 2013 ve 2018 yıllarında gerçekleştirilen revizyonlar, Türkiye’nin küresel bilimsel arenada rekabet edebilecek bireyler yetiştirme hedefini yansıtan kapsamlı değişiklikler içermektedir (Bahar vd., 2018). Bu süreçte, sadece teorik bilgiyi aktarmakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve araştırma becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bir yapıya kavuşmuştur (MEB, 2013; 2018). Son olarak, 2024 Maarif Modeli ile Türkiye, fen eğitiminin daha bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını hedeflemekte, öğrencilerin hem ulusal hem de uluslararası ölçekte bilimsel düşünme yetilerini geliştirmeye yönelik adımlar atmayı hedeflemektedir (MEB, 2024; Ülçay, 2024).

Belirtilindiği üzere, Türkiye’de fen bilimleri eğitimi, küresel bilimsel gelişmeler ve eğitimdeki yenilikçi yaklaşımlar doğrultusunda sürekli olarak güncellenmekte ve geliştirilmektedir. Fen öğretim programlarındaki değişimin dayandığı felsefi temelleri daha iyi anlamak, öğrenme-öğretme sürecinde ortaya çıkan yeni kavramlar, ilkeler, yöntemler ve stratejilerin benimsenmesi açısından mevcut program

ile yeni programın benzerlik ve farklılıklarının karşılaştırılması büyük önem taşır (Savaş ve Yıldırım, 2022). Bu tür karşılaştırmalar, aynı zamanda öğretmen-öğrenci rollerindeki değişimlerin daha net ortaya konulmasına katkı sağlar. Böylece, yeni programın güçlü ve zayıf yönleri belirlenerek, programın güncellenmesine yönelik yapıcı öneriler geliştirilebilir.

Alan yazın incelendiğinde, her yeni uygulamaya konulan fen öğretim programlarının önceki programlarla karşılaştırılarak değerlendirildiği çalışmaların olduğu görülmektedir (Aksoy ve Ünsal, 2019; Başar ve Demiral, 2020; Candaş vd., 2019; Deveci, 2018; Düzgünoğlu, 2018; Eskicumalı vd., 2014; Keskinkılıç Yumuşak, 2017; Saban vd., 2014; Seren ve Veli, 2018). Bu araştırmalarda 2005, 2013 ve 2018 fen öğretim programlarının genel eğilimler ve yaklaşımlar açısından incelendiğini göstermektedir. Ayrıca çalışmalarda; amaçlar ve içerikler, öğretmen ve öğrenci rolleri, öğrenme alanları, kazanımlar ve ölçme-değerlendirme uygulamaları gibi çeşitli değişkenler açısından karşılaştırıldığı görülmektedir. Günümüzde 2024-2025 eğitim öğretim yılında ortaokul 5. sınıflarda uygulanmaya başlanan 2024 fen öğretim programı ile halihazırda diğer düzeylerde kullanılan 2018 fen öğretim programının karşılaştırıldığı bir çalışma mevcut değildir. Bu sebeple makalede, 2018 ve 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve ölçme-değerlendirme öğeleri bağlamında karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 2024 Maarif modelinde 2018'e göre değişiklik yapılan, eklenen veya değiştirilen öğeler ve kavramlar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Belirtilen amaca dayalı olarak araştırma sürecinde cevap aranan problemler şu şekilde belirlenmiştir:

- 1) 2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının, hedefler (vizyonu ve amacı) açısından farklılıkları nelerdir?
- 2) 2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının, içerik (ünite, kazanım, beceri ve değerler) açısından farklılıkları nelerdir?
- 3) 2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının, öğrenme-öğretme süreci açısından farklılıkları nelerdir?
- 4) 2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının, ölçme-değerlendirme açısından farklılıkları nelerdir?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımı kapsamında doküman analizi gerçekleştirilmiştir. Doküman analizi, incelenmesi hedeflenen konuyla ilgili yazılı bilgi kaynaklarının sistematik bir şekilde incelenmesini içerir (Özmen ve Karamustafaoğlu, 2019). Bu çalışmada, belgelerin belirli kategoriler ve temalar altında kodlanması amaçlanmıştır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Çalışmada ilk olarak, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB) tarafından onaylanan 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı veri kaynağı olarak belirlenmiştir. Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde, benzer verilerden belirli kodlar ve temalar oluşturulur ve daha sonra bu temalar bir araya getirilerek anlamlı bir şekilde düzenlenerek yorumlanır (Creswell, 2012). Bu çerçevede ilgili programlar; genel hatlarıyla incelenmiş ve verilerin hangi temalar altında sunulacağı belirlenmiştir. İncelemeler sonucunda verilerin; hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve ölçme-değerlendirme olmak üzere 4 ana tema altında sunulması kararlaştırılmıştır. 2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programları belirlenen temalar doğrultusunda fen eğitimi alanında doktora derecesine sahip iki uzman tarafından ayrı ayrı analiz edilmiştir. Analizlerin tutarlılığını değerlendirmek için Miles ve Huberman (1994) güvenilirlik formülü [$\text{Güvenirlik} = \frac{\text{görüş birliği}}{\text{görüş birliği} + \text{görüş ayrılığı}} \times 100$] kullanılmış ve kodlayıcılar arası güvenilirlik oranı %90 olarak hesaplanmıştır.

BULGULAR

Çalışmanın bulguları; 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve ölçme-değerlendirme uygulamaları olarak 4 tema altında sunulmuştur.

1. Hedef Temasına Ait Bulgular

1.1. 2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında Vizyon

2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın vizyonları incelendiğinde; "vizyon" kelimesi her iki programda açıkça ifade edilmese de farklı başlıklar altında iki fen programının da birer vizyona sahip olduğu görülmektedir.

2018 programında vizyonu "öğretim programlarının perspektifi" başlığı altında "eğitim sistemimizin temel amacı değerlerimiz (adalet, dostluk, dürüstlük, öz denetim, sabır, saygı, sevgi, sorumluluk, vatanseverlik, yardımseverlik) ve yetkinliklerle (anadilde iletişim, yabancı dillerde iletişim, matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler, inisiyatif alma ve girişimcilik, kültürel farkındalık ve ifade) bütünleşmiş bilgi, beceri ve davranışlara sahip bireyler yetiştirmek" şeklinde belirtilmiştir.

2024 programının vizyonu ise "fen bilimleri dersi öğretim programı'nın temel yaklaşımı ve özel amaçları" başlığı altında "Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda çağın gerektirdiği becerilere ve yaşam boyu öğrenme alışkanlığına sahip, üst düzey düşünme ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilen, etik ve ahlaki değerleri benimseyen, girişimci ve fen bilimleri alanında kariyer bilincine sahip bireylerin yetiştirilmesi" şeklinde tanımlanmıştır.

2024 programında yer alan "üst düzey düşünme ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilen", "girişimci" bireylerin yetiştirilmesi ifadesi 2018 fen öğretim programında " .. bilgiyi üreten, hayatta işlevsel olarak kullanabilen, problem çözebilen, eleştirel düşünen, girişimci, kararlı, iletişim becerilerine sahip, empati yapabilen, topluma ve kültüre katkı sağlayan vb. niteliklerdeki bir birey.." ifadesine karşılık gelmektedir. 2024 Programında yer alan, "Türk eğitim sistemi, bireylerin tüm yönleriyle gelişimini amaçlar ve bütüncül bir eğitim yaklaşımını temel alır. Bu hedef ve yaklaşımla geliştirilen 'Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli' ile alan becerileri, kavramsal beceriler, eğilimler, sosyal-duygusal beceriler, değerler ve okuryazarlık bir bütün olarak ele alınarak, öğrencilerin çok yönlü gelişimini etkili bir şekilde desteklemek amaçlanmıştır." ifadesi ile tanımlanmıştır. Bu yönüyle yeni program, 2018 Fen Öğretim Programında yer alan "değerler" ve "yetkinlikler" kavramlarını içermekle birlikte, 2018 programında yer almayan "alan becerileri", "kavramsal beceriler", "eğilimler" ve "sosyal-duygusal beceriler" gibi yeni kavramlar ile alan becerilerini daha geniş perspektifte tanımlamıştır.

1.2. 2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında Amaçlar

2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin amaçları, "Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın Temel Yaklaşımı ve Özel Amaçları" başlığı altında sunulurken, 2018 programında bu amaçlar, "Öğretim Programının Özel Amaçları" başlığı altında maddeler halinde sıralanmıştır. Her iki programda da amaçların, "Türk Milli Eğitimin Genel Amaçları ve Temel İlkeleri" doğrultusunda hazırlandığına dikkat çeken bir vurgu yapılmıştır. Her iki programda birbirine karşılık gelen amaçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1*2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Amaçlar Açısından Benzerlik ve Farklılıkları*

2018	2024	Benzerlik/Farklılık
“Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak,”	“Fizik, kimya, biyoloji, astronomi, yer ve çevre bilimleri ile ilgili temel bilgilere sahip olmaları,”	Bu iki amaç da benzerdir.
“Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek, Bilim insanlarıncı bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak,”	“Yaşadıkları çevreye ve karşılaştıkları olaylara ve durumlara bilimsel bakış açısını merkeze alarak veriye dayalı karar vermeleri, Bilimin doğasına ilişkin anlayış ile bilimi takdir etmeleri, bilimsel etik ilkelere ve bilimsel düşünme becerilerine sahip olmaları, Bilim tarihinden yola çıkarak bilim insanlarının bilime ve topluma katkılarını fark etmeleri ve bilim insanlarından örneklerle bilimin kültürlerin ortak çabası olduğu anlayışını benimsemeleri,”	Kategorize edilerek karşılaştırılan amaçlar benzerdir. "Bilimi takdir etme" ve "bilimin kültürlerin ortak çabası olduğu anlayışı" kavramları, yeni bir bakış açısı olarak 2024 programında yer almaktadır.
“Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplum, ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek,”	“Sürdürülebilirlik bilinciyle doğal kaynakları verimli kullanmaları, küresel vatandaşlık ve çevre etiği bilincine sahip olmaları, doğaya ve çevre sorunlarına duyarlı olmaları ve bu şekilde hareket etmeleri,”	Bu iki amaç da benzerdir. “küresel vatandaşlık” ve “çevre etiği bilinci” kavramları 2024 programında yer alan yeni kavramlardır.
“Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak Doğada ve yakın çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin ilgi ve merak uyandırmak, tutum geliştirmek,”	“Yüksek bilişsel ve duyuşsal farkındalığa sahip, okuryazarlık becerilerini etkin kullanan ve eleştirel bakış açısına sahip bireyler olmaları”	2018 programındaki iki amaç ile 2024 öğretim programındaki amaç benzerdir.
“Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek,”	“Disiplinler arası eğitim yaklaşımı ve tasarım odaklı uygulamalar ile fen bilimleri ve mühendislik alanlarına yönelik girişimci ve kariyer bilincine sahip olmaları”	Her iki programda da kariyer bilinci ve girişimcilik becerileri vurgulanmıştır, 2024 programı bu konuyu “disiplinler arası eğitim yaklaşımı” ve “tasarım odaklı uygulamalarla” ilişkilendirerek daha geniş bir perspektif sunmaktadır.
“Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirerek güvenli çalışma bilinci oluşturmak”	“Günlük yaşamda ve bilimsel çalışmalarda güvenlik kurallarına uygun davranan bireyler yetişmesi amaçlanmaktadır.”	Bu iki amaç da benzerdir.
“Sosyobilimsel konuları kullanarak muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri geliştirmek,”	“Sosyobilimsel konulara merak duymaları, araştırma yapmaları, sorgulamaları, disiplinler arası bakış açısıyla yenilikçi çözümler geliştirmeleri,”	Bu iki amaç da benzerdir. 2024 fen öğretim programında “disiplinler arası bakış” kavramıyla farklılaşmıştır.
“Evrensel ahlak değerleri, millî ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak.”	“Evrensel, millî ve kültürel değerlerle uyumlu erdemlere sahip olmaları ve bu erdemleri eyleme dönüştürmeleri,”	Bu iki amaç da benzerdir. 2024 fen öğretim programında “erdemlerin eyleme dönüşmesi” açısından farklıdır
	“Evrenin ve yaşadığı dünyanın sistemler bütünü olduğunu keşfederek bu bütünün bir parçası olduğunun bilincine varmaları, Bilimin gelişiminde dijital dönüşümün farkında olmaları, değişen teknolojiye uyum sağlamaları ve teknolojiyi çevre bilinci ile etkin kullanmaları”	Bu iki amacın da 2018 fen öğretim programında karşılığı yoktur.

Tablo 1 incelendiğinde, her iki programın da öğrencilere fizik, kimya, biyoloji, astronomi, yer ve çevre bilimleri gibi temel bilim alanlarında bilgi kazandırmayı hedefledikleri görülmektedir. Aynı şekilde, fen ve mühendislik uygulamaları konusunda temel bilgi kazandırma vurgusu her iki programda da yer almaktadır. Bilimsel düşünme, sorgulama ve araştırma becerilerinin geliştirilmesi, her iki program için önemli hedefler arasındadır. Ayrıca, bilimsel süreç becerilerinin hem günlük yaşamda hem de bilimsel çalışmalarda kullanımı her iki program için söz konusudur. Çevre bilinci, sürdürülebilirlik, küresel vatandaşlık ve çevre etiği konularının yanı sıra birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimlerin farkındalığı ve bu konularda bilinç oluşturulması her iki programda ortak olarak vurgulanmaktadır. Bilim insanlarının bilgi üretim süreçleri, bu bilgilerin toplum üzerindeki etkileri ve bilim insanlarının topluma katkılarının örneklerle benimsenmesi her iki programda da önemli bir yer tutmaktadır. Son olarak, evrensel, milli ve kültürel değerlerin benimsenmesi ve bilimsel etik ilkelerin öğretilmesi her iki programın temel amaçları arasında yer almaktadır. Bununla birlikte 2024 programının 2018 programına göre daha kapsamlı olduğu ve fen eğitimini daha geniş ve bütüncül bir şekilde ele aldığı söylenebilir. Son olarak, 2024 programında yer alan “Evrenin ve yaşadığı dünyanın sistemler bütünü olduğunu keşfederek bu bütünün bir parçası olduğunun bilincine varmaları” ve “Bilimin gelişiminde dijital dönüşümün farkında olmaları, değişen teknolojiye uyum sağlamaları ve teknolojiyi çevre bilinci ile etkin kullanmaları” amaçlarına 2018 programında karşılık gelen bir amacın olmadığı görülmüştür.

Genel olarak değerlendirildiğinde; "bilimi takdir etme", "bilimin kültürlerin ortak çabası olduğu anlayışı", "küresel vatandaşlık", "çevre etiği bilinci", "disiplinler arası eğitim yaklaşımı" ve "tasarım odaklı uygulamalar" kavramlarının 2024 programında yer alan yeni kavramlar olduğu görülmektedir.

2. İçerik Ana Temasına Ait Bulgular

2.1. Ünite ve Kazanım/Öğrenme Çıktısı

2024 programında öğrenme alanı yoktur. Kazanım ifadesi yerine öğrenme çıktısı ifadesi kullanılmıştır. Tablo 2’de 2018 ve 2024 fen öğretim programlarındaki kazanımların sayıları verilmiştir.

Tablo 2

2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarındaki Kazanım/Öğrenme Çıktısı Sayıları

Sınıf	2018	2024
3	36	20
4	46	19
5	36	28
6	59	36
7	67	36
8	61	43
Toplam	305	182

Tablo 2 incelendiğinde 2024 programında 2018 programındaki kazanımlara göre %40.33 oranında bir azalma olduğu görülmektedir.

Tablo 3*Üçüncü Sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılması*

2018 Programı		2024 Maarif Modeli Öğretim Programı	
Ünite No/Adı	Kazanım	Ünite No/Adı	Öğrenme Çıktısı
1.Gezeğenimizi Tanıyalım	5	1.Bilimsel Keşif Yolculuğu	2
2.Beş Duyumuz	3	2.Canlılar Dünyasına Yolculuk	3
3.Kuvveti Tanıyalım	4	3.Yer Bilimciler İş Başında	2
4.Maddeyi Tanıyalım	4	4.Maddeyi Tanıyalım, Karıştırıp Ayırılım	3
5.Çevremizdeki Işık ve Sesler	8	5.Hareketi Keşfediyorum	2
6.Canlılar Dünyasına Yolculuk	8	6.Yaşamımızı Kolaylaştıran Elektrik	3
7.Elektrikli Araçlar	4	7.Toprağı Tanıyorum, Tarımı Keşfediyorum	2
		8.Canlıların Yaşam Alanlarına Yolculuk	3
Toplam	36		20

Tablo 3 incelendiğinde, üçüncü sınıf için 2018 yılı programına ait toplam 36 kazanım, 2024 yılı programına ait toplam 20 kazanımın/öğrenme çıktısının olduğu belirlenmiştir. Öğrenme çıktısında %44.44 oranında bir azalma olduğu görülmektedir.

Üçüncü sınıf 2018 ve 2024 programlarının kazanım (öğrenme çıktısı) ve üniteler açısından benzerlikleri bulunmaktadır. 2018 programındaki 6. ünite ile 2024 programındaki 2. ünite isim açısından aynıdır. İlgili üniteler öğrenme çıktıları açısından değerlendirildiğinde; 2018 programındaki "F.3.6.1.1. Çevresindeki örnekleri kullanarak varlıkları canlı ve cansız olarak sınıflandırır." ve "F.3.6.1.2. Bir bitkinin yaşam döngüsüne ait gözlem sonuçlarını sunar." öğrenme çıktıları temel biyolojik kavramları içerirken 2024 programındaki "FB.3.2.1. Canlıları; mikroskopla görülebilen canlılar, mantarlar, bitkiler ve hayvanlar olarak sınıflandırabilme" ve "FB.3.2.3. Canlıların yaşam döngülerini açıklamada tümevarımsal akıl yürütebilme" öğrenme çıktılarının 2018 programında 5. sınıf seviyesinde verildiği görülmektedir. İlgili ünite, 2018 programında sadece "bitkinin yaşam döngüsü" içeriğine sahipken 2024 programında "canlıların yaşam döngüleri" olarak daha kapsamlı bir içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca ilgili üniteye bulunan "duyu organlarının işlevleri" içerik çerçevesi, 2018 programındaki 2. ünite olan "Beş Duyumuz" ünitesinin içeriği olduğu görülmektedir.

Her iki programda 4. üniteye yer alan 2018 programında adı "Maddeyi Tanıyalım" iken 2024 programında adı "Maddeyi Tanıyalım, Karıştırıp Ayırılım" olan ünitelerin ikisinde de "Çevresindeki maddeleri hâllerine göre sınıflandırır." öğrenme çıktısı yer almaktadır. Bununla birlikte ilgili üniteye 2024 programında yeni eklenen "FB.3.4.2. Günlük yaşamda karşılaştığı karışımların ayrılmasında kullanılabilecek uygun yöntemleri kullanarak deney yapabilme" öğrenme çıktısına 2018 fen programında 4. sınıf 4. ünite olan "Maddenin Özellikleri" ünitesinde yer verildiği görülmektedir. İlgili üniteye "FB.3.4.3. Atıkların ayrıştırılmasına ilişkin problem çözebilme" öğrenme çıktısının 2018 programında 7. sınıf 4. ünite 2. konu olan "F.7.4.5. Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm"ün içeriğinde yer aldığı görülmektedir.

2018 programında 3. ünite olan "Kuvveti Tanıyalım" ile 2024 programındaki 5. ünite olan "Hareketi Keşfediyorum" ünitelerinin içerik olarak benzer olduğu görülmektedir. 2024 programında 6. ünite olan "Yaşamımızı Kolaylaştıran Elektrik" ünitesi ile 2018 programındaki "Elektrikli Araçlar" ünitesinin içeriklerinin "Elektrikli Araç Gereçler" ve "Elektrikli Araç Gereçlerin Güvenli Kullanımı" içerik çerçevelerinde benzer oldukları "Elektriğin Tasarruflu Kullanımı" 2018 programında 4. sınıf 6. ünite "Bilinçli Tüketici" konusu içerisinde verildiği görülmektedir.

2018 programında yer alan 1. ünite "Gezeğenimizi Tanıyalım" içerikleri 2024 programındaki 4. sınıf 3. ünite "Dünya'mızı Keşfedelim" içerikleri ile benzerdir.

2018 programındaki 5. ünite "Çevremizdeki Işık ve Sesler" içeriği, 4. sınıf "Işığın Peşinde" ve "Işığın Görmedeki Rolü" konularıyla, 8. sınıf "Sesin Dünyası" ünitesine dahil edilen "Sesin Oluşumu" ve "Ses Şiddetinin İtirmedeki Rolü" içeriklerine dahil edilmiştir.

Üçüncü sınıf 2024 programına yeni eklenen içerikler olmuştur. Bunlardan ilki 1. ünite "Bilimsel Keşif Yolculuğu"dur. Öğrenme çıktıları "FB.3.1.1. Bilimsel bilgiye ulaşma yollarını sorgulayabilme" ve

“FB.3.1.2. Bilim insanların özelliklerine ilişkin genelleme yapabilme” şeklindedir. Bir diğeri 7. Ünite “Toprağı tanıyorum, Tarımı Keşfediyorum”dur. 2024 programına “FB.3.7.1. Toprak oluşumuna ve yapısına ilişkin bilimsel gözlem yapabilme” ve “FB.3.7.2. Bir bitkinin yetişmesi için gerekenlere ilişkin genelleme yapabilme” öğrenme çıktıları eklenmiştir.

2024 programında 3. ünite “Yer Bilimciler İş Başında” içeriklerinin 2018 programında 4. sınıf 1. ünite “Yer Kabuğu ve Dünya’mızın Hareketleri”nde yer aldığı görülmektedir. Benzer şekilde 8. ünite “Canlıların Yaşam Alanlarına Yolculuk” ünitesinin 2018 programında 5. sınıf 6. ünite “İnsan ve Çevre” ile içeriklerinin benzer olduğu görülmektedir. “FB.3.8.2. Yaşam alanındaki canlı çeşitliliğini operasyonel olarak tanımlayabilme” öğrenme çıktısındaki “operasyonel tanımlayabilme” kavramı 2024 fen öğretim programına yeni eklenen kavramdır.

Tablo 4

Dördüncü Sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılması

2018 Programı		2024 Maarif Modeli Öğretim Programı	
Ünite No/Adı	Kazanım	Ünite No/Adı	Öğrenme Çıktısı
1.Yer Kabuğu ve Dünya’mızın Hareketleri	5	1. Bilime Yolculuk	2
2. Besinlerimiz	6	2. Sağlıklı Besleniyorum	3
3.Kuvvetin Etkileri	5	3. Dünya’mızı Keşfedelim	3
4.Maddenin Özellikleri	10	4. Maddenin Değişimi	2
5. Aydınlatma ve Ses Teknolojileri	12	5. Mıknatısı Keşfediyorum	3
6. İnsan ve Çevre	2	6. Enerji Dedektifleri	2
7.Basit Elektrik Devreleri	3	7. Işığın Peşinde	3
		8. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar	1
Toplam	43		19

Tablo 4 incelendiğinde, dördüncü sınıf için 2018 yılı programına ait toplam 43 kazanım, 2024 yılı programına ait toplam 19 kazanımın/öğrenme çıktısının olduğu belirlenmiştir. Öğrenme çıktısında %55,81 oranında bir azalma olduğu görülmektedir.

Dördüncü sınıf 2024 ile 2018 programları üniteler ve öğrenme çıktıları açısından karşılaştırıldığında çeşitli benzerlikler görülmektedir. 2024 programındaki 2. ünite “Sağlıklı Besleniyorum” ile 2018 programındaki “Besinlerimiz” ünitesinin içerik açısından genel olarak benzer olduğu görülmektedir. 2018 programındaki içerikte “F.4.2.1.5. Alkol ve sigara kullanımının insan sağlığına olan olumsuz etkilerinin farkına varır.” Ve “F.4.2.1.6. Yakın çevresinde sigara kullanımını azaltmaya yönelik sorumluluk üstlenir” öğrenme çıktıları yer alırken 2024 programında vurgu daha çok “besinlerin işlevleri ve sağlıklı yaşam arasındaki neden-sonuç ilişkileri” üzerinde olmuştur. 2024 programında 3. ünite olan “Dünya’mızı Keşfedelim” ünitesi ise içerik olarak 2018 programındaki 1. ünite olan “Yerkabuğu ve Dünya’mızın Hareketleri” ünitesinin “Dünya’mızın Hareketleri” bölümündeki öğrenme çıktılarıyla benzerdir. İlgili ünite “Dünya’nın Şekli” ve “Dünya’nın Yapısı” içeriklerinin 2018 programında 3. sınıf “Gezeganimizi Tanıyalım” ünitesinde bulunduğu görülmektedir.

2024 ve 2018 fen programlarının 4. üniteleri içerik olarak benzer öğrenme çıktıları içermektedir. 2018 programındaki “karışımların ayrılması” kavramına ait öğrenme çıktısının 2024 programında 3. sınıf 4. üniteye yer verilmiştir. 2024 programındaki 5. ünite “Mıknatısı Keşfediyorum” ünitesindeki öğrenme çıktıların 2018 programında 3. ünite 2. konu “F.4.3.2. Mıknatısların Uyguladığı Kuvvet” içeriğiyle benzer olduğu görülmektedir. 2024 programındaki 6. ünite “Enerji Dedektifleri” ünitesinin öğrenme çıktılarından olan “FB.4.6.1. Basit bir elektrik devresi kurmaya ilişkin bilimsel sorgulama yapabilme” içerik olarak 2018 programındaki 7. ünite olan “Basit Elektrik Devreleri” ünitesinin içinde yer almaktadır. İlgili ünitenin öğrenme çıktısı olan “FB.4.6.2. Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını eleştirel düşünebilme” 2018 programındaki 6. ünite 4. konu “F.6.4.4. Yakıtlar”da yer

almaktadır. 2024 programındaki 7. ünite “Işığın Peşinde” ise 2018 üçüncü sınıftaki 5. ünite “Çevremizdeki Işık ve Sesler”in “Işığın Görmedeki Rolü” ve “Işık Kaynakları” konularını kapsamaktadır. Ayrıca, 7. ünite “Işık kirliliği” konusu 2018 programındaki 5. ünitenin “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” başlığı altındaki “F.4.5.3. Işık Kirliliği” ile örtüşmektedir.

Dördüncü sınıf 2024 programına yeni eklenen içerikler olmuştur. Bunlardan ilki 1. ünite “Bilime Yolculuk”ta “FB.4.1.1. Bilimin özellikleri ile ilgili yansıtma yapabilme” ve “FB.4.1.2. Bilgi kaynağının güvenilirliğini sorgulayabilme”dir. Bir diğeri 8. ünite “Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar” ait “FB.4.8.1. Sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmaya ilişkin bilimsel sorgulama yapabilme”dir.

Tablo 5

Beşinci sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılması

2018 Programı		2024 Maarif Modeli Öğretim Programı	
Ünite No/Adı	Kazanım	Ünite No/Adı	Kazanım
1. Güneş, Dünya ve Ay	7	1. Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz	4
2. Canlılar Dünyası	1	2. Kuvveti Tanıyalım	5
3. Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme	5	3. Canlıların Yapısına Yolculuk	4
4. Madde ve Değişim	6	4. Işığın Dünyası	3
5. Işığın Yayılması	6	5. Maddenin Doğası	6
6. İnsan ve Çevre	8	6. Yaşamımızdaki Elektrik	3
7. Elektrik Devre Elemanları	3	7. Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm	3
Toplam	36		28

Tablo 5 incelendiğinde, beşinci sınıf için 2018 yılı programının 36 kazanımı, 2024 yılı öğretim programının 28 kazanımı / öğrenme çıktısı vardır. Öğrenme çıktısında %22,22 oranında bir azalma olduğu görülmektedir.

Beşinci sınıf 2024 ile 2018 programları üniteler ve öğrenme çıktıları açısından karşılaştırıldığında çeşitli benzerlikler görülmektedir. 2024 programındaki 1. ünite “Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz”in 2018 programındaki 1. ünite “Güneş, Dünya ve Ay” ile içerik olarak benzer olduğu görülmektedir. 2018 programında 3. ünite “kuvvet” konusu 2024 programı ile 2. üniteye alınmıştır. Üniteler “kuvvet ve kuvvetin ölçülmesi” ve “sürtünme kuvveti” içerik çerçevelerinde benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra “kütle ve ağırlık ilişkisi” içerik çerçevesindeki “FB.5.2.2.1. Kütleyle etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak tanımlayabilme” öğrenme çıktısı, 2018 programında 7. sınıf 3. ünite ile ilgili üniteye dahil edilmiştir. 2018 programında 7. sınıf 3. ünite “kütle ve ağırlık ilişkisi” konusuna ait diğer öğrenme çıktısı “F.7.3.1.3. Yer çekimini kütle çekimi olarak gök cisimleri temelinde açıklar.” ilgili üniteye dahil edilmemiştir. 2018 programında bulunan 2. ünite “Canlılar Dünyası” 2024 programında 3. sınıf seviyesine alındığı görülmektedir. 2024 programındaki 3. ünite “Canlıların Yapısına Yolculuk” içerik olarak incelendiğinde; 2018 öğretim programına göre 6. sınıfta bulunan destek ve hareket sistemi bölümü ile 7. sınıfta bulunan hücre ve organelleri bölümleri bazı eksiltmelerle (“F.7.2.1.2. Geçmişten günümüze, hücrenin yapısı ile ilgili görüşleri teknolojik gelişmelerle ilişkilendirerek tartışır.”) içerdiği görülmektedir. 2024 programında 4. ünite olan “Işığın Dünyası”nın da 2018 programındaki “Işığın Yayılması” ünitesinin içeriklerinin “Işığın Yayılması”, “Işığın Maddeyle Etkileşimi” ve “Tam Gölgenin Oluşumu”nun benzer oldukları görülmektedir. 2024 programındaki ilgili ünite “ışığın yansıması” içerik çerçevesinin 6. sınıf 4. ünite “Işığın Yansıması ve Renkler” ünitesine alındığı görülmektedir. 2024 programındaki 5. ünite “Maddenin Doğası” ise 2018 programındaki 4. ünite olan “Madde ve Değişim” ünitesiyle “Isı ve Sıcaklık”, “Isı ve Sıcaklık Arasındaki Farklar”, “Maddenin Hâl Değişimi” ve “Isı Akışı ile İlgili Temel Kavramlar” benzerlik göstermektedir. Ayrıca ilgili ünite 2018 programında bulunan “Maddenin ayırt edici özellikleri” ve “Isı maddeleri etkiler (Genleşme – Büzülme)” içerikleri 2024 programında 6. sınıf seviyesindeki “Maddenin Ayırt Edici Özellikleri” ünitesine alınmıştır. İlgili üniteye 2018 programında 6. sınıf seviyesinde yer alan “Maddenin Tanecikli Yapısı” ve “Madde ve Isı” bölümleri eklenmiştir. 6. ünite olan “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesinde 2018 programına göre içerik

olarak değişiklik görülmemiştir. 7.  nite olan “Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm”  nitesi ise 2018 programında 7. sınıf seviyesinde olan “Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm” bölümünü içermektedir. 2018 programındaki 6.  nite olan “İnsan ve  evre”nin içerikleri ise 2024 programında 6. sınıf seviyesine alınmıştır.

Tablo 6

Altıncı sınıf Fen Bilimleri Dersi  ğretim Programlarının Karşılaştırılması

2018 Programı		2024 Maarif Modeli �ğretim Programı	
�nite No/Adı	Kazanım	�nite No/Adı	Kazanım
1. Güneş Sistemi ve Tutulmalar	5	1. Güneş Sistemi ve Tutulmalar	4
2. Vücudumuzdaki Sistemler	11	2. Kuvvetin Etkisinde Hareket	3
3. Kuvvet ve Hareket	5	3. Canlılarda Sistemler	9
4. Madde ve Isı	13	4. Işığın Yansıması ve Renkler	7
5. Ses ve �zellikleri	9	5. Maddenin Ayırt Edici �zellikleri	6
6. Vücudumuzdaki Sistemler ve Sağlığı	11	6. Elektriğin İletimi ve Direnç	3
7. Elektriğin İletimi	5	7. Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim	4
Toplam	59		36

Tablo 6 incelendiğinde, altıncı sınıf için 2018 programında 59 kazanım, 2024 programında 36 kazanım / öğrenme çıktısı olduğu belirlenmiştir.  ğrenme çıktısında %38,98 oranında bir azalma olduğu görülmektedir.

Altıncı sınıf 2024 programı ile 2018 programları üniteler ve öğrenme  ıktıları açısından karşılaştırıldığında çeşitli benzerlikler ve farklılıklar görülmektedir. 2024  ğretim programında 1.  nite “Güneş Sistemi ve Tutulmalar” 2018 programıyla benzer içeriğe sahiptir. 2024 programında 2.  nite “Kuvvetin Etkisinde Hareket” 2018 programıyla “bileşke kuvvet” ve “dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetler” içerik  er evesi açısından benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte ilgili üniteye “sürat ve hız ilişkisi” içerik  er evesi kapsamında “FB.6.2.2.1. Sürat ve hız kavramlarını karşılaştırabilme” öğrenme çıktısı eklenmiştir. 2024 programında 3.  nite “Canlılarda Sistemler” içeriğini ise; 2018 programında 7. sınıfta bulunan “Bitki ve Hayvanlarda  reme, Büyüme ve Gelişme” bölümü ile 2018 programında 6. sınıfta “Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler” oluşturmaktadır. Ayrıca 2018 programında altıncı sınıf seviyesinde “Destek ve Hareket Sistemi” 2024 programında beşinci sınıf seviyesine, “Sindirim Sistemi”, “Dolaşım Sistemi”, “Kan Bağışı”, “Solunum Sistemi” ve “Boşaltım Sistemi” yedinci sınıf seviyesine alınmıştır. 2024 programında 4.  nite “Işığın Yansıması ve Renkler”in içeriğini ise 2018 programında beşinci sınıf seviyesinde bulunan “ışığın yansıması” bölümü ile yedinci sınıf seviyesinde bulunan “aynalar” ve “ışığın soğurulması” bölümleri oluşturmaktadır. 2018 programında 5.  nite olan “Ses ve özellikleri” ise 2024 programında sekizinci sınıfta olduğu görülmektedir. 2024 programında 5.  nite olan “Maddenin Ayırt Edici  zellikleri” ünitesinin içeriğini ise 2018 programında 5. sınıf seviyesinde bulunan “Isı ve Madde Etkileşimi” ve “Maddenin Hâl Değişim Noktaları” ile 2018 programında da olan “yoğunluk” bölümleri oluşturmaktadır. 2018 programında bulunan “Maddenin Tanecikli Yapısı” ve “Madde ve Isı,” bölümleri beşinci sınıf seviyesine ve “Yakıtlar” ise mevcut sınıf seviyesine 7.  niteye alınmıştır. 2024 programındaki 7.  nite “Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim”  nitesinin içeriğini ise “yakıtlar” ile birlikte 2018 programında 5. sınıf seviyesinde yer alan “biyoçeşitlilik” ve “insan ve  evre etkileşimi” bölümleri oluşturmaktadır. 2024 programındaki 6.  nite “Elektriğin İletimi ve Direnç”  nitesinin 2018 programıyla içeriklerinin benzer olduğu görülmektedir.

Tablo 7*Yedinci sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılması*

2018 Programı		2024 Maarif Modeli Öğretim Programı	
Ünite No/Adı	Kazanım	Ünite No/Adı	Kazanım
1. Güneş Sistemi ve Ötesi	10	1. Uzay Çağı	5
2. Hücre ve Bölünmeler	8	2. Kuvvet ve Enerjiyi Keşfedelim	3
3. Kuvvet ve Enerji	8	3. Vücudumuzdaki Sistemler	9
4. Saf Madde ve Karışımlar	16	4. Işığın Kırılması ve Mercekler	3
5. Işığın Madde ile Etkileşimi	12	5. Maddenin Doğasına Yolculuk	11
6. Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme	7	6. Elektriklenme	3
7. Elektrik Devreleri	6	7. Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji	2
Toplam	67		36

Tablo 7 incelendiğinde, yedinci sınıf için 2018 yılı programına ait toplam 67 kazanım, 2024 yılı programına ait toplam 36 kazanımın/öğrenme çıktısı olduğu belirlenmiştir. Öğrenme çıktısında %46,27 oranında bir azalma olduğu görülmektedir.

Yedinci sınıf 2024 ile 2018 programları üniteler ve öğrenme çıktıları açısından karşılaştırıldığında çeşitli benzerlikler ve farklılıklar görülmektedir. 2024 programında 1. ünite olan “Uzay Çağı” ünitesi 2018 programına göre 1. üniteye bulunan içerikle benzerdir. 2024 programında 2. ünite olan “Kuvvet ve Enerjiyi Keşfedelim” ünitesi içeriğine bakıldığında; “Fiziksel Anlamda Yapılan İş”, “Enerji Çeşitleri”, “Enerji Dönüşümleri” ve “Enerjinin Korunumu Yasası” içerik çerçevelerinde 2018 programı ile benzerlik gösterirken ilgili üniteden “kütle ve ağırlık ilişkisi” bölümünün 5. sınıf seviyesine alındığı görülmektedir. 2024 programında 3. ünite olan “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesinde ise; 2018 programında 6. sınıf seviyesinde olan “Sindirim Sistemi”, “Dolaşım Sistemi”, “Kan Bağıışı”, “Solunum Sistemi”, “Boşaltım Sistemi” içerik çerçevelerinin olduğu görülmektedir. 2018 programındaki “Hücre ve Bölünmeler” ünitesinin ise “hücre” kısmı 5. sınıf seviyesine “bölünmeler” kısmı ise 8. sınıf seviyesine alınmıştır. 2024 programında 4. ünite olan “Işığın Kırılması ve Mercekler” ünitesinin içeriğine bakıldığında; “Işığın kırılması” ve “mercekler” bölümlerinden oluştuğu ve 2018 programında olan “ışığın soğurulması” ve “aynalar” bölümlerinin 6. sınıf seviyesine alındığı görülmektedir. 2024 programında 5. ünite olan “Maddenin Doğasına Yolculuk” ünitesinde ise; “Maddenin Tanecikli Yapısı”, “Saf Maddeler”, “Karışımlar” ve “Karışımların Ayrılması” içerik çerçevelerinin olduğu 2018 programında olan “evsel atıklar ve geri dönüşüm” bölümünün ise 5. sınıf seviyesine alındığı görülmektedir. 2024 programında 6. ünite olan “Elektriklenme” ünitesinin içeriğini ise; 2018 programında 8. sınıf düzeyinde bulunan “Elektriklenme”, “Elektriklenme Çeşitleri” ve “Elektrik Yükleri” içerik çerçevelerinden oluştuğu görülmektedir. 2018 programında 7. sınıf seviyesinde bulunan “Elektrik Devreleri” ünitesi ise 8. sınıf düzeyine alınmıştır. 2024 programındaki 7. ünite olan “Sürdürülebilir yaşam ve Enerji” ünitesinin içeriklerini ise 2018 programında 8. sınıf seviyesinde bulunan “Besin Zinciri ve Enerji Akışı”, “Sürdürülebilir Yaşam” ve “Kaynakların Tasarruflu Kullanımı” içerik çerçeveleri oluşturmaktadır.

Tablo 8*Sekizinci sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılması*

2018 Programı		2024 Maarif Modeli Öğretim Programı	
Ünite No/Adı	Kazanım	Ünite No/Adı	Kazanım
1. Mevsimler ve İklim	3	1. Mevsimler ve İklim	2
2. DNA ve Genetik Kod	13	2. Yaşamı Kolaylaştıran Kuvvet	2
3. Basınç	3	3. Yaşamın Gizemi	8
4. Madde ve Endüstri	17	4. Sesin Dünyası	6
5. Basit Makineler	2	5. Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi	8
6. Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi	12	6. Elektriğin Yolculuğu	10
7. Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi	11	7. Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri	7
Toplam	61		43

Tablo 8 incelendiğinde, sekizinci sınıf için 2018 yılı programına ait toplam 61 kazanım, 2024 yılı programına ait toplam 43 kazanımın/öğrenme çıktısı olduğu belirlenmiştir. Öğrenme çıktısında %29,51 oranında bir azalma olduğu görülmektedir.

Sekizinci sınıf 2024 ile 2018 programları üniteler ve öğrenme çıktıları açısından karşılaştırıldığında çeşitli benzerlikler ve farklılıklar görülmektedir. 2024 programı 1. ünite olan “Mevsimler ve İklim” ünitesinin içeriğinde 2018 programına göre bir farklılık olmadığı görülmektedir. 2024 programında 2. ünite olan “Yaşamı Kolaylaştıran Kuvvet” ünitesi 2018 programında 5. ünite bulunan “basit makineler” bölümünü içermektedir. Ayrıca 2018 programında bulunan “basınç” konusu 2024 programından çıkarıldığı görülmektedir. 2024 programında 3. ünite olan “Yaşamın Gizemi” ünitesinin içeriği incelendiğinde ise; 2018 programında da bulunan “DNA ve Genetik Kod”, “Kalıtım” ve “Mutasyon ve Adaptasyon” içerik çerçevelerini içerdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte ilgili ünitelerden 2018 programında bulunan “modifikasyon” ve “biyoteknoloji” bölümlerinin ortaokul düzeyinden kaldırıldığı görülmektedir. İlgili üniteye, 2018 programında 7. sınıf seviyesinde olan “mitoz ve mayoz” bölümü de dahil edilmiştir. 2024 programında 4. ünite olan “Sesin Dünyası” ünitesinin içeriğinde ise; 2018 programında 6. sınıf seviyesinde olan “ses” konusu; “Sesin Oluşumu”, “Ses Kaynağından Uzaklığın ve Ses Şiddetinin İşitmedeki Rolü”, “Sesin Yansıması ve Soğurulması” ve 2018 programında 4. sınıf seviyesinde verilen “Ses Kirliliği” içerik çerçeveleri bulunmaktadır. Ayrıca ilgili üniteye anahtar kavramlara; 2018 programında bulunmayan “hertz” ve “frekans” kavramlarının eklendiği görülmektedir. 2024 programında 5. ünite olan “Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi” ünitesinin içeriğine bakıldığında ise; 2018 programındakine benzer şekilde “Periyodik Tablo”, “Fiziksel ve Kimyasal Değişimler”, “Kimyasal Tepkimeler” ve “Asitler ve Bazlar” içerik çerçevelerini içerdiği görülmektedir. Bununla birlikte 2018 programında bulunan “Maddenin Isı ile Etkileşimi” ve “Türkiye’de Kimya Endüstrisi” bölümlerinin ortaokul düzeyinden kaldırıldığı görülmektedir. 2024 programında 6. ünite olan “Elektriğin Yolculuğu” ünitesinin içeriğinde ise; 2018 programında 7. sınıf seviyesinde olan “Ampullerin Bağlanma Şekilleri” ve yine aynı seviyede verilen “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” içerik çerçevelerinin bulunduğu görülmektedir. Bununla birlikte 2018 programında bulunan “Elektrik Yükleri ve Elektriklenme” ile “Elektrik yüklü cisimler” içeriklerinin 7. sınıf seviyesine alındığı görülmektedir. 2024 programında 7. ünite olan “Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri” ünitesinin içeriğinde ise “Enerji Dönüşümleri” ve “Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları” bölümlerinin olduğu ve 2018 programında bulunan “Besin Zinciri ve Enerji Akışı” ve “Sürdürülebilir Kalkınma” bölümlerinin 7. sınıf seviyesine alındığı görülmektedir.

2.2. Beceriler ve Değerler

2024 programında; “Fen bilimleri dersinde öğrenme çıktıları; alana özgü beceriler, kavramsal beceriler, eğilimlerin yanı sıra sosyal-duygusal öğrenme becerileri, değerler ve okuryazarlık becerileri bütünleştirilerek yapılandırılmıştır. Öğrenme-öğretme uygulamalarında, alan becerilerinin ve kavramsal becerilerin tüm bileşenlerinin ardışık bir şekilde uygulanmasına dikkat edilmelidir.” şeklinde ifade edildiği üzere 2024 programının içeriği değerlendirilirken; alana özgü beceriler, kavramsal beceriler, eğilimler, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, değerler ve okuryazarlık becerileri incelenmiştir.

2024 programında içerik çerçevesi oluşturulurken öğrenme çıktıları; kavramsal beceriler, eğilimler, alan becerileri, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, değerler ve okuryazarlık becerileri ile bütünleştirilerek yapılandırılmıştır. 2018 programı ilgili açıdan incelendiğinde ise; programın temel beceriler, alana özgü beceriler (bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerileri) ve kök değerlerden oluştuğu görülmektedir.

2018 programında Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) belirlenen 8 anahtar yetkinliği içeren temel becerilere; 2024 programında daha çok sosyal duygusal öğrenme becerileri, erdem-değer-eylem çerçevesi, sistem ve okuryazarlık becerileri içinde detaylı ve sistematik bir şekilde yer verilmiştir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde, bilginin beceriye dönüşmesi esas hedef haline gelmiştir. Programda beceriler; kavramsal beceriler, alan becerileri, eğilimler, sosyal-duygusal öğrenme becerileri ve okuryazarlık becerileri olarak yapılandırılmıştır.

2024 fen programında yapılandırılan becerilerden biri olan “karmaşık bir süreç gerektirmeden edinilen ve gözlenebilen temel beceriler ile soyut fikirleri ve karmaşık süreçleri eyleme dönüştürürken zihinsel faaliyetlerin bir ürünü olarak kullanılan bütünleşik ve üst düzey düşünme becerileri” şeklinde ifade edilen kavramsal beceriler; temel beceriler, bütünleşik beceriler ve üst düzey düşünme becerileri olmak üzere üç başlık altında incelenmiştir. Bu beceriler incelendiğinde; her bir becerinin gerektirdiği süreçlerin tanımlandığı görülmektedir. Kavramsal becerileri ve alana özgü bütünleşik becerileri ve bu becerilerin süreç bileşenlerini de içeren yapılar ise alan becerileri olarak tanımlanmıştır. Toplamda 13 tane belirlenen fen bilimleri alan becerileri incelendiğinde; “bilimsel gözleme dayalı tahmin, bilimsel veriye dayalı tahmin, operasyonel tanımlama, hipotez oluşturma, bilimsel çıkarım yapma, bilimsel model oluşturma, tümevarıma dayalı akıl yürütme, tümdengelim dayalı akıl yürütme, kanıt kullanma ve bilimsel sorgulama” becerilerinin 2024 programına eklenen beceriler olduğu görülmektedir. Benzer şekilde 2024 öğretim programında ilk kez yer alan “eğilimler” programda “kişinin sahip olduğu becerileri gerekli durumlarda niyet, duyarlılık, isteklilik ve değerlendirme öğeleri doğrultusunda nasıl kullandığı ile ilgili zihinsel örüntüleri ifade etmektedir.” şeklinde tanımlanmaktadır. Programda eğilimler; benlik eğilimleri (E1), sosyal eğilimler (E2) ve entelektüel eğilimler (E3) olmak üzere 3 ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma ile eğilimlerin daha anlaşılabilir ve uygulanabilir olması amaçlanmıştır. Öğretim programlarındaki becerilerle doğrudan ilişkili olan eğilimler belirlenmiş ve bu eğilimlerin “öğretim programlarında bağımsız birer öğrenme çıktısı olmak yerine doğası gereği becerilerin öğrenme-öğretme yaşantılarında somut eylemlere dönüştürülmesinde” rol alması amaçlanmıştır. Programda ilk kez yapılandırılmış bir şekilde bulunan sosyal-duygusal öğrenme becerileri, okuryazarlık becerileri ve değerler de öğrencilerin bütüncül gelişimini sağlayarak, öğrencileri hayata hazırlamayı amaçlamaktadır. Programın tamamına entegre edilen ve diğer becerilerin gelişimini destekleyen sosyal-duygusal öğrenme becerileri; öğrencilerin bilişsel yönün yanı sıra sosyal ve duygusal yönden de gelişimini desteklemekte ve programda ilk kez yer almaktadır. Bu beceriler incelendiğinde; “bireyin ihtiyacı olan kişisel kaynakları geliştirerek kullanabilmesi” için benlik becerileri (SDB1), “bireyin toplumsal hayata etkin olarak katılabilmek ve günlük hayatta karşılaştığı problemlerin üstesinden gelebilmek” için sosyal yaşam becerileri (SDB2) ve “öğretim programlarında alan yazındaki diğer sosyal-duygusal öğrenme becerilerinin kavramsallaştırılmasından farklı biçimde özgün ortak/birleşik beceriler olarak ifade edilen” ortak/birleşik beceriler (SDB3) şeklinde üç bileşenli yapıda tanımlanmıştır. Sosyal-duygusal öğrenme becerileri ile “hem bireyin kendisi ve çevresiyle olumlu ilişkiler kurabilmesi, duygularını yönetebilmesi, empati yapabilmesi ve böylece sağlıklı bir benlik geliştirebilmesi” amaçlanmaktadır. 2024 öğretim programının amaçlarından biri de “insanların yeni durumlara uyum sağlayabilmesi, değişimi fark edebilmeleri, kendi kendilerine öğrenebilmeleri ve gelişen teknolojileri uygulayabilmeleri için alandan bağımsız okuryazarlığı bir beceri olarak öğrencilere kazandırmaktır.” Bu kapsamda okuryazarlık becerileri de sistem düşüncesi ile şekillendirilmiş ve 9 adet okuryazarlık becerisi tanımlanmıştır. Bu beceriler; farkındalık düzeyi, işlevsellik düzeyi ve eylemsellik

düzeyi olmak üzere üç düzeyde kurgulanmıştır. Bu kapsamda okuryazarlık becerilerinin ve süreç bileşenlerinin, sınıf içinde ve sınıf dışında yapılacak olan tüm etkinliklere entegre edilerek öğrencilere bu becerilerin kazandırılması hedeflenmiştir. Programda ilk kez açıkça görülebilir ve gözlemlenebilir bir yapıya sahip olan “erdem-değer-eylem çerçevesi” ise; “eylemlerden değerlere, değerlerden erdemli insana, erdemli insandan ise nihai hedef olarak "huzurlu aile ve toplum", "yaşanabilir çevre" ve "huzurlu insan"a ulaşmayı hedeflemektedir. Bu kapsamda toplamda 20 değer belirlenmiştir. Bütün bu beceriler ve değerler göz önüne alındığında; 2024 maarif modelinde beceriler öğrenme sürecinin bir parçası olarak birbirleriyle ilişkileri ve anlam özellikleriyle birlikte modellendiği görülmektedir. Beceriler arasındaki ilişkilendirmeler, beceri geliştirme sürecini dinamik bir yapıya kavuşturmuş ve böylece sürecin niteliğinin artmasına katkı sağlamıştır.

Değerler açısından bakıldığında ise; 2018 programında bulunan kök değerler; “adalet, dostluk, dürüstlük, öz denetim, sabır, saygı, sevgi, sorumluluk, vatanseverlik, yardımseverlik” iken 2024 programında bu “erdem-değer-eylem çerçevesi”nde saygı, sorumluluk ve adalet çatı değerler olmak üzere toplam 20 değerın süreç bileşenleri ve eylemleriyle birlikte tanımlandığı ve öğretim programına entegre edildiği anlaşılmıştır. 2024 programında “Kişisel hayat açısından önemli olan tasarruf, sabır, mahremiyet, mütevazılık, sağlıklı yaşam ve çalışkanlık değerleri insan; sevgi, dostluk, özgürlük, dürüstlük, vatanseverlik, yardımseverlik ve aile bütünlüğü değerleri aile ve sosyal çevre; temizlik, duyarlılık, estetik ve merhamet değerleri ise fiziksel çevre alanlarında yer almaktadır.” şeklinde ifade edilen değerlerden; tasarruf, mahremiyet, mütevazılık, sağlıklı yaşam, çalışkanlık, özgürlük, aile bütünlüğü, temizlik, duyarlılık, estetik ve merhamet değerlerinin 2024 programına yeni eklendiği görülmektedir.

3. Öğrenme-Öğretme Sürecine ait Bulgular

Öğretme öğrenme süreci açısından 2018 ve 2024 fen programlarının karşılaştırılması Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9

2018 ve 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında Öğretme-Öğrenme Süreci

Programlar	Öğrenme yaklaşımı/anlayışı	Öğretim stratejileri	Öğrenme Ortamı	Öğrenme-Öğretme Süreci	Öğretmen rolü	Öğrenci Rolü	Beklenen öğrenci davranışları
2018	Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı	- Problem çözme - Proje - Argümantasyon - İşbirliğine dayalı öğrenme - Tartışma	- Demokratik ve iş birlikli sınıf atmosferi - Okul dışı öğrenme ortamları - İnformal öğrenme ortamları	- Öğrenci merkezli - Etkili iletişim ve iş birliği - Disiplinler arası bakış açısı - Fen bilimlerinin matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesi - Keşfetme, Sorgulama - Argüman oluşturma - Ürün tasarlama - Girişimcilik - Bilim şenliği	- Teşvik edici - Yönlendirici - Rehber - Cesaret verici	- Kendi öğrenmesinden sorumlu - Bilginin kaynağını araştıran, sorgulayan, açıklayan, tartışan ve ürüne dönüştüren	- Üst düzey düşünme, - Ürün geliştirme, - Buluş ve inovasyon yapabilme - Akranlarla etkili iletişim ve iş birliği - Çok yönlü olma
2024	- Beceri temelli anlayış - Bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım temelli öğrenme yaklaşımı	- Probleme dayalı öğrenme - Proje tabanlı öğrenme - Buluş yoluyla öğrenme - Araştırma-inceleme dayalı - Yaşantı temelli - Proje temelli - Bağlam temelli - Sorgulamaya dayalı - İş birlikli öğrenme	- Bütüncül öğrenme ortamı - Geleneksel Fiziksel Öğrenme Ortamları - Çevrim İçi Öğrenme Ortamları - Sosyal Öğrenme Ortamları - Açık Alan/Sınıf Dışı Öğrenme Ortamları - Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik Tabanlı Öğrenme Ortamları	- Olumlu bir sınıf iklimi - Öğrenci merkezli - Etkili iletişim ve iş birliği - Disiplinler arası ilişkiler - Temel kabuller - Ön değerlendirme süreci - Köprü Kurma - Farklılaştırma uygulamaları - Zenginleştirme - Destekleme - Örnek olaylar, problemler ve açık uçlu sorular - Yaparak yaşayarak öğrenme fırsatları - Öğretim teknolojileri	- Öğrenmeye teşvik etme, - Öğrencinin bilgiye ulaşmasında rehberlik etme, - Öğrencilere uygun ipuçları ve dönütler vererek öğrencinin kendisinin bilgiyi araştırmasını ve üretmesini sağlama	- Öğrenme sorumluluğu üstlenen, - Öğrenme süreçlerine aktif katılan, - Kendini düzenleme (öz düzenleme) becerisine sahip, araştıran, sorgulayan, bilimsel tutum sergileyen	- Üst düzey düşünme ve bilimsel süreç becerilerini kullanma - Etik ve ahlaki değerleri benimseme - Çok yönlü olma - Akranlarla etkili iletişim, iş birliği

2018 ve 2024 öğretim programlarının öğrenme yaklaşımı/anlayışı açısından Tablo 9'daki bulgular değerlendirildiğinde, 2018 programının araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını benimsediği ve 2024 programının ise beceri temelli anlayışa sahip bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım temelli öğrenme yaklaşımını benimsediği görülmektedir. 2024 programında mühendislik uygulamalarına yapılan vurgu benzer şekilde 2018 öğretim programında da “öğrenme ve öğretme sürecinde öğretmenimizin rehberliğiyle öğrenciler, bilimsel bilgiyi mühendislik uygulamalarıyla bütünleştirerek ürüne dönüştüreceklerdir.” şeklinde görülse de programda temel alınan anlayışlar bakımından 2024 programının daha kapsayıcı olduğu görülmektedir. Programlarda temel alınan öğretim stratejileri açısından bakıldığında ise; yine 2024 programının bütüncül bir bakış açısına sahip olduğu ve 2018 programında benimsenen öğretim stratejilerine ek olarak, “bağlam temelli” ve “yaşantı temelli” gibi stratejilere ilk kez yer verildiği görülmektedir. 2018 programında kullanılan öğretim stratejisi olan “argümantasyon” 2024 programında öğretim stratejileri boyutunda yer almasa da fen bilimleri alan becerilerinden “Kanıt Kullanma Becerisi (FBAB12)” içerisinde “Bilimsel sorgulama, argümantasyon ve problem çözme süreçlerinin temel becerisini ifade eder.” şeklinde yer verilmiştir. Programlar öğrenme ortamlarının “demokratik ve iş birlikli olması” ve “okul dışı ve informal öğrenme ortamlarını” içermesi açısından benzerlik gösterirken, 2024 öğretim programında öğrenme ortamlarının çeşitlendiği ve “Çevrim İçi Öğrenme Ortamları”, “Sosyal Öğrenme Ortamları” ve “Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik Tabanlı Öğrenme Ortamları”na ilk kez değinildiği görülmektedir. Programlara öğrenme-öğretme süreci açısından bakıldığında ise; “öğrenci merkezli, etkili iletişim ve iş birliği, olumlu bir sınıf iklimi, disiplinler arası bakış/ilişkiler, keşfetme, sorgulama, yaparak yaşayarak öğrenme, ürün tasarlama” gibi süreçlerde ortak özelliklere sahip oldukları görülmektedir. Bununla birlikte 2024 programında öğrenme-öğretme süreçlerinde ilk kez yer verilen kavramlar olduğu görülmektedir. Bu kavramlar; programda öğrencilerin önceki öğrenmelerinden hareketle sahip olduğu varsayılan bilgi ve beceriler şeklinde tanımlanan “temel kabuller”; öğrencilerin hangi bilgi ve becerilere sahip olduklarının yanı sıra öğrenme sürecinde ilgi ve ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla yapılan “ön değerlendirme süreci”; öğrencilerin mevcut bilgi ve becerileri ile edinecekleri bilgi ve beceriler arasında bağlantı oluşturma süreci şeklinde tanımlanan “köprü kurma”; ve farklı öğrenme seviyelerine sahip öğrencilerin öğrenme ortamlarından kopmadan basit düzeyde ya da derinlemesine öğrenmelerinin sağlanması için oluşturulan “farklılaştırma uygulamaları”; bu uygulamalar içerisinde yer verilen öğretim programının ötesinde, genişletilmiş ve derinlemesine öğrenme fırsatları sağlayarak öğrencilerin bilgi ve becerilerini mümkün olan en üst düzeyde geliştirmeyi amaçlayan “zenginleştirme” ve öğrenme sürecinde daha fazla zaman ve tekrara ihtiyaç duyan öğrenciler için içerik, süreç, ürün ve öğrenme ortamındaki uyarlamaları kapsayan “destekleme” kavramlarıdır. Programlar öğretmen rolü açısından karşılaştırıldığında ise; “teşvik edici, yönlendirici, rehberlik etme, cesaret verme” kavramlarında benzerlik gösterse de 2024 programında ilk defa “öğrencilere uygun ipuçları ve dönütler vererek öğrencinin kendisinin bilgiyi araştırmasını ve üretmesini sağlama” ifadesiyle öğretmenlerin yönlendirici görevlerinin “ipucu” ve “dönüt” kavramlarıyla ilişkilendirilip, öğrencilerin bilgiyi kendilerinin yapılandırmalarını sağlamaları için detaylandırılmıştır. Programlar; öğrenci rolleri açısından karşılaştırıldığında ise, “öğrenme sorumluluğu üstlenen, öğrenme süreçlerine aktif katılan, bilimsel tutum sergileyen, bilginin kaynağını araştıran, sorgulayan, açıklayan, tartışan ve ürüne dönüştüren, kendini düzenleme (öz düzenleme) becerisine sahip” ifadeleri açısından birbirine benzer olduğu görülmektedir. 2018 öğretim programında “öz düzenleme” kavramına direkt olarak yer verilmese de Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) belirlenen sekiz anahtar yetkinlikten biri olan “öğrenmeyi öğrenme” yetkinliğinin “öz düzenleme” becerisini içerdiği görülmektedir. Benzer şekilde programlar beklenen öğrenci davranışları açısından değerlendirildiğinde; “üst düzey düşünme, bilimsel süreç becerilerini kullanma, etik ve ahlaki değerleri benimseme, akranlarla etkili iletişim ve iş birliği” vb. şeklinde her iki programda da beklenen öğrenci davranışlarının benzer olduğu görülmektedir.

Okul temelli planlama yoluyla ilk kez bağlamsal ve çevresel özellikler dikkate alınmış ve bu özelliklerin yeni öğretim programlarında yer bulması sağlanmıştır. Zümre öğretmenler kurulu tarafından ders kapsamında gerçekleştirilecek araştırma ve gözlem, sosyal etkinlikler, proje çalışmaları, yerel çalışmalar, okuma etkinlikleri gibi çalışmalara ayrılan süreyi ifade eden okul temelli planlama ile öğretmenlere öğretim programını uyarlama imkânı tanınmıştır.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin kazandırdığı program dışı etkinlikler ile zihinsel, sosyal-duygusal, fiziksel ve ahlaki gelişimi desteklemek; kazanılan becerilerin gerçek hayatta uygulanmasına olanak tanımak, okullarda yürütülen akademik çalışmaları zenginleştirmek, zamanı etkili kullanmak ve estetik duyarlılığı artırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla öğretim programlarına sosyal sorumluluk programı ve hayat boyu öğrenme eklenmiştir.

4. Ölçme Değerlendirme Ana Temasına Yönelik Bulgular

2018 ve 2024 fen programları, ölçme ve değerlendirme yaklaşımı açısından karşılaştırıldığında elde edilen bulgular Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

2018 ve 2024 Fen Öğretim Programlarında Ölçme ve Değerlendirme Açısından Benzerlik ve Farklılıklar

Benzerlikler	Farklılıklar /2024 programında eklenenler
“*Sürece yönelik *Çok odaklı ölçme ve değerlendirme *Değerlendirme sürecine öğrencinin aktif katılımı *Bireysel farklılıkları dikkate alma *Sürekli geri bildirimin sağlanması *Öğrencinin gelişiminin izlenmesi *Hem ürün hem de süreç değerlendirilmesi *Bilişsel, duyuşsal, devinişsel performanslarını sergileyebilecekleri fırsatlar sunma *Kazanımların ve açıklamaların sınırlarının esas alınması *Geçerli ve güvenilir araç ve tekniklerin kullanılması *Eğitim sürecinin tek bir boyutundan ziyade bütüncül olarak değerlendirilmesi *Birden fazla yöntem ve teknikle ölçme ve değerlendirme yapılması *İlgi, tutum, değer ve başarının sık aralıklarla ölçülmesi ve değerlendirilmesi”	“*Performansa dayalı ölçme araç ve yöntemlerine odaklanması *Becerilerin objektif puanlanmasında dereceli puanlama araçlarının kullanılmasına öncelik verilmesi *Ölçme ve değerlendirme uygulamalarının öğretim sürecini ve öğrenmeyi desteklemek amacıyla yürütülmesi *Öğrenmeleri iyileştirmek için sürekli, geliştirici (biçimlendirici) ölçme ve değerlendirme kullanılması; öğretim tasarım ve uygulamasında birinci önceliğin öğrenme sürecinde derinleşme olmasının teşvik edildiği bir anlayış benimsenmesi *Ölçme ve değerlendirme kapsamında amaca göre değerlendirme (tanılayıcı, biçimlendirici ve düzey belirleyici) uygulamalarının tümü kullanılması *Alana özgü ve kavramsal becerilerin, sosyal-duygusal öğrenme becerilerinin, değerlerin, eğilimlerin ve okuryazarlık becerilerinin desteklenmesi amacıyla çeşitli ölçme ve değerlendirme araçları kullanılması *Öğrenciye yönelik yargısal nitelik taşımayan ve öğrencileri motive eden geri bildirimler sağlanması *Öğretmenlerden “Öğretmen Yansıtmaları” bölümünde sürecin bütününde karşılaştığı sorunları, özel durumları ve önerilerini belirtmesi *Öğrencilerin ölçme ve değerlendirme sonuçlarının farklı paydaşlara raporlanması ve Norm referanslı raporlama sistemiyle yapılacak raporlamalar *Her ünite/tema/öğrenme alanında en az bir tane performans görevinin verilmesi ve uygulanması esas alınmıştır. *Öğrenci gelişiminin takibi ve öğrencilerin ihtiyacına göre öğretim tasarımının bireyselleştirilmesi, mümkün olduğunca eğitim teknolojileri ve çevrim içi öğrenme platformları ile desteklenmelidir. *Performansa dayalı ölçme ve değerlendirme faaliyetlerinde dijital teknolojiler (simülasyon, senaryo oluşturma, eğitsel oyun vb.) kullanılabilir. *Öğrenci portfolyoları, ödevler, projeler, performans görevleri, sunumlar, kontrol listeleri, sınavlar, gözlem ve görüşme formları, öğrenci anketleri, rol yapma, grup çalışması, ölçekler, mezun anketleri, sınıf içi tartışmalar, öz/akran/grup değerlendirmeleri ve yansıtma yazıları gibi kanıtlar; öğrenci performansını ölçmek ve geliştirmek amacıyla kullanılır.”

2018 programında ifade edilen bütün ilkeler 2024 programında da geçerli olmakla birlikte, 2024 programında ölçme ve değerlendirmeye yönelik bakış açısında farklılıklar olduğu görülmektedir. 2024 programında ölçme ve değerlendirme uygulamalarının “öğretim sürecini ve öğrenmeyi desteklemek amacıyla yürütülmesi” amacıyla biçimlendirici ölçme ve değerlendirme kullanılması ve öğretim tasarım ve uygulamasında birinci önceliğin öğrenme sürecinde derinleşmenin teşvik edildiği bir anlayış benimsenmiştir.

2024 programında ölçme ve değerlendirme kavramı yerine de kullanılan “öğrenme kanıtları” ifadesine ilk defa yer verilmiştir.

2018 programında da vurgu yapılan “geri bildirim”lerin 2024 programında; “nitelik olarak yargısal olmaması” ve “öğrenciyi motive etmesinin yanı sıra geri bildirim verilirken oyunlardan ve dijital teknolojilerden” yararlanılabileceği ifade edilmiştir. 2024 programında ilk defa görülen bir diğer değişiklik ise “öğrencilerin ölçme ve değerlendirme sonuçlarının farklı paydaşlara raporlanması” dır. Raporlamanın “adil, açık, anlaşılır ve bilgilendirici” bir şekilde “öğrenci ihtiyaçları” göz önünde bulundurularak “öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini, gelişim gösterdikleri alanları ve potansiyellerini” yansıtacak şekilde olması gerektiği de 2024 programında ifade edilmiştir. Bu kapsamda; “öğrencilerin hangi becerilerde gelişim gösterdikleri, hangi becerinin hangi sürecinde zorlandıklarına ilişkin bireyselleştirilmiş geri bildirimler; paydaşların öğrencilerin durumlarını anlamalarına ve geliştirmelerine yardımcı olabilir.” şeklindeki ifade de “bireyselleştirilmiş geri bildirim”e vurgu yapmaktadır. Benzer şekilde programda “norm referanslı raporlama” ile öğrencinin hem ülke çapındaki durumu hem de öğrencinin kişisel olarak yıllara göre gelişimi hakkında eğitimin tüm paydaşlarına objektif bilgi verileceği de belirtilmiştir. 2024 programında ilk defa yer verilen; “dijital teknolojiler (simülasyon, senaryo oluşturma, eğitsel oyun vb.)” ve “çevrim içi öğrenme platformları”nın ölçme ve değerlendirmede kullanılmasının gereklilik olduğu vurgulanmıştır. 2018 programından farklı olarak 2024 programında öğrenci performansını ölçmek ve geliştirmek amacıyla kullanılması gereken teknikler “öğrenci portfolyoları, ödevler, projeler, performans görevleri, sunumlar, kontrol listeleri, sınavlar, gözlem ve görüşme formları, öğrenci anketleri, rol yapma, grup çalışması, ölçekler, mezun anketleri, sınıf içi tartışmalar, öz/akran/grup değerlendirmeleri ve yansıtma yazıları” şeklinde belirtilmiştir. Yine bu tekniklerden biri olan performans görevi için ise “Her ünite/tema/öğrenme alanında en az bir performans görevinin verilmesi ve uygulanması esas alınmıştır.” ifadesi kullanılmıştır. 2024 programında 2018 programındakine benzer şekilde çok yönlü ele alınan ölçme ve değerlendirme uygulamalarında; “alana özgü ve kavramsal becerilerin, sosyal-duygusal öğrenme becerilerinin, değerlerin, eğilimlerin ve okuryazarlık becerilerinin desteklenmesi amacıyla” da ölçme ve değerlendirme araçlarının kullanılması ifade edilmiştir. Son olarak ise öğretmenlerden “Öğretmen Yansımaları” bölümünde sürecin bütününde karşılaştığı sorunları, özel durumları ve önerilerini belirtmesi beklenmektedir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada 2018 ve 2024 yılı fen bilimleri dersi öğretim programları amaç, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve ölçme değerlendirme uygulamaları açısından karşılaştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara dayalı olarak programların vizyonları karşılaştırıldığında; bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmeleri, girişimci, üst düzey düşünme ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilmeleri, evrensel etik ve ahlaki değerleri benimseyen ve dolayısıyla bireylerin çok yönlü gelişimlerinin desteklenmesi açısından benzerlik gösterdiği görülmüştür. Bununla birlikte 2024 programında bütüncül bir eğitim yaklaşımının temel alındığı ve becerilerin yapılandırılarak “alan becerileri”, “kavramsal beceriler”, “eğilimler”, “sosyal-duygusal beceriler”, “değerler” ve “okuryazarlık” olarak ele alındığı görülmektedir. Literatür incelendiğinde Türel vd. (2023) tarafından hazırlanan ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli tarafından yayımlanan “21. Yüzyıl Becerileri ve Değerlere Yönelik Araştırma Raporu”ndaki 21. Yüzyıl beceri modelinden faydalandığı anlaşılmıştır.

2018 ve 2024 programları, "Türk Milli Eğitimin Genel Amaçları ve Temel İlkeleri" doğrultusunda hazırlanmış olup, her iki program da bilimsel süreç becerileri, etik, sürdürülebilirlik bilinci ve fen bilimlerine yönelik kariyer farkındalığı gibi temel konularda benzerlik göstermektedir. Ancak 2024 programı, “bilimi takdir etme”, “küresel vatandaşlık”, “çevre etiği” ve “dijital dönüşüm” gibi yeni kavramlara vurgu yapmaktadır. Ayrıca, 2024 programı "beceri ve değer odaklı fen öğretimi"ni öne çıkarırken, disiplinler arası eğitim, sürdürülebilirlik ve tasarım odaklı uygulamaları bütüncül bir yaklaşımla ele almaktadır. Dijital okuryazarlık da programın önemli bileşenleri arasında yer almaktadır.

2018 ve 2024 programları içerikleri açısından ünite ve kazanım ile değerler boyutunda incelenmiştir. Programlar ünite sayıları açısından incelendiğinde; üçüncü ve dördüncü sınıf ünite sayılarının yediden sekize çıkarıldığı, diğer sınıf seviyelerinde yedişer ünite olarak aynı kaldığı görülmektedir. Programlar ünite isimleri açısından değerlendirildiğinde ise; 2018 programından farklı olarak 2024 programındaki bazı ünite isimlerinde “iyelik eki” ve dikkat çekici kelimelerin kullanıldığı görülmektedir. Örneğin; 3. sınıf 7. ünite “Toprağı Tanıyorum, Tarımı Keşfediyorum”, 4. sınıf 6. ünite “Enerji Dedektifleri”, 5. sınıf 1. ünite “Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz” ve 8. sınıf 3. ünite “Yaşamın Gizemi” şeklinde olduğu görülmektedir. Bu şekilde öğrencilerde; ünitelere ve konulara ait güdülenme artırılmak istenmiş olabilir. Bununla birlikte programda

ünitelerin yerlerinin de değiştiği görülmektedir. Belirgin olarak bir kural olmasa da 2018 programında beşinci sınıf seviyesinden itibaren önce “canlılar” sonra “kuvvet” şeklinde görülen ünite sıralaması, 2024 programıyla önce “kuvvet” sonra da “canlılar” konularının yer aldığı görülmektedir. Bununla birlikte 2024 programına 4. sınıf seviyesinden itibaren her bir öğrenim kademesine “sürdürülebilir yaşam” konusu ile ilgili üniteler son ünite olacak şekilde eklenmiştir. 2024 programında da belirtildiği üzere “sürdürülebilirliği temel alan fen öğretimi” gelişim alanının içeriğe eklendiği görülmektedir. Ayrıca 2024 programıyla 3. sınıf ve 4. sınıf seviyelerine de “bilim” ile ilgili üniteler eklenmiş ve ilk ünite olacak şekilde verilmiştir. Burada da 2024 programındaki “bilim kültürü ile zenginleşen fen öğretimi” alanına vurgu yapıldığı görülmektedir.

Kazanım (öğrenme çıktıları) sayısı olarak bakıldığında ise; 2024 programında tüm sınıf seviyelerinde kazanım sayılarının azaldığı sonucuna varılmıştır.

Öğrenme çıktıları üniteler ve sınıf düzeyinde incelendiğinde ise; konu ve kavramların hem ünite hem de sınıf düzeyinde yer alma durumlarında değişiklikler olduğu görülmektedir. Üçüncü sınıf düzeyindeki en dikkat çekici değişiklik; 2018 programında 5. sınıf seviyesinde verilen “canlıların sınıflandırılması” konusunun 2024 programında 3. sınıf seviyesinde verilmesidir. Şöyle ki 2018 programında “Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır.” kazanımı ile 12 ders saatinde verilmesi planlanan konu; 2024 programında 2. ünite olan “Canlılar Dünyasına Yolculuk” ünitesinin içerisindeki üç kazanımdan biri “Canlıları; mikroskopla görülebilen canlılar, mantarlar, bitkiler ve hayvanlar olarak sınıflandırabilme” ile ilgili ünite için toplam önerilen ders saatinin de 15 olduğu düşünüldüğünde ortalama 5-8 ders saatinde verilmesi planlanan bir öğrenme çıktısı olduğu görülmektedir. Burada içeriğin öğrenci seviyesine uygunluğunun yanı sıra önerilen ders saatinin azaltılması da konunun öğretilmesine yönelik uygulamada sorunlar yaşatabilir. Sıcak (2014) tarafından, 2005 fen ve teknoloji öğretim programındaki “canlılar ve hayat” öğrenme alanı içerisindeki canlılar dünyasının sınıflandırılması ünitesine ait yapının öğretmen görüşlerine göre incelenmesi amacıyla, yapılan çalışmada da 5. sınıf “canlıların sınıflandırılması” konusunda çok yoğun bir içerikle karşılaşıldığını ve öğrenci seviyesi ve ders süresi noktasında uygulamada sorunlar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bu bulgu çalışmadaki bu sonuçla benzerlik göstermektedir. Ayrıca ilgili konuda dikkat çeken bir diğer durumda; mantarların ve hayvanların sınıflandırılmasına tüm sınıf seviyelerinde yer verilmemesidir. Bununla birlikte 2018 programında 5. sınıf seviyesinde verilen “yıkıcı doğa olayları” konusunun tamamen fen bilimleri dersi öğretim programından kaldırıldığı görülmektedir. 2024 Maarif Modeli Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programı 4. sınıf seviyesinde “Afetlerin etkilerini azaltma konusunda yapılabileceklerle ilişkin oluşturduğu ürünü paylaşabilme” öğrenme çıktısının içeriğinde “deprem, çığ, heyelan, sel ve orman yangınları” gibi afetlerle ilgili bilgi verilse de disiplinler arası bir yaklaşımın benimsendiği 2024 programında da ilgili içeriklerin olmaması dikkat çekici bir durumdur. Bu bulgu, Benli Özdemir ve Kayabaşı, (2023) tarafından, fen öğretim programlarında doğal afetler konusunun karşılaştırmalı incelenmesi amacıyla, yapılan çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Şöyle ki ilgili çalışmada da 2005 programından itibaren hem sınıf seviyelerinde hem de doğal afetlerle ilgili konuların içeriğinin azaltıldığı ve 2018 yılı programından da 2013 yılı programında bulunan “deprem” kavramı bölümünün kaldırıldığı belirtilmiştir. Bu sonuç mevcut çalışmanın bulgusuyla benzerlik göstermektedir. Bilindiği üzere doğal afetlerle mücadelede en temel faktör eğitimidir. Özellikle 6 Şubat 2023 tarihli ve Kahramanmaraş merkezli deprem sonrasında; Türkiye’nin bir deprem ülkesi olması (Koçan ve Sürün, 2020) gerçeği de göz önüne alındığında fen öğretim programından kaldırılması düşündürücü bir durum olmuştur.

2024 yılı programındaki bir diğer yenilik ise; 2018 yılı programında altıncı sınıf seviyesinde verilen “Sindirim Sistemi”, “Dolaşım Sistemi”, “Kan Bağışı”, “Solunum Sistemi” ve “Boşaltım Sistemi” içeriklerinin yedinci sınıf seviyesine alınmasıdır. Öğrencilerin bilişsel gelişimleri ve yaş grupları düşünüldüğünden dolayı bu konuların bir üst sınıfa aktarılmış olabileceği söylenebilir (Çelik, 2017).

2024 yılı programına 6. sınıf seviyesinde “sürat ve hız ilişkisi” konusunun eklendiği görülmektedir. 2018 programında ortaöğretim Fizik dersinde verilen “sürat ve hız” ilişkisinin 2024 programında ortaokul seviyesinde verilmesinin sebebi; öğrencilerin ilgili konuda kavram yanlışlarına sahip olmaları olabilir. Sürat kavramını öğrenen ama hız kavramını bilmeyen ortaokul öğrencileri, bu iki kavramı aynı anlamda kullanabilirler (Aydın, 2008). Bunun için basit düzeyde vektörel hesaplara girmeden bu kavramların arasındaki farkların bilinmesi ortaöğretim fizik dersindeki temel kabulleri yerine getirebilir (MEB, 2024).

2018 yılı programında sekizinci sınıf seviyesinde verilen modifikasyon, biyoteknoloji, Türkiye’de Kimya Endüstrisi ve özısı konuları ile basınç ünitesinin de 2024 yılı programından çıkarıldığı görülmektedir. Bu kavramlardan “modifikasyon” kavramının benzer şekilde 2013 yılı programında da bulunmadığı görülmektedir (MEB, 2013). Bunun sebebi ise; öğrencilerde modifikasyon, mutasyon, doğal seçim ve adaptasyon kavramlarında görülen kavram yanlışlarının (Akyürek ve Afacan, 2013) yanı sıra modifikasyon kavramının hem adaptasyon hem de doğal seçim kavramıyla karıştırılması ve birbirinin yerine kullanılması (Bakırcı ve Çalık, 2013) olabilir. Bu sebeple 2024 yılı programından “modifikasyon” kavramı çıkarılmış

olabilir. Programdan çıkarılması dikkat çeken bir diğer konu basınçtır. Bu durumun sebebi ise öğrencilerin basınç konusundaki kavramsal anlama düzeylerinin düşük olması ve farklı kavram yanlışlarına sahip olmaları (Kaya vd., 2018) olabilir. Bu kavram yanlışlarının bir sebebi ise matematiksel işlemlerdeki bilgi ve beceri eksikliği olabilir (Bozan ve Küçüközer, 2007; Önen, 2005). Dolayısıyla basınç konusunun ortaöğretim düzeyine alınarak, öğrencilerin matematiksel işlem eksikliklerinin giderildikten sonra ilgili konunun verilmesi daha uygun görülmüş olabilir. Ek olarak özısı konusunun 2024 fen programından çıkarılması ile ilgili olarak da; öğrencilerin ısı, sıcaklık ve özısı kavramlarında sahip oldukları kavram yanlışları (Aydoğan vd., 2003) ve genellikle bu kavramları birbirileri yerine kullanması (Duman ve Avcı, 2016) sebebiyle kavramsal anlamalarının düşük olması olabilir. Bu sebeple ilgili konunun ortaöğretim seviyesinde öğrencilere verilmesi bilişsel açıdan daha uygun bulunmuş olabilir.

Programlar öğrenme-öğretme süreci açısından değerlendirildiğinde ise; 2018 programı araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını benimserken, 2024 programının bütüncül öğrenme yaklaşımı ile beceri temelli anlayışa sahip bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım temelli öğrenme yaklaşımını benimsediği görülmektedir. 2024 programında mühendislik uygulamalarına yapılan vurgu benzer şekilde 2018 öğretim programında da “öğrenme ve öğretme sürecinde öğretmenimizin rehberliğiyle öğrenciler, bilimsel bilgiyi mühendislik uygulamalarıyla bütünleştirerek ürüne dönüştüreceklerdir.” şeklinde görülse de programda temel alınan anlayışlar bakımından 2024 programının daha kapsayıcı olduğu görülmektedir. 2024 yılı programının ihtiyaç analizi sürecinde de belirtildiği üzere; uluslararası raporlar (Avrupa Birliği Komisyonu, 2011; Commission of the European Communities, 2008) ve küresel ölçekli sınavlardan (Taş vd., 2016; Yücel ve Karadağ, 2016) elde edilen sonuçlar neticesinde beceri temelli ve bütüncül gelişim alanlarına uygun bir anlayışa sahip olduğu görülmektedir. Programlarda temel alınan öğretim stratejileri açısından bakıldığında ise; yine 2024 programının bütüncül bir bakış açısına sahip olduğu ve 2018 programında benimsenen öğretim stratejilerine ek olarak ve programda ilk kez “bağlam temelli” ve “yaşantı temelli” gibi stratejilere yer verildiği görülmektedir. Literatür incelendiğinde özellikle soyut nitelikteki konuların somutlaştırılmasında öğrencilerin ilgisini çekebilecek “bağlamlar” ve “yaşantılar” verilmesinin öğrencilerin ilgisini çektiği (Acar ve Yaman, 2011; Dong, 2005) ve başarısını da artırdığı belirtilmiştir. Bu şekilde gerçekleşen öğrenmeler ise; kolay, anlamlı ve kalıcı olabilir (Topuz vd., 2013). Bu anlamda programın genel olarak yaklaşımında ve öğretim stratejilerinde yapılan değişikliklerin öğrenme-öğretme süreci açısından olumlu olduğu söylenebilir. Ayrıca 2024 programında öğrenme-öğretme sürecinde ilk kez yer verilen “temel kabuller”, “ön değerlendirme süreci”, “köprü kurma” ile “zenginleştirme” ve “destekleme” olarak iki kısımda incelenen “farklılaştırma uygulamaları” kavramları da olumlu olarak değerlendirilmektedir. Özellikle burada en çok dikkat çeken bir diğer kavram da “farklılaştırma”dır. Burada öğrencilerin bireysel farklılıklarını karşılamaya yönelik, ilgi ve tutumlarına göre düzenlenen öğrenme ortamlarıyla öğrencilerin akademik başarı farklarının azalması ve tüm öğrencilerde öğrenmenin gerçekleşmesiyle (Yeşilyurt, 2020) ilgili bir beklentiye vurgu yapılmaktadır. Literatür incelendiğinde de bu şekilde gerçekleşen öğrenmelerde öğrencilerin akademik başarılarının arttığı belirtilmektedir (Çelik ve Şengül, 2005; Savcı ve Kırkıç, 2012). Bu anlamda bu değişiklik de olumlu bulunmuştur. 2018 programında da bahsedilen ve 2024 programında yapılandırılan diğer kavramlar ise “okul temelli planlama” ile “sosyal sorumluluk programı” ve “hayat boyu öğrenme” olmak üzere iki kısımdan oluşan “program dışı etkinlikler” olmuştur. Okul temelli planlamalarla öğretmenlere özerklik sağlanması ve sosyal sorumluluk programı ile de çeşitli alanlarda proje ve faaliyetlerin gerçekleştirilip öğrencilerin toplumsal sorumluluk bilincinin geliştirilmesine katkı yapılmasının amaçlanması da öğrencilerin gelişimlerinin bütüncül olarak ele alındığını göstermektedir. Ayrıca okul temelli planlamalar ile öğretmenlerin uygulama sürecine katılımının olumlu olacağı düşünülmektedir (Taşdemir, 2006).

Programlar ölçme-değerlendirme anlayışı bakımından karşılaştırıldığında ise; 2018 programında ifade edilen bütün ilkeler 2024 programında da geçerli olmakla birlikte, 2024 programında ölçme ve değerlendirmeye yönelik bakış açısında farklılıklar olduğu görülmektedir. Şöyle ki, 2024 programında ölçme ve değerlendirme uygulamalarının “öğretim sürecini ve öğrenmeyi desteklemek amacıyla yürütülmesi” amacıyla biçimlendirici ölçme ve değerlendirme kullanılması öğretim tasarım ve uygulamasında birinci önceliğin öğrenme sürecinde derinleşmenin teşvik edildiği bir anlayış benimsenmiştir. İlgili literatürde biçimlendirici değerlendirmenin öğrencilerin akademik başarılarını, tutum ve motivasyonlarını artırdığı görülmektedir (Andrade ve Heritage, 2017; Bell ve Cowie, 2002; Yin vd., 2008). Bununla birlikte biçimlendirici değerlendirmedeki temel anlayış öğrenme için değerlendirme (Yalaki, 2015) üzerine olduğu için bu programın uygulanmasıyla birlikte öğrencilerdeki öğrenme eksikliklerinin giderilmesiyle ilgili çalışmaların artacağı ve bu anlayışın öğrenme-öğretme sürecini olumlu etkileyeceği düşünülmektedir. Dolayısıyla 2024 programında ölçme ve değerlendirme kavramı yerine de kullanılan “öğrenme kanıtları” ifadesi de bu yorumu destekler niteliktedir. Not verme amaçlı yapılan değerlendirmenin aksine ölçme ve değerlendirme süreci 2024 programında “öğrencilerden elde edilen öğrenme kanıtları” üzerinden

değerlendirilmektedir. Geri bildirimlerin yargısal olmaması ve bireysel olmaları da öğrenmeyi artıran ve öğrencilere öğrenme hedeflerine göre güçlü ve zayıf yönlerini gösteren bir durum olacaktır (Brookhart, 2008). 2024 programıyla birlikte ilk defa yer verilen “dijital teknolojiler” ve “çevrim içi öğrenme platformları” öğrenmeyi destekleme ve çeşitlendirme anlamında olumlu olarak değerlendirilmiştir (Palluff & Pratt, 2009; Türksöy, 2019). 2024 programında ilk kez yer verilen “norm referanslı raporlama” öğrencilerin gelişimi hakkında tüm paydaşlara şeffaf ve objektif bilgi vermesi anlamında olumlu değerlendirilmiştir. Bunların yanı sıra 2024 programında “öğrenme çıktısı” ve “öğrenme kanıtları” kavramları da sırasıyla 2018 programında geçen “kazanım” ve “ölçme ve değerlendirme” kavramları yerine kullanıldığı dikkatten kaçmamıştır. Son olarak, öğretmenlerden “Öğretmen Yansıtması” bölümünde süreçte rubrikler ile öğretim süreçlerini gözlemleme, akran ve öz değerlendirme gibi doğrudan sınıf içi uygulamalarında karşılaştığı sorunları, özel durumları ve önerilerini belirtmelerinin beklenmesi, ise programın değişen ve gelişen ihtiyaçlara cevap verebileceğini düşündürmektedir.

ÖNERİLER

Doküman analizi yöntemi kapsamında sadece iki alan uzmanının ilgili programları incelemesiyle gerçekleştirilen araştırmada, verilere dayalı yapılan tartışmalar ve varılan sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilere yer verilmiştir.

2024 Maarif modeli Fen öğretim programının; doğasının anlaşılması ile öğrenme-öğretme süreci ve ölçme-değerlendirme sürecindeki yeni kavramların uygulamaya geçirilmesine yönelik öğretmenlere hizmet içi eğitimler verilebilir.

2024 programında yansıtma ve gözlem için kullanılması önerilen rubrik, akran değerlendirme gibi testler; hazırlanması öğretmenler için yorucu ve zaman alıcı olduğundan programa eklenebilir.

2024 programında bilimin doğası ile ilgili ünitelerin 3. ve 4. sınıf seviyelerinde kaldığı görülmektedir. Kalıcılık anlamında bu konu diğer sınıf seviyelerinde sarmal yapıda verilebilir.

2024 yılı fen öğretim programının uygulanmasına ilişkin öğretmen görüşlerinin belirlenmesi, öğretmenlerin program okuryazarlığında karşılaştığı sıkıntılar, biçimlendirici değerlendirme uygulamalarının sınıf ortamında nasıl gerçekleştiği konularında çalışmalar yapılarak sürecin etkileşimli olarak ilerlemesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Acar, B., & Yaman, M. (2011). Bağlam temelli öğrenmenin öğrencilerin ilgi ve bilgi düzeylerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 1-10.
- Aksoy, H., & Ünsal, Y. (2019). 2013 ve 2017 yılları fen bilimleri dersi öğretim programlarının fizik konuları bağlamında; içerik ve ünite organizasyonu bakımından karşılaştırılması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(3), 1-19. <https://doi.org/10.30855/gjes.2019.05.03.001>
- Akyürek, E., & Afacan, Ö. (2013). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin “Hücre bölünmesi ve kalıtım” ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve analogi ile kavramsal değişim metinleri kullanılarak giderilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 175-193.
- Andrade, H. L., & Heritage, M. (2017). *Using formative assessment to enhance learning, achievement, and academic self-regulation*. (J. H. McMillan, Dü.) New York and London: Routledge.
- Avrupa Birliği Komisyonu. (2011). *Science education in Europe: National policies, practices and research*. Brüksel.
- Aydın, S. (2008). *İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersi kuvvet ve hareket ünitesinin sosyal yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı çerçevesinde öğretimi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Aykaç, N., Küçük, H., Kartal, M., Tilkibaş, Ş., & Keskin, G. (2011). Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan günümüze 4. ve 5. sınıf fen öğretim programlarının öğretim programının öğelerine göre değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 10(3), 824-835.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., & Gürer, F. (2018). 2018 fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018..-412111>
- Bakırcı, H., & Çalık, M. (2013). Adaptasyon ve doğal seçim konusunda geliştirilen rehber materyallerin sekizinci sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarının giderilmesine etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 38(168), 215-229.
- Başar, T., & Demiral, Ü. (2020). 2013, 2017 ve 2018 fen bilimleri dersi öğretim programlarının karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 261-292. <https://doi.org/10.19171/uefad.600882>
- Bell, B., & Cowie, B. (2002). *Formative Assessment and Science Education*. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers.
- Benli Özdemir, E., & Kayabaşı, Y. (2023). 1969'dan günümüze ortaokullarda okutulan fen öğretim programlarında yer alan “doğal afetler” konusunun karşılaştırılmalı incelenmesi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(4), 1282-1291. <https://doi.org/10.33206/mjss.1299047>
- Bozan, M., & Küçüközer, H. (2007). İlköğretim öğrencilerinin basınç konusu ile ilgili problemlerin çözümünde yaptıkları hatalar. *İlköğretim Online*, 6(1), 24-34.
- Brookhart, S. M. (2008). *How to give effective feedback to your students*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Candaş, B., Kırık, Z., Kılınç, A., Güven, O., & Özmen, H. (2019). 2013 ve 2018 fen bilimleri öğretim programlarının genel eğilimler ve yaklaşımlar açısından karşılaştırılması. *Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1668-1697. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2019.176>
- Commission of the European Communities. (2008). *Improving competences for the 21st Century: An agenda for European Cooperation on schools*. Brussels. <http://ec.europa.eu>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (4th edition) Boston: Pearson Education.
- Çelik, N. G., & Şengül, S. (2005). Tam öğrenme yönteminin ilköğretim 6. sınıf matematik öğrencilerinin akademik başarıları ile kalıcılık düzeylerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 107-122.

- Çelik, Ö. (2017). *Ortaokul fen bilimleri dersi 6. sınıf öğretim programı vücudumuzdaki sistemler teması bakımından değerlendirilmesi: Konya il merkezi örneği* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Deveci, İ. (2018). Türkiye’de 2013 ve 2018 yılı fen bilimleri dersi öğretim programlarının temel öğeler açısından karşılaştırılması. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 799-825. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.342260>
- Dong, Z. Y. (2005). Improving learning in undergraduate control engineering courses using context-based learning models. *International Journal of Engineering Education*, 21(6), 1076-1082.
- Duman, M. Ş., & Avcı, G. (2016). Sekizinci sınıf öğrencilerinin maddenin halleri ve ısı ünitesine yönelik kavram yanlışları. *Uşak Üniversitesi Eğitim araştırmaları Dergisi*, 2(3), 129-165. <https://doi.org/10.29065/usakead.256383>
- Düzgünoğlu, H. (2018). *Cumhuriyet dönemi ilkököl ve ortaokul fen öğretim programlarının içerik açısından karşılaştırmalı olarak incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Eskicumalı, A., Demirtaş, Z., Gür Erdoğan, D., & Arslan, S. (2014). Fen ve teknoloji dersi öğretim programları ile yenilenen fen bilimleri dersi öğretim programlarının karşılaştırılması. *International Journal of Human Sciences*, 11(1), 1077-1094.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Mevcut fen bilgisi programı ile 2001-2002 öğretim yılında uygulamaya konulacak olan yeni fen bilgisi programının karşılaştırılması. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 273, 33-38.
- Karaca, M., & Akbaba, U. (2022). Türk tarihinde fen eğitimi uygulamaları ve köy enstitülerinde fen eğitimi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(4), 1582-1606. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2022.22.74506-834863>
- Kaya, D., Bozdağ, H. C., & Ok, G. (2018). Yedinci sınıf öğrencilerinin basınç konusundaki kavramsal anlamaları ve kavram yanlışlarının matematiksel hatalar açısından incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 321-341. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2017..-362113>
- Keskinkılıç Yumuşak, G. (2017). 2005 fen ve teknoloji ve 2013 fen bilimleri öğretim programı madde ve değişim öğrenme alanı kazanımlarının karşılaştırmalı analizi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 596-613. <https://doi.org/10.14686/buefad.289474>
- Koçan, N., & Sürün, S. (2020). 1. derece deprem kuşağında yer alan Balıkesir-Burhaniye kenti için deprem parkı önerisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1), 14-31. <https://doi.org/10.17100/nevbittek.681336>
- MEB. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3. 4. 5. 6. 7 ve 8.sınıflar)*. Ankara.
- MEB. (2024). *Ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar) Türkiye yüzyılı maarif modeli*. Ankara.
- MEB. (2024). *Ortaokul sosyal bilgiler dersi öğretim programı (4,5,6 ve 7. sınıflar) Türkiye yüzyılı maarif modeli*. Ankara.
- MEB. (2024). *Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı (9,10,11 ve 12. sınıflar) Türkiye yüzyılı maarif modeli*. Ankara.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Önen, F. (2005). *İlköğretimde basınç konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının yapılandırmacı yaklaşım ile giderilmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Palloff, R. M., & Pratt, K. (2009). *Assessing the Online Learner*. San Francisco: Jossey -Bass.
- Saban, Y., Aydoğdu, B., & Elmas, R. (2014). 2005 ve 2013 fen bilgisi öğretim programlarının 4. ve 5. sınıf düzeylerinin bilimsel süreç becerileri açısından karşılaştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(32), 62-85.
- Savaş, Y., & Yıldırım, M. (2022). Fen bilimleri öğretim programları araştırmalarına ilişkin bir meta-sentez çalışması. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 12, 92-124. <https://doi.org/10.21733/ibad.943498>

- Savcı, H., & Kırkıcı, K. A. (2012). Tam öğrenme yönteminin kavram haritalarıyla birlikte kullanıldığında kimya öğrencilerinin başarı düzeylerine etkisi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 194-226.
- Seren, S., & Veli, E. (2018). 2005 yılı itibarıyla değişen fen bilimleri dersi öğretim programlarında stem eğitimine yer verilme düzeylerinin karşılaştırılması. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 24-47.
- Sıcak, A. (2014). Fen ve teknoloji öğretim programı sarmallığının incelenmesi: 2005 fen ve teknoloji öğretim programı örneği. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 182-192.
- Taş, U. E., Arıcı, Ö., Özarkan, H. B., & Özgürlük, B. (2016). *PISA 2015 ulusal raporu*. Ankara: MEB. https://www.kamupersoneli.net/images/upload/PISA2015_Ulusal_Rapor.pdf
- Taşdemir, M. (2006). sınıf öğretmenlerinin planlama yeterliklerini algılama düzeyleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(3), 287-307.
- Topuz, F., Genç, S., Bacanak, A., & Karamustafaoğlu, O. (2013). Bağlam temelli yaklaşım hakkında fen ve teknoloji öğretmenlerinin görüşleri ve uygulayabilme düzeyleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 240-261.
- Türel, Y. K., Şimşek, A., Şengül Vautier, C. G., Şimşek, E., & Kızıltepe, F. (2023). *21. yüzyıl becerileri ve değerlere yönelik araştırma raporu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Türksoy, E. (2019). *Artırılmış gerçeklik ve çevrim içi materyallerle bütünleştirilen öğretim yöntemlerinin, fen dersindeki başarı ve kalıcılığa etkisi: Karma desen* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.
- Ülçay, O. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli değerlendirmesi. *Ulusal Eğitim Toplum ve Dünya Dergisi*, 1(2), 70-75. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11097248>
- Yalaki, Y. (2015). Bıçimlendirici değerlendirme. BİDOMEĞ, & Y. Yalaki (Düz.) içinde, *Bilimin doğasının öğretimi konusunda öğretmenin mesleki gelişiminin süreç boyunca desteklenmesi etkinliklerle bilimin doğasının öğretimi*. Ankara.
- Yeşilyurt, E. (2020). Tam öğrenme yaklaşımı. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 1548-1580. <https://doi.org/10.15869/itobiad.695755>
- Yıldıran, G. (2012). Cumhuriyet döneminde eğitim ve eğitim kurumları. *Bogazici University Journal of Education*, 29(2), 1-26.
- Yılmaz, A., & Morgil, İ. (1992). Türkiye'de fen öğretiminin genel bir değerlendirmesi sonuçları ve öneriler. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(7), 269-278.
- Yin, Y., Shavelson, R. J., Ayala, C. C., Ruiz-Primo, M. A., Brandon, P. R., Furtak, E. M., . . . Young, D. B. (2008). On the impact of formative assessment on student motivation, achievement, and conceptual change. *Applied measurement in Education*, 21(4), 335-359. <https://doi.org/10.1080/08957340802347845>
- Yücel, C., & Karadağ, E. (2016). *TIMSS 2015 Türkiye: Patinajdaki eğitim*. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi.

Comparison of the 2024 Türkiye Century Maarif Model and the 2018 Science Course Curriculum in Terms of Key Elements

Burcu Torun^{1*} 
Orhan Karamustafaoglu² 

¹MoNE, Akinoğlu Middle School,
Amasya, Türkiye
burcu.torun1@gmail.com

²Amasya University, Department of
Science Education, Amasya, Türkiye
orhan.karamustafaoglu@amasya.edu.tr

*Corresponding Author

This study was presented as an oral
presentation at the 16th National Science
and Mathematics Education Congress.

Received: 14.01.2025
Accepted: 28.02.2025
Available Online: 30.05.2025

Abstract: This study aims to compare the 2018 and 2024 Türkiye Century Maarif Model Science Curricula in terms of objectives, content, teaching-learning processes, and assessment & evaluation components. Designed with a qualitative approach, the study employs document analysis as its research method. The data sources consist of the Science Curricula approved by the Board of Education and Discipline in 2018 and 2024. According to the findings, the 2024 curriculum differs in its philosophy by emphasizing sustainability as a fundamental principle, integrating social-emotional learning skills, and addressing concepts such as digital transformation, self-regulation, data-driven decision-making, affective awareness, and adherence to safety rules. In terms of content, the 2024 curriculum highlights instructional principles such as progressing from close to distant and from concrete to abstract concepts. Structurally, it differs from the 2018 curriculum by removing the term "subject area" and replacing "learning objectives" with "learning outcomes." Regarding assessment and evaluation, the 2024 curriculum places greater emphasis on formative assessment compared to the 2018 curriculum and prioritizes a skills-based assessment and evaluation approach. Based on these findings, this study is expected to inform science teachers about the newly implemented Türkiye Century Maarif Model Science Curriculum, thereby enhancing the effectiveness of instructional practices. Additionally, it may provide curriculum evaluators with access to more up-to-date literature in the field.

Keywords: 2024 Türkiye Century Maarif Model, 2018 Science Curriculum, Document Analysis, Science Education

INTRODUCTION

Science education in Türkiye has been a significant component of educational policies since the foundation of the Republic. It has been continuously updated to support the country's scientific and technological development. The historical evolution of science curricula has been shaped in parallel with Türkiye's social and economic needs as well as global scientific advancements (Karaca & Akbaba, 2022). During the early Republican period, science education was primarily focused on fundamental scientific knowledge; over time, it evolved into a structure aimed at fostering interdisciplinary learning and scientific thinking skills (Yıldırım, 2012). Educational reforms implemented since the 1950s have emphasized the development of scientific process skills in science education. In the 1980s and 1990s, steps were taken to modernize the education system by aligning it with global trends (Aykaç et al., 2011; Yılmaz & Morgil, 1992).

Since the 2000s, innovative approaches have been adopted in science curricula, such as enhancing scientific literacy and integrating science education with technology and engineering (Kaptan & Korkmaz, 2001). The curriculum revisions made in 2013 and 2018, in particular, introduced comprehensive changes that reflect Türkiye's goal of educating individuals capable of competing in the global scientific arena (Bahar et al., 2018). In this process, science education has evolved beyond merely transmitting theoretical knowledge, incorporating structures aimed at fostering students' critical thinking, problem-solving, and research skills (Ministry of National Education [MoNE], 2013, 2018). Most recently, with the introduction of the 2024 Maarif Model, Türkiye aims to adopt a more holistic approach to science education, taking steps to enhance students' scientific thinking skills at both national and international levels (MoNE, 2024; Ülçay, 2024).

As indicated, science education in Türkiye is continuously updated and developed in response to global scientific advancements and innovative educational approaches. Understanding the philosophical foundations underlying changes in science curricula is crucial for adopting new concepts, principles,

methods, and strategies emerging in the teaching-learning process. In this context, comparing the similarities and differences between the existing and new curricula is of great importance (Savaş & Yıldırım, 2022). Such comparisons also contribute to a clearer understanding of shifts in teacher and student roles. By identifying the strengths and weaknesses of the new curriculum, constructive suggestions can be developed for its further improvement.

A review of the literature reveals that previous studies have evaluated newly implemented science curricula by comparing them with their predecessors (Aksoy & Ünsal, 2019; Başar & Demiral, 2020; Candaş et al., 2019; Deveci, 2018; Düzgünoğlu, 2018; Eskicumalı et al., 2014; Keskinçilic Yumuşak, 2017; Saban et al., 2014; Seren & Veli, 2018). These studies indicate that the 2005, 2013, and 2018 science curricula have been examined in terms of general trends and approaches. Additionally, various variables such as objectives and content, teacher and student roles, learning domains, learning outcomes, and assessment-evaluation practices have been compared.

Currently, no study has compared the 2024 science curriculum, which has been implemented for 5th-grade students in the 2024-2025 academic year, with the 2018 science curriculum still in use for other grade levels. Therefore, this study aims to compare the 2018 and 2024 Türkiye Century Maarif Model Science Curricula in terms of objectives, content, teaching-learning process, and assessment & evaluation components. In this regard, the study seeks to identify the elements and concepts that have been modified, added, or removed in the 2024 Maarif Model compared to the 2018 curriculum.

Based on this aim, the research addresses the following questions:

1. What are the differences between the 2018 and 2024 Science Curricula in terms of objectives (vision and purpose)?
2. What are the differences between the 2018 and 2024 Science Curricula in terms of content (units, learning outcomes, skills, and values)?
3. What are the differences between the 2018 and 2024 Science Curricula in terms of teaching-learning processes?
4. What are the differences between the 2018 and 2024 Science Curricula in terms of assessment and evaluation?

METHOD

Research Model

In this study, document analysis was conducted within the scope of the qualitative research approach. Document analysis involves the systematic examination of written information sources related to the subject under investigation (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). The study aimed to code documents under specific categories and themes.

Data Collection and Analysis

The primary data sources of this study were the 2018 Science Curriculum and the 2024 Türkiye Century Maarif Model Science Curriculum, both approved by the Turkish Board of Education (TTKB). Content analysis was employed to analyze the data. This method involves generating specific codes and themes from similar data, followed by organizing and interpreting these themes in a meaningful way (Creswell, 2012). Within this framework, the curricula were examined holistically, and the themes under which the data would be presented were determined. As a result of these examinations, the data were categorized under four main themes: objectives, content, teaching-learning process, and assessment and evaluation. The 2018 and 2024 Science Curricula were independently analyzed by two experts with doctoral degrees in science education, following the predefined themes. To assess the reliability of the analyses, Miles and Huberman's (1994) reliability formula was applied: $\text{Reliability} = \frac{\text{Agreement}}{\text{Agreement} + \text{Disagreement}} \times 100$. The intercoder reliability rate was calculated as 90%, ensuring a high level of consistency in the analysis.

RESULTS

The findings of the study are presented under four themes: objectives, content, teaching-learning process, and assessment and evaluation, based on the comparison of the 2018 Science Curriculum and the 2024 Türkiye Century Maarif Model Science Curriculum.

1. Results Related to the Objectives Theme

1.1. Vision in the 2018 and 2024 Science Curricula

When examining the visions of the 2018 Science Curriculum and the 2024 Türkiye Century Maarif Model Science Curriculum, it is observed that although the term "vision" is not explicitly stated in either program, both curricula possess a vision under different headings.

In the 2018 curriculum, the vision is expressed under the heading "Perspective of the Curriculum" as follows: "The fundamental aim of our education system is to cultivate individuals who integrate values (justice, friendship, honesty, self-discipline, patience, respect, love, responsibility, patriotism, benevolence) and competencies (communication in the native language, communication in foreign languages, mathematical competence and fundamental competence in science/technology, digital competence, learning to learn, social and civic competence, initiative and entrepreneurship, cultural awareness and expression) with knowledge, skills, and behaviors."

In contrast, the vision of the 2024 curriculum is defined under the heading "Fundamental Approach and Specific Objectives of the Science Curriculum" as follows: "The Science Curriculum aims to cultivate individuals who possess the skills required by the modern era, have a lifelong learning habit, can utilize higher-order thinking and scientific process skills, embrace ethical and moral values, exhibit an entrepreneurial mindset, and have career awareness in the field of science."

The 2024 curriculum's emphasis on "individuals who can utilize higher-order thinking and scientific process skills" and "entrepreneurial individuals" corresponds to the description in the 2018 curriculum, which highlights "an individual who produces knowledge, can functionally use it in life, solves problems, thinks critically, is entrepreneurial, determined, possesses communication skills, empathizes, and contributes to society and culture."

Additionally, the 2024 curriculum introduces a more comprehensive perspective by incorporating the following statement: "The Turkish education system aims for the holistic development of individuals and is based on a comprehensive educational approach. With this goal and approach, the 'Türkiye Century Maarif Model' has been developed to effectively support students' multidimensional development by integrating domain-specific skills, conceptual skills, tendencies, socio-emotional skills, values, and literacy as a whole."

In this respect, while the new curriculum retains the concepts of "values" and "competencies" from the 2018 Science Curriculum, it expands the definition of domain-specific skills by incorporating new concepts such as "domain-specific skills," "conceptual skills," "tendencies," and "socio-emotional skills," which were not explicitly included in the 2018 curriculum.

1.2. Objectives in the 2018 and 2024 Science Curriculum

In the 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Model, the objectives are presented under the heading "The Fundamental Approach and Specific Objectives of the Science Curriculum." In contrast, the 2018 curriculum lists these objectives in a bullet-point format under the heading "Specific Objectives of the Curriculum." Both curricula emphasize that the objectives have been designed in alignment with the "General Objectives and Fundamental Principles of Turkish National Education." The corresponding objectives in both curricula are presented in Table 1.

Table 1*Similarities and Differences Between the Objectives of the 2018 and 2024 Science Curricula*

2018	2024	Benzerlik/Farklılık
“To provide fundamental knowledge about astronomy, biology, physics, chemistry, earth and environmental sciences, as well as science and engineering applications,”	“Having fundamental knowledge of physics, chemistry, biology, astronomy, earth, and environmental sciences,”	These two objectives are similar.
“To adopt scientific process skills and the scientific research approach in the process of exploring nature and understanding the relationship between humans and the environment, and to develop solutions to problems encountered in these fields. To help individuals understand how scientific knowledge is generated by scientists, the processes it undergoes, and how it is used in new research,”	“Making data-driven decisions by centering a scientific perspective when encountering events and situations in their environment, appreciating the nature of science, adhering to scientific ethical principles, and possessing scientific thinking skills, Recognizing the contributions of scientists to science and society through the lens of the history of science, and adopting the understanding that science is a collective effort of cultures by examining examples of scientists,”	The categorized and compared objectives are similar. The concepts of 'appreciation of science' and 'understanding that science is a collective effort of cultures' are introduced as a new perspective in the 2024 curriculum.
“To raise awareness of the mutual interaction between individuals, the environment, and society, and to develop an understanding of sustainable development concerning society, the economy, and natural resources,”	“Using natural resources efficiently with a consciousness of sustainability, having a sense of global citizenship and environmental ethics, being sensitive to nature and environmental issues, and acting accordingly,”	These two objectives are similar. The concepts of 'global citizenship' and 'awareness of environmental ethics' are newly introduced in the 2024 curriculum.
“To encourage individuals to take responsibility for everyday life problems and to utilize scientific knowledge, scientific process skills, and other life skills in solving these problems.” To foster curiosity and interest in natural phenomena and events occurring in one's surroundings, and to develop positive attitudes towards them,”	“Becoming individuals with high cognitive and affective awareness, effectively utilizing literacy skills, and possessing a critical perspective,”	The objective in the 2024 curriculum is similar to the two objectives in the 2018 curriculum.
“To enhance career awareness and entrepreneurial skills related to science,”	“Developing an entrepreneurial and career consciousness towards science and engineering fields through interdisciplinary education approaches and design-oriented practices”	Both curricula emphasize career awareness and entrepreneurial skills; however, the 2024 curriculum offers a broader perspective by linking these aspects to an 'interdisciplinary educational approach' and 'design-oriented practices.
“To promote awareness of the importance of safety in scientific studies and to cultivate a consciousness of safe working practices” “To develop reasoning abilities, scientific thinking habits, and decision-making skills through the use of socio-scientific issues,”	“Behaving in accordance with safety rules in daily life and scientific studies.” “Showing curiosity about socio-scientific issues, conducting research, questioning, and developing innovative solutions with an interdisciplinary perspective,”	These two objectives are similar. These two objectives are similar but differentiated in the 2024 science curriculum through the concept of an 'interdisciplinary perspective.
“To instill universal moral values, national and cultural values, and principles of scientific ethics”	“Possessing virtues aligned with universal, national, and cultural values and putting these virtues into action,”	These two objectives differ in the 2024 science curriculum in terms of translating virtues into action.
	“Discovering that the universe and the world they live in are an integrated system and becoming aware that they are part of this whole, Being aware of the role of digital transformation in the advancement of science, adapting to changing technology, and using technology efficiently with environmental awareness.”	These two objectives have no equivalent in the 2018 science curriculum.

Analysis of Table 1 reveals that both curricula aim to provide students with knowledge in fundamental scientific fields such as physics, chemistry, biology, astronomy, earth, and environmental sciences. Similarly, both curricula emphasize the acquisition of basic knowledge in science and engineering applications. Developing scientific thinking, inquiry, and research skills is a key objective in both programs. Additionally, the use of scientific process skills in both daily life and scientific studies is emphasized in both curricula. Environmental awareness, sustainability, global citizenship, and environmental ethics, along with fostering awareness of the interrelationships between individuals, the environment, and society, are common themes highlighted in both programs. The processes of scientific knowledge production, the societal impact of this knowledge, and the contributions of scientists to society, supported by examples, hold significant importance in both curricula. Moreover, adopting universal, national, and cultural values and teaching scientific ethical principles are among the core objectives of both programs. However, it can be stated that the 2024 curriculum is more comprehensive than the 2018 curriculum, offering a broader and more holistic approach to science education. Notably, the objectives in the 2024 curriculum, such as ‘discovering that the universe and the world they live in constitute an integrated system and becoming aware that they are a part of this whole’ and ‘being aware of the role of digital transformation in the advancement of science, adapting to evolving technologies, and using technology effectively with environmental consciousness,’ have no direct equivalents in the 2018 curriculum.

Overall, it is observed that the concepts of ‘appreciation of science,’ ‘understanding that science is a collective effort of cultures,’ ‘global citizenship,’ ‘awareness of environmental ethics,’ ‘interdisciplinary educational approach,’ and ‘design-oriented practices’ are newly introduced in the 2024 curriculum.

2. Results on the Main Content Theme

2.1. Units and Learning Outcomes

The 2024 curriculum does not include learning domains. Instead of the term "learning objective," the term "learning outcome" is used. Table 2 presents the number of learning objectives/outcomes in the 2018 and 2024 science curricula.

Table 2

Number of Learning Objectives/Outcomes in the 2018 and 2024 Science Curricula

Grade	2018	2024
3	36	20
4	46	19
5	36	28
6	59	36
7	67	36
8	61	43
Total	305	182

An analysis of Table 2 reveals a 40.33% decrease in the number of learning objectives/outcomes in the 2024 curriculum compared to the 2018 curriculum.

Table 3*Comparison of the Third Grade Science Curricula*

2018 Curriculum		2024 Maarif Model Curriculum	
Unit No/Title	Learning Objective	Unit No/Title	Learning Outcome
1.Let's Get to Know Our Planet	5	1.Journey of Scientific Discovery	2
2.Our Five Senses	3	2.Journey into the World of Living Things	3
3.Let's Get to Know Force	4	3.Geologists at Work	2
4.Let's Get to Know Matter	4	4.Let's Get to Know Matter, Mix and Separate	3
5.Light and Sounds in Our Environment	8	5.Discovering Motion	2
6.Journey into the World of Living Things	8	6.Electricity That Makes Our Lives Easier	3
7.Electric Vehicles	4	7.Getting to Know Soil, Exploring Agriculture	2
		8.Journey to the Living Habitats of Organisms	3
Total	36		20

An analysis of Table 3 reveals that for the third grade, the 2018 curriculum includes a total of 36 learning objectives, while the 2024 curriculum includes 20 learning outcomes. This represents a 44.44% decrease in learning outcomes.

The third-grade 2018 and 2024 curricula show similarities in terms of learning objectives (outcomes) and units. The 6th unit in the 2018 curriculum and the 2nd unit in the 2024 curriculum have identical titles. When evaluating the learning outcomes of the related units, it is observed that in the 2018 curriculum, "F.3.6.1.1. Classifies living and non-living things using examples from the environment" and "F.3.6.1.2. Presents observation results related to the life cycle of a plant" contain basic biological concepts, while in the 2024 curriculum, "FB.3.2.1. Classifies living things as microorganisms, fungi, plants, and animals visible under a microscope" and "FB.3.2.3. Applies inductive reasoning to explain the life cycles of living things" are introduced at the 5th-grade level in the 2018 curriculum. The relevant unit in the 2018 curriculum focuses solely on "the life cycle of a plant," whereas the 2024 curriculum covers a broader topic, "the life cycles of living things." Additionally, the content related to "the functions of sensory organs" in the relevant unit aligns with the content of the 2nd unit, "Our Five Senses," in the 2018 curriculum.

Both curricula include a learning outcome titled "Classifies the surrounding substances according to their states" in the 4th unit. In the 2018 curriculum, the unit is called "Let's Get to Know Matter," while in the 2024 curriculum, it is titled "Let's Get to Know Matter, Mix and Separate." Additionally, the 2024 curriculum introduces a new learning outcome, "FB.3.4.2. Conducts experiments using appropriate methods to separate mixtures encountered in daily life," which is covered in the 4th unit titled "Properties of Matter" in the 4th grade of the 2018 curriculum. The learning outcome "FB.3.4.3. Solves problems related to the separation of waste" in the 2024 curriculum is addressed in the 7th-grade 4th unit, specifically in the topic "F.7.4.5. Household Waste and Recycling" of the 2018 curriculum.

The 3rd unit of the 2018 curriculum, "Let's Get to Know Force," is content-wise similar to the 5th unit of the 2024 curriculum, "Discovering Motion." The 6th unit in the 2024 curriculum, "Electricity That Makes Our Lives Easier," and the 2018 unit "Electric Vehicles" share similar content regarding "Electric Vehicle Equipment" and "Safe Use of Electric Vehicle Equipment." Furthermore, the topic "Energy-Efficient Use of Electricity" in the 2018 curriculum is covered in the 4th grade 6th unit, "Conscious Consumer."

The content of the 1st unit "Let's Get to Know Our Planet" in the 2018 curriculum is similar to the content of the 3rd unit "Let's Explore Our Earth" in the 4th grade of the 2024 curriculum.

The content of the 5th unit "Light and Sounds in Our Environment" in the 2018 curriculum is included in the 4th grade topics "In Search of Light" and "The Role of Light in Vision," as well as the

8th grade unit "The World of Sound," covering the content "Formation of Sound" and "The Role of Sound Intensity in Hearing."

New content has been added to the 2024 third-grade curriculum. The first is the 1st unit, "Journey of Scientific Discovery." The learning outcomes are "FB.3.1.1. Be able to question the ways to access scientific knowledge" and "FB.3.1.2. Be able to generalize about the characteristics of scientists." Another addition is the 7th unit, "Getting to Know Soil, Exploring Agriculture." The learning outcomes "FB.3.7.1. Be able to make scientific observations about soil formation and structure" and "FB.3.7.2. Be able to generalize about the needs for a plant to grow" have been included in the 2024 curriculum.

In the 2024 program, the content of the 3rd unit, "Geologists at Work," corresponds to the 4th grade, 1st unit "Earth's Crust and the Movements of Our Earth" in the 2018 program. Similarly, the 8th unit, "Journey to the Living Habitats of Organisms," in the 2024 program has content similar to the 5th grade, 6th unit "Humans and the Environment" in the 2018 program. The learning outcome "FB.3.8.2. Be able to operationally define the diversity of life in a habitat" includes the term "operationally define," which is a new concept added to the 2024 science curriculum.

Table 4

Comparison of the Fourth Grade Science Curriculum

2018 Curriculum		2024 Maarif Model Curriculum	
Unit No/Title	Learning Objective	Unit No/Title	Learning Outcome
1. The Earth's Crust and Movements of Our Earth	5	1. Journey to Science	2
2. Our Foods	6	2. I Eat Healthy	3
3. The Effects of Force	5	3. Let's Explore Our Earth	3
4. Properties of Matter	10	4. The Change of Matter	2
5. Lighting and Sound Technologies	12	5. Discovering Magnets	3
6. Humans and the Environment	2	6. Energy Detectives	2
7. Simple Electrical Circuits	3	7. In Search of Light	3
		8. Sustainable Cities and Communities	1
Total	43		19

When Table 4 is examined, it is determined that the 2018 program for the fourth grade contains a total of 43 achievements, while the 2024 program contains a total of 19 achievements/learning outcomes. A decrease of 55.81% in learning outcomes is observed.

When comparing the fourth-grade 2024 and 2018 programs in terms of units and learning outcomes, several similarities can be seen. The 2nd unit of the 2024 program, "I Eat Healthy," is generally similar in content to the "Our Foods" unit in the 2018 program. The 2018 program includes learning outcomes such as "F.4.2.1.5. Recognize the negative effects of alcohol and smoking on human health" and "F.4.2.1.6. Take responsibility to reduce smoking in their immediate surroundings," while in the 2024 program, the focus is more on the "functions of foods and the cause-effect relationships between them and healthy living." The 3rd unit of the 2024 program, "Let's Explore Our Earth," is content-wise similar to the "Movements of the Earth" section of the 1st unit in the 2018 program, "The Earth's Crust and Movements." The topics "Shape of the Earth" and "Structure of the Earth" in the relevant unit are found in the 2018 program's 3rd-grade "Let's Discover Our Planet" unit.

The 4th units of both the 2024 and 2018 science programs contain similar learning outcomes in terms of content. The learning outcome related to the concept of "separation of mixtures" from the 2018 program is included in the 2024 program's 3rd-grade 4th unit. The learning outcomes in the 5th unit, "Discovering Magnets," in the 2024 program are similar to the content of "F.4.3.2. The Force Applied by Magnets" in the 2nd topic of the 3rd unit of the 2018 program. The learning outcome "FB.4.6.1. Conducting scientific inquiry to establish a simple electric circuit" from the 6th unit, "Energy

Detectives," in the 2024 program corresponds to the content of the 7th unit, "Simple Electric Circuits," in the 2018 program. The relevant unit's learning outcome, "FB.4.6.2. Critically thinking about renewable and non-renewable energy sources," is found in the 4th topic of the 6th unit, "F.6.4.4. Fuels," in the 2018 program. The 7th unit, "In Pursuit of Light," in the 2024 program covers topics such as "The Role of Light in Seeing" and "Light Sources," which are part of the 5th unit, "Light and Sound in Our Environment," in the 2018 3rd-grade curriculum. Additionally, the topic of "light pollution" in the 7th unit of the 2024 program overlaps with "F.4.5.3. Light Pollution" under the "Lighting and Sound Technologies" title in the 5th unit of the 2018 program.

New content has been added to the 4th-grade 2024 program. The first is in the 1st unit, "Journey to Science," with the learning outcomes "FB.4.1.1. Reflecting on the characteristics of science" and "FB.4.1.2. Questioning the reliability of the information source." Another new addition is in the 8th unit, "Sustainable Cities and Communities," with the learning outcome "FB.4.8.1. Conducting scientific inquiry to establish a sustainable living area."

Table 5

Comparison of the 5th Grade Science Curriculum

2018 Curriculum		2024 Maarif Model Curriculum	
Unit No/Title	Learning Objective	Unit No/Title	Learning Outcome
1. The Sun, Earth, and Moon	7	1. Our Neighbors in the Sky and Us	4
2. The World of Living Things	1	2. Understanding Force	5
3. Measuring Force and Friction	5	3. A Journey into the Structure of Living Things	4
4. Matter and Change	6	4. The World of Light	3
5. The Propagation of Light	6	5. The Nature of Matter	6
6. Humans and the Environment	8	6. Electricity in Our Lives	3
7. Electrical Circuit Components	3	7. Sustainable Living and Recycling	3
Total	36		28

When Table 5 is examined, it can be seen that the 2018 program for the fifth grade has a total of 36 learning outcomes, while the 2024 program has 28 learning outcomes. This represents a 22.22% decrease in the number of learning outcomes.

When comparing the fifth-grade 2024 and 2018 programs in terms of units and learning outcomes, various similarities can be observed. The first unit, "Our Neighbors in the Sky and Us" in the 2024 program, is similar in content to the first unit, "The Sun, Earth, and Moon," in the 2018 program. In the 2018 program, the topic of "force" in Unit 3 has been moved to Unit 2 in the 2024 program. The units "Force and Measurement of Force" and "Frictional Force" show similarities in terms of content. Additionally, the learning outcome "FB.5.2.2.1. Be able to define the force of gravity affecting mass as weight" from the 2024 program is included in the 2018 program in Unit 7, Grade 3. The other learning outcome related to the "mass and weight relationship" topic in Unit 7 of the 2018 program, "F.7.3.1.3. Explains gravity as mass attraction based on celestial bodies," is not included in the related unit. The second unit of the 2018 program, "The World of Living Things," is transferred to the third-grade level in the 2024 program. The third unit of the 2024 program, "A Journey into the Structure of Living Things," includes content from the 2018 curriculum, such as the support and movement system in Grade 6 and cell and organelles in Grade 7, with some reductions. For instance, "F.7.2.1.2. Discusses the structure of the cell throughout history in relation to technological developments," is excluded. The fourth unit in the 2024 program, "The World of Light," is similar in content to the "Light Propagation" unit from the 2018 program, with topics such as "Light Propagation," "Light Interaction with Matter," and "Formation of Complete Shadows" being shared. The "reflection of light" content in the 2024 program's relevant unit is included in the Grade 6 Unit 4 "Reflection of Light and Colors" in the 2018 program. The fifth unit in the 2024 program, "The Nature of Matter," aligns with the "Matter and

Change" unit in the 2018 program in areas such as "Heat and Temperature," "Differences Between Heat and Temperature," "Phase Changes of Matter," and "Basic Concepts Related to Heat Flow." Furthermore, the "Distinguishing Properties of Matter" and "Effects of Heat on Matter (Expansion – Contraction)" topics from the 2018 program are incorporated into the 2024 program at the Grade 6 level in the unit "Distinguishing Properties of Matter." The sections on "The Particle Structure of Matter" and "Matter and Heat" from the 2018 program are also added. No content changes are observed in the "Electricity in Our Lives" unit (Unit 6) of the 2024 program compared to the 2018 program. The seventh unit, "Sustainable Living and Recycling," includes content from the 2018 program's Grade 7 "Domestic Waste and Recycling" section. The contents of the "Humans and the Environment" unit in the 2018 program, which was at the Grade 6 level, are transferred to the 2024 program at the Grade 6 level.

Table 6*Comparison of the Sixth Grade Science Curriculum*

2018 Curriculum		2024 Maarif Model Curriculum	
Unit No/Title	Learning Objective	Unit No/Title	Learning Outcome
1. The Solar System and Eclipses	5	1. The Solar System and Eclipses	4
2. The Systems in Our Body	11	2. Motion Under the Influence of Force	3
3. Force and Motion	5	3. Systems in Living Organisms	9
4. Matter and Heat	13	4. Reflection of Light and Colors	7
5. Sound and Its Properties	9	5. Distinctive Properties of Matter	6
6. The Systems in Our Body and Health	11	6. Transmission of Electricity and Resistance	3
7. The Transmission of Electricity	5	7. Sustainable Living and Interactions	4
Total	59		36

When Table 6 is examined, it is determined that the 2018 program for the 6th grade has 59 achievements, while the 2024 program has 36 achievements/learning outcomes. A decrease of 38.98% in learning outcomes is observed.

When comparing the 2024 program with the 2018 program in terms of units and learning outcomes, various similarities and differences can be seen. The 1st unit, "The Solar System and Eclipses," in the 2024 curriculum has a similar content to the 2018 program. The 2nd unit, "Motion Under the Influence of Force," in the 2024 curriculum shows similarity in the content framework regarding "resultant force" and "balanced and unbalanced forces" with the 2018 program. Additionally, the 2024 program has added a learning outcome "FB.6.2.2.1. Compare the concepts of speed and velocity" under the content framework of "relationship between speed and velocity." The content of the 3rd unit, "Systems in Living Organisms," in the 2024 program is composed of the "Reproduction, Growth, and Development in Plants and Animals" section from the 7th grade in the 2018 program and the "Control and Regulatory Systems" section from the 6th grade in the 2018 program. Moreover, the "Support and Movement System," previously in the 6th grade in the 2018 program, is now placed in the 5th grade level in the 2024 program, while the "Digestive System," "Circulatory System," "Blood Donation," "Respiratory System," and "Excretory System" are moved to the 7th grade level. The 4th unit in the 2024 program, "Reflection of Light and Colors," is made up of the "Reflection of Light" section from the 5th grade and the "Mirrors" and "Absorption of Light" sections from the 7th grade in the 2018 program. The "Sound and Its Properties" unit in the 2018 program has been moved to the 8th grade level in the 2024 program. The 5th unit in the 2024 program, "Distinctive Properties of Matter," consists of content that was previously found at the 5th-grade level in the 2018 program, including "Heat and Matter Interaction" and "Phase Change Points of Matter," as well as the "Density" section. The

"Particle Structure of Matter" and "Matter and Heat" sections from the 2018 program have been moved to the 5th grade level, while the "Fuels" section has been placed in the current class level at the 7th unit. The 7th unit in the 2024 program, "Sustainable Living and Interactions," includes content from the "Fuels" section along with "Biodiversity" and "Human and Environmental Interaction" from the 5th grade level in the 2018 program. Finally, the 6th unit in the 2024 program, "Transmission of Electricity and Resistance," shows content similarity with the 2018 program.

Table 7

Comparison of 7th Grade Science Curriculum

2018 Curriculum		2024 Maarif Model Curriculum	
Learning Objective	Unit No/Title	Learning Outcome	Learning Objective
1. The Solar System and Beyond	10	1. The Space Age	5
2. Cells and Divisions	8	2. Let's Explore Force and Energy	3
3. Force and Energy	8	3. Systems in Our Body	9
4. Pure Substances and Mixtures	16	4. Refraction of Light and Lenses	3
5. Interaction of Light with Matter	12	5. Journey to the Nature of Matter	11
6. Reproduction, Growth, and Development in Living Organisms	7	6. Electrification	3
7. Electric Circuits	6	7. Sustainable Living and Energy	2
Total	67		36

Upon examining Table 7, it has been determined that the 2018 program for 7th grade has a total of 67 learning outcomes, while the 2024 program has a total of 36 learning outcomes. This indicates a decrease of 46.27% in the number of learning outcomes.

When comparing the 2024 and 2018 programs for 7th grade in terms of units and learning outcomes, various similarities and differences can be observed. The 1st unit in the 2024 program, "The Space Age," is similar in content to the 1st unit of the 2018 program. The 2nd unit of the 2024 program, "Let's Explore Force and Energy," is comparable to the 2018 program in terms of content, specifically in the sections "Work Done in Physical Terms," "Types of Energy," "Energy Transformations," and "The Law of Conservation of Energy." However, the section on "mass and weight relationship" has been moved to the 5th-grade level. The 3rd unit in the 2024 program, "Systems in Our Body," includes content from the 6th grade level of the 2018 program, such as the "Digestive System," "Circulatory System," "Blood Donation," "Respiratory System," and "Excretory System." The "Cells and Division" unit from the 2018 program has been split, with the "cells" section moved to the 5th grade level and the "division" section moved to the 8th grade level. The 4th unit in the 2024 program, "Refraction of Light and Lenses," includes content on "refraction of light" and "lenses." The "absorption of light" and "mirrors" sections from the 2018 program have been moved to the 6th-grade level. The 5th unit in the 2024 program, "Journey to the Nature of Matter," includes content such as "The Particle Structure of Matter," "Pure Substances," "Mixtures," and "Separation of Mixtures." The "household waste and recycling" section from the 2018 program has been moved to the 5th-grade level. The 6th unit in the 2024 program, "Electrification," contains content from the 8th grade level of the 2018 program, such as "Electrification," "Types of Electrification," and "Electric Charges." The "Electric Circuits" unit from the 7th-grade level in the 2018 program has been moved to the 8th grade level. The 7th unit in the 2024 program, "Sustainable Living and Energy," includes content from the 8th grade level of the 2018 program, such as "Food Chains and Energy Flow," "Sustainable Living," and "Efficient Use of Resources."

Table 8*Comparison of 8th Grade Science Curriculum*

2018 Curriculum		2024 Maarif Model Curriculum	
Learning Objective	Unit No/Title	Learning Outcome	Learning Objective
1. Seasons and Climate	3	1. Seasons and Climate	2
2. DNA and Genetic Code	13	2. Forces that Make Life Easier	2
3. Pressure	3	3. The Mystery of Life	8
4. Matter and Industry	17	4. The World of Sound	6
5. Simple Machines	2	5. The Periodic Table and Matter Interactions	8
6. Energy Transformations and Environmental Science	12	6. The Journey of Electricity	10
7. Electric Charges and Electrical Energy	11	7. Sustainable Living and Matter Cycles	7
Total	61		43

The 8th-grade 2018 curriculum includes 61 learning outcomes, while the 2024 curriculum contains 43, reflecting a 29.51% decrease. Comparing unit content, the 2024 "Seasons and Climate" unit remains unchanged from 2018. The 2024 "Forces that Make Life Easier" unit incorporates the "simple machines" section from the 2018 Unit 5, but removes the topic of "pressure." The "Mystery of Life" unit in 2024 retains "DNA and Genetic Code," "Heredity," and "Mutation and Adaptation" from 2018, excludes "modification" and "biotechnology," and adds "mitosis and meiosis" from the 7th grade of the 2018 curriculum. The "World of Sound" unit in 2024 shifts topics from 6th grade in 2018, including "Sound Formation," "Distance and Sound Intensity," "Reflection and Absorption," and "Sound Pollution," while introducing new concepts such as "hertz" and "frequency." The "Periodic Table and Matter Interactions" unit preserves core topics like "Periodic Table," "Physical and Chemical Changes," "Chemical Reactions," and "Acids and Bases," but removes "Interaction of Matter with Heat" and "Chemical Industry in Türkiye." Lastly, the "Journey of Electricity" unit includes "Bulb Connection Types" and "Electrical Energy Conversion" from the 7th grade 2018 content, while "Electric Charges and Electrification" topics have been moved to 7th grade in the 2024 curriculum.

Finally, the content of Unit 7, "Sustainable Living and Matter Cycles," in the 2024 program includes the sections on "Energy Transformations" and "Matter Cycles and Environmental Issues," and the sections on "Food Chains and Energy Flow" and "Sustainable Development" from the 2018 program have been moved to the 7th grade level.

2.2. Skills and Values

In The 2024 curriculum integrates domain-specific skills, conceptual skills, tendencies, socio-emotional learning skills, values, and literacy skills as core components of science education. Unlike the 2018 curriculum, which included core and domain-specific skills aligned with the Turkish Qualifications Framework, the 2024 model adopts a more systematic and detailed structure. Conceptual skills are central, categorized as basic, integrated, and higher-order thinking skills, and supported by thirteen defined science domain skills. "Tendencies" are newly introduced as mental patterns guiding skill use, while SEL skills are structured as self, social, and integrated skills to support emotional and social development. Literacy skills, shaped by systems thinking, are classified into awareness, functionality, and action levels. The "virtue-value-action" framework, also new, operationalizes 20 core values through observable actions, expanding beyond the ten values in 2018 to include saving, modesty, aesthetics, and more. Overall, the 2024 program emphasizes holistic and integrated learning, aiming to transform knowledge into action through skill-value coherence.

3. Results on the Learning-Teaching Process

The comparison of the 2018 and 2024 science curricula in terms of the teaching-learning process is presented in Table 9.

Table 9*Teaching-Learning Process in the 2018 and 2024 Science Curriculum*

Curricula	Learning Approach/Concept	Teaching Strategies	Learning Environment	Teaching-Learning Process	Teacher's Role	Student's Role	Expected Student Behaviors
2018	Inquiry-Based Learning Approach	- Problem Solving - Project-Based Learning - Argumentation - Collaborative Learning - Discussion	- Democratic and Collaborative Classroom Atmosphere - Out-of-School Learning Environments - Informal Learning Environments	- Student-Centered - Effective Communication and Collaboration - Interdisciplinary Perspective - Integration of STEM - Exploration and Inquiry - Argument Construction - Product Design - Entrepreneurship - Science Fair	- Encouraging - Guiding - Mentoring - Motivating	- Responsible for Their Own Learning - Researching, Inquiring, Explaining, Discussing, and Transforming Knowledge into Products	- Higher-Order Thinking Skills - Product Development - Innovation and Creativity - Effective Communication and Collaboration with Peers - Versatility
2024	- Skill-Based Approach - Science Inquiry and Engineering Design-Based Learning	- Problem-Based Learning - Project-Based Learning - Discovery Learning - Research-Based Learning - Experiential Learning - Context-Based Learning - Inquiry-Based Learning - Collaborative Learning	- Holistic and Traditional Physical Learning Spaces - Online and Social Learning Environments - Outdoor/Classroom-External Learning Environments - Virtual and Augmented Reality-Based	- Positive Classroom Climate and Student-Centered Approach - Effective Communication and Collaboration - Interdisciplinary Connections - Fundamental Assumptions - Pre-Assessment Process - Bridging Concepts - Differentiated Instruction: - Enrichment - Support - Case Studies, Problem-Solving, and Open-Ended Questions - Hands-On Learning Opportunities - Instructional Technologies	- Encouraging Learning - Guiding Students in Accessing Knowledge - Providing Appropriate Hints and Feedback to Students	- Taking Responsibility for Their Own Learning - Actively Participating in Learning Processes - Developing Self-Regulation Skills - Engaging in Inquiry and Scientific Thinking	- Utilizing Higher-Order Thinking and Scientific Process Skills - Embracing Ethical and Moral Values - Demonstrating Versatility - Effectively Communicating and Collaborating with Peers

An analysis of Table 9 reveals that the 2018 science curriculum adopts an inquiry-based learning approach, while the 2024 curriculum emphasizes a skill-based model incorporating scientific inquiry and engineering design. Although engineering applications are mentioned in both, the 2024 curriculum presents a more comprehensive framework. The 2024 curriculum adopts a holistic view of teaching strategies, adding context-based and experiential learning, while integrating argumentation within the “Use of Evidence” science process skill. Both curricula value democratic, collaborative, and out-of-school learning environments; however, the 2024 version expands this to include online, social, and virtual/augmented reality-based environments. Shared features of the teaching-learning process include student-centeredness, communication, collaboration, inquiry, and product-based learning. The 2024 curriculum further introduces foundational concepts such as fundamental assumptions, pre-assessment, bridging, and differentiated instruction, including enrichment and support strategies. While both curricula view teachers as facilitators and guides, the 2024 version highlights their role in providing cues and feedback to foster self-directed learning. Similarly, student roles in both emphasize responsibility, inquiry, participation, and metacognitive regulation, though the latter is more explicitly defined in 2024. Both curricula share expectations for higher-order thinking, scientific skills, ethical values, and peer collaboration. The 2024 curriculum introduces school-based planning—enabling contextual adaptation and integrates extracurricular components like social responsibility and lifelong learning to support holistic student development.

4. Results Related to the Main Theme of Assessment and Evaluation

The results obtained from comparing the 2018 and 2024 science curricula in terms of the approach to assessment and evaluation are presented in Table 10.

Table 10

Similarities and Differences in Assessment and Evaluation in the 2018 and 2024 Science Curricula

Similarities	Differences / Additions in the 2024 Program
*Focus on the process	*Emphasis on performance-based assessment tools and methods
*Multi-dimensional assessment and evaluation	*Rubric-based scoring for objective skill evaluation
*Active student participation in the evaluation process	*Assessment practices designed to support and deepen learning
*Consideration of individual differences	*Continuous, formative assessment prioritized in instructional design
*Provision of continuous feedback	*Use of diagnostic, formative, and summative assessments based on purpose
*Monitoring the student's development	*Diverse tools assessing conceptual, socio-emotional, value-based, and literacy skills
*Assessment of both product and process	*Non-judgmental, motivational feedback for students
*Providing opportunities to demonstrate cognitive, affective, and psychomotor performance	*Teacher reflections document challenges and suggestions during the process
*Considering the boundaries of achievements and explanations	*Norm-referenced reporting shared with stakeholders
*Use of valid and reliable tools and techniques	*Performance tasks included in every unit/theme
*Evaluation of the educational process in a holistic manner, rather than just one dimension	*Student progress tracked to individualize instruction, supported by digital tools
*Assessment and evaluation using multiple methods and techniques	*Educational technologies (e.g., simulations, games, scenarios) used in assessments
*Frequent measurement and evaluation of interest, attitude, values, and achievement	*Multiple evidence types used: portfolios, projects, tasks, exams, observations, surveys, discussions, and self/peer/group assessments

The 2024 curriculum maintains the core principles of the 2018 program but introduces a more formative and learning-centered approach to assessment and evaluation. It emphasizes the use of “learning evidence” rather than traditional assessment concepts, highlighting the importance of supporting learning processes and

deepening understanding. Feedback, while valued in the 2018 program, is redefined in 2024 as non-judgmental and motivational, with the integration of digital tools and educational games. A significant innovation is the focus on individualized feedback, aiming to inform students and stakeholders about specific strengths, challenges, and areas for development. Assessment outcomes are reported to various stakeholders through norm-referenced, fair, and informative reports that reflect both national standing and personal growth. The use of digital technologies and online learning platforms in assessment is explicitly encouraged for the first time. Additionally, the 2024 program details a wide range of assessment tools, including portfolios, performance tasks, projects, checklists, observations, and self/peer evaluations. It mandates at least one performance task per unit or theme and links assessment practices to the development of subject-specific, conceptual, socio-emotional, value-based, and literacy skills. Lastly, teachers are expected to document their observations, challenges, and recommendations in the "Teacher Reflections" section, fostering a reflective and responsive teaching process.

DISCUSSION AND CONCLUSION

This study compares the 2018 and 2024 science education programs regarding objectives, content, teaching processes, and assessment. Both programs share a vision of supporting multidimensional development by fostering scientific literacy, entrepreneurship, high-level thinking, scientific process skills, and universal ethical values. However, the 2024 program adopts a holistic approach structuring skills as field skills, conceptual skills, tendencies, socio-emotional skills, values, and literacy, based on the 21st Century Skills and Values Research Report by Türel et al. (2023). Both programs align with the General Goals and Basic Principles of Turkish National Education and emphasize scientific process skills, ethics, sustainability, and career awareness. The 2024 program further highlights concepts like appreciating science, global citizenship, environmental ethics, digital transformation, interdisciplinary education, sustainability, and design-based practices, with digital literacy as a key component. In terms of units, grades 3 and 4 increased from seven to eight units, while other grades maintained seven units. The 2024 program uses more engaging unit titles and rearranges unit order—for example, switching from “living things” followed by “force” in 2018 to “force” followed by “living things” in 2024. Additionally, sustainability-themed units were added from 4th grade onward, and science culture-enhanced teaching was introduced at the 3rd and 4th-grade levels.

In the 2024 program, the number of learning outcomes decreased across all grade levels, with notable changes in topic placement. For example, the “classification of living things” was moved from 5th to 3rd grade, increasing allocated lesson hours but potentially challenging effective teaching due to reduced time per outcome. This aligns with prior research highlighting difficulties with content density and cognitive readiness (Sıcak, 2014). The classification of fungi and animals remains underemphasized across grades. The topic of “destructive natural events” was removed from the 2024 science curriculum, though addressed in the 2024 Social Studies curriculum, reflecting an interdisciplinary approach. This removal is concerning given Turkey’s earthquake risk, especially following the 2023 Kahramanmaraş earthquake (Koçan & Sürün, 2020), and echoes previous findings of diminished natural disaster content in recent curricula (Benli Özdemir & Kayabaşı, 2023). Topics such as the digestive, circulatory, respiratory, and excretory systems were shifted from 6th to 7th grade, likely reflecting cognitive development considerations (Çelik, 2017). Additionally, the “relationship between speed and velocity,” formerly a high school physics topic, was introduced at 6th grade to address common misconceptions, aiding foundational understanding without complex vector calculations (Aydın, 2008; MEB, 2024).

The modifications, biotechnology, Türkiye's Chemical Industry, and specific heat concepts, along with the pressure unit, which were included in the 2018 curriculum for the eighth grade, have been removed from the 2024 curriculum. It is noteworthy that the concept of "modification" was also absent in the 2013 curriculum (MEB, 2013). This may be due to the misconceptions that students have regarding the concepts of modification, mutation, natural selection, and adaptation (Akyürek & Afacan, 2013), as well as the tendency to confuse and interchange the concepts of modification, adaptation, and natural selection (Bakırcı & Çalık, 2013). Therefore, the concept of "modification" may have been removed from the 2024 curriculum. Another notable omission is the concept of pressure. This may be due to students' low conceptual understanding of pressure and the various misconceptions they have (Kaya et al., 2018). One of the causes of these misconceptions could be a lack of knowledge and skills in mathematical operations (Bozan & Küçüközer, 2007; Önen, 2005). Consequently, it may have been considered more appropriate to move the pressure topic to the secondary school level, after addressing students' deficiencies in mathematical operations. Additionally,

the exclusion of the specific heat concept from the 2024 science curriculum may stem from students' misconceptions about heat, temperature, and specific heat (Aydoğan et al., 2003) and their common tendency to use these terms interchangeably (Duman & Avcı, 2016), leading to poor conceptual understanding. Therefore, it might have been deemed more cognitively appropriate to teach this topic at the secondary school level.

The 2018 curriculum emphasizes inquiry-based learning, while the 2024 curriculum adopts a holistic approach, integrating skill-based scientific inquiry and engineering design. The 2024 program is more comprehensive in educational principles, aligning with international reports and global assessment results (European Commission, 2011; Commission of the European Communities, 2008; Taş et al., 2016; Yücel & Karadağ, 2016). It introduces new teaching strategies, such as context- and experience-based learning, which literature shows enhance student engagement and learning (Acar & Yaman, 2011; Dong, 2005; Topuz et al., 2013). The 2024 curriculum also incorporates "fundamental assumptions," pre-assessment, and differentiation—divided into bridging, enrichment, and support—addressing individual differences to reduce achievement gaps (Yeşilyurt, 2020; Çelik & Şengül, 2005; Savcı & Kırkıç, 2012). Both programs include school-based planning and social responsibility activities, with the 2024 curriculum emphasizing teacher autonomy and holistic development (Taşdemir, 2006).

Assessment in the 2024 program focuses on formative assessment to support learning, prioritizing "assessment for learning" (Andrade & Heritage, 2017; Bell & Cowie, 2002; Yin et al., 2008; Yalaki, 2015). The use of "learning evidence" replaces traditional grading, fostering non-judgmental feedback and identifying learning gaps (Brookhart, 2008). The integration of digital technologies and online platforms further supports diverse learning environments (Palloff & Pratt, 2009; Türksoy, 2019). Norm-referenced reporting promotes transparency and objective student development data. Finally, teacher reflections through rubrics and peer/self-assessment ensure adaptability to evolving educational needs.

SUGGESTIONS

In the research conducted through document analysis, which involved only two subject matter experts reviewing the relevant programs, the following suggestions are presented based on discussions and conclusions drawn from the data:

In-service training can be provided to teachers for the implementation of new concepts in the learning-teaching and assessment-evaluation processes, aiming to understand the nature of the 2024 Maarif Model Science Education Program.

Rubrics, peer assessments, and other tests recommended for reflection and observation in the 2024 program may be added to the curriculum, as preparing them can be exhausting and time-consuming for teachers.

It has been observed that units related to the nature of science remain at the 3rd and 4th grade levels in the 2024 program. For the sake of retention, this topic could be delivered in a spiral structure at other grade levels.

Studies could be conducted to determine teachers' views on the implementation of the 2024 Science Education Program, addressing the challenges teachers face in program literacy and how formative assessment practices are carried out in the classroom. This would ensure the process progresses interactively.

REFERENCES

- Acar, B., & Yaman, M. (2011). Bağlam temelli öğrenmenin öğrencilerin ilgi ve bilgi düzeylerine etkisi [The effect of context-based learning on students' interest and knowledge levels] *Hacettepe University Journal of Education*, 40, 1-10.
- Aksoy, H., & Ünsal, Y. (2019). 2013 ve 2017 yılları fen bilimleri dersi öğretim programlarının fizik konuları bağlamında; içerik ve ünite organizasyonu bakımından karşılaştırılması [A comparison of the science curriculum of 2013 and 2017 in terms of content and unit organization in the physics topics]. *Gazi Journal of Educational Sciences*, 5(3), 1-19. <https://doi.org/10.30855/gjes.2019.05.03.001>
- Akyürek, E., & Afacan, Ö. (2013). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin “Hücre bölünmesi ve kalıtım” ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve analogi ile kavramsal değişim metinleri kullanılarak giderilmesi [Identification of misconceptions in the "Cell Division and Heredity" unit of 8th-grade students and elimination using analogies and conceptual change texts]. *Ahi Evran University Kırşehir Journal of Education*, 14(1), 175-193.
- Andrade, H. L., & Heritage, M. (2017). *Using formative assessment to enhance learning, achievement, and academic self-regulation*. (J. H. McMillan, Dü.) New York and London: Routledge.
- European Commission (2011). *Science education in Europe: National policies, practices and research*. Brüksel.
- Aydın, S. (2008). *İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersi kuvvet ve hareket ünitesinin sosyal yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı çerçevesinde öğretimi [Teaching the force and motion unit in primary school science and technology in the framework of social constructivist learning approach]* [Unpublished master's thesis]. Balıkesir University.
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları [Misconceptions about heat and temperature]. *Gazi University Gazi Faculty of Education Journal*, 23(2), 111-124.
- Aykaç, N., Küçük, H., Kartal, M., Tilkibaş, Ş., & Keskin, G. (2011). Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan günümüze 4. ve 5. sınıf fen öğretim programlarının öğretim programının öğelerine göre değerlendirilmesi [Evaluation of the 4th and 5th-grade science curricula from the establishment of the Republic of Türkiye to the present based on the elements of the curriculum]. *İlköğretim Online*, 10(3), 824-835.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., & Güner, F. (2018). 2018 fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu [Changes in the 2018 science curriculum achievements and integration of science, technology, engineering, and mathematics (STEM)]. *Abant İzzet Baysal University Journal of Education*, 18(2), 702-735. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.-412111>
- Bakırcı, H., & Çalık, M. (2013). Adaptasyon ve doğal seçim konusunda geliştirilen rehber materyallerin sekizinci sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarının giderilmesine etkisi [The effect of developed guide materials on eliminating alternative concepts of eighth-grade students regarding adaptation and natural selection]. *Eğitim ve Bilim*, 38(168), 215-229.
- Başar, T., & Demiral, Ü. (2020). 2013, 2017 ve 2018 fen bilimleri dersi öğretim programlarının karşılaştırılması [A comparison of the 2013, 2017, and 2018 science curricula]. *Uludağ University Journal of Education*, 33(1), 261-292. <https://doi.org/10.19171/uefad.600882>
- Bell, B., & Cowie, B. (2002). *Formative Assessment and Science Education*. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers.
- Benli Özdemir, E., & Kayabaşı, Y. (2023). 1969'dan günümüze ortaokullarda okutulan fen öğretim programlarında yer alan “doğal afetler” konusunun karşılaştırılmalı incelenmesi [A comparative study of the "natural disasters" topic in the science curricula taught in secondary schools from 1969 to the present]. *MANAS Social Research Journal*, 12(4), 1282-1291. <https://doi.org/10.33206/mjss.1299047>
- Bozan, M., & Küçüközer, H. (2007). İlköğretim öğrencilerinin basınç konusu ile ilgili problemlerin çözümünde yaptıkları hatalar [Errors made by primary school students in solving problems related to the topic of pressure]. *İlköğretim Online*, 6(1), 24-34.
- Brookhart, S. M. (2008). *How to give effective feedback to your students*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Candaş, B., Kırık, Z., Kılınç, A., Güven, O., & Özmen, H. (2019). 2013 ve 2018 fen bilimleri öğretim programlarının genel eğilimler ve yaklaşımlar açısından karşılaştırılması [A comparison of the 2013 and

- 2018 science curricula in terms of general trends and approaches]. *Van Yüzüncü Yıl University Journal of Education*, 16(1), 1668-1697. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2019.176>
- Commission of the European Communities. (2008). *Improving competences for the 21st Century: An agenda for European Cooperation on schools*. Brussels. <http://ec.europa.eu>: <http://ec.europa.eu>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (4th edition) Boston: Pearson Education.
- Çelik, N. G., & Şengül, S. (2005). Tam öğrenme yönteminin ilköğretim 6. sınıf matematik öğrencilerinin akademik başarıları ile kalıcılık düzeylerine etkisi [The effect of the mastery learning method on academic achievements and retention levels of 6th grade mathematics students]. *Uludağ University Journal of Education Faculty*, 18(1), 107-122.
- Çelik, Ö. (2017). *Ortaokul fen bilimleri dersi 6. sınıf öğretim programı vücudumuzdaki sistemler teması bakımından değerlendirilmesi: Konya il merkezi örneği* [Evaluation of the 6th-grade science curriculum on body systems in terms of the Konya city center example] [Unpublished master's thesis]. Necmettin Erbakan University.
- Deveci, İ. (2018). Türkiye’de 2013 ve 2018 yılı fen bilimleri dersi öğretim programlarının temel öğeler açısından karşılaştırılması [A comparison of the 2013 and 2018 science curricula in Türkiye in terms of basic elements]. *Mersin University Journal of Education Faculty*, 14(2), 799-825. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.342260>
- Dong, Z. Y. (2005). Improving learning in undergraduate control engineering courses using context-based learning models. *International Journal of Engineering Education*, 21(6), 1076-1082.
- Duman, M. Ş., & Avcı, G. (2016). Sekizinci sınıf öğrencilerinin maddenin halleri ve ısı ünitesine yönelik kavram yanlışları [Misconceptions of 8th grade students on the states of matter and heat unit]. *Uşak University Journal of Educational Research*, 2(3), 129-165. <https://doi.org/10.29065/usakead.256383>
- Düzgünoğlu, H. (2018). *Cumhuriyet dönemi ilkokul ve ortaokul fen öğretim programlarının içerik açısından karşılaştırmalı olarak incelenmesi* [A comparative study of primary and secondary school science curricula in the Republic era in terms of content] [Unpublished master's thesis]. Aksaray University.
- Eskicumalı, A., Demirtaş, Z., Gür Erdoğan, D., & Arslan, S. (2014). Fen ve teknoloji dersi öğretim programları ile yenilenen fen bilimleri dersi öğretim programlarının karşılaştırılması [A comparison of the science and technology curricula and the renewed science curriculum]. *International Journal of Human Sciences*, 11(1), 1077-1094.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Mevcut fen bilgisi programı ile 2001-2002 öğretim yılında uygulamaya konulacak olan yeni fen bilgisi programının karşılaştırılması [A comparison of the existing science curriculum and the new science curriculum to be implemented in the 2001-2002 academic year]. *Çağdaş Education Journal*, 273, 33-38.
- Karaca, M., & Akbaba, U. (2022). Türk tarihinde fen eğitimi uygulamaları ve köy enstitülerinde fen eğitimi [Science education practices in Turkish history and science education in village institutes]. *Abant İzzet Baysal University Journal of Education Faculty*, 22(4), 1582-1606. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2022.22.74506-834863>
- Kaya, D., Bozdağ, H. C., & Ok, G. (2018). Yedinci sınıf öğrencilerinin basınç konusundaki kavramsal anlamaları ve kavram yanlışlarının matematiksel hatalar açısından incelenmesi [A study on the conceptual understanding and misconceptions of 7th-grade students on the topic of pressure in terms of mathematical errors]. *Abant İzzet Baysal University Journal of Education Faculty*, 18(1), 321-341. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2017.-362113>
- Keskinkılıç Yumuşak, G. (2017). 2005 fen ve teknoloji ve 2013 fen bilimleri öğretim programı madde ve değişim öğrenme alanı kazanımlarının karşılaştırmalı analizi [A comparative analysis of the gains in the 2005 science and technology curriculum and the 2013 science curriculum in the area of matter and change]. *Bartın University Journal of Education Faculty*, 6(2), 596-613. <https://doi.org/10.14686/buefad.289474>
- Koçan, N., & Sürün, S. (2020). 1. derece deprem kuşağında yer alan Balıkesir-Burhaniye kenti için deprem parkı önerisi [A proposal for an earthquake park for the city of Balıkesir-Burhaniye located in the 1st degree earthquake zone]. *Nevşehir Science and Technology Journal*, 9(1), 14-31. <https://doi.org/10.17100/nevbiltek.681336>

- MEB. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı [Primary education institutions (primary and middle schools) science curriculum (grades 3, 4, 5, 6, 7, and 8)]*. Ankara.
- MEB. (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3. 4. 5. 6. 7 ve 8.sınıflar) [Science curriculum (primary and middle school grades 3, 4, 5, 6, 7, and 8)]. Ankara.
- 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.
- MEB. (2024). *Ortaokul sosyal bilgiler dersi öğretim programı (4,5,6 ve 7. sınıflar) Türkiye yüzyılı maarif modeli [Middle school social studies curriculum (grades 4, 5, 6, and 7) Türkiye century education model]*. Ankara.
- MEB (2024). *Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı (9,10,11 ve 12. sınıflar) Türkiye yüzyılı maarif modeli [Secondary school physics curriculum (grades 9, 10, 11, and 12) Türkiye century education model]*. Ankara.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Önen, F. (2005). *İlköğretimde basınç konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının yapılandırıcı yaklaşım ile giderilmesi [Resolving misconceptions of students on pressure in primary education through constructivist approach]*. [Unpublished master's thesis]. Marmara University.
- Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri [Research methods in education]*. Ankara: Pegem Academy Publishing.
- Palloff, R. M., & Pratt, K. (2009). *Assessing the Online Learner*. San Francisco: Jossey -Bass.
- Saban, Y., Aydoğdu, B., & Elmas, R. (2014). 2005 ve 2013 fen bilgisi öğretim programlarının 4. ve 5. sınıf düzeylerinin bilimsel süreç becerileri açısından karşılaştırılması [A comparison of the 2005 and 2013 science curricula at the 4th and 5th grade levels in terms of scientific process skills]. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty*, 1(32), 62-85.
- Savaş, Y., & Yıldırım, M. (2022). Fen bilimleri öğretim programları araştırmalarına ilişkin bir meta-sentez çalışması [A meta-synthesis study on science curriculum research]. *IBAD Journal of Social Sciences*, 12, 92-124. <https://doi.org/10.21733/ibad.943498>
- Savcı, H., & Kırkıcı, K. A. (2012). Tam öğrenme yönteminin kavram haritalarıyla birlikte kullanıldığında kimya öğrencilerinin başarı düzeylerine etkisi [The effect of using the mastery learning method with concept maps on chemistry students' achievement levels]. *Istanbul Sabahattin Zaim University Journal of Social Sciences*, 1, 194-226.
- Seren, S., & Veli, E. (2018). 2005 yılı itibariyle değişen fen bilimleri dersi öğretim programlarında stem eğitimine yer verilme düzeylerinin karşılaştırılması [A comparison of the levels of STEM education included in the science curriculum since 2005]. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 24-47.
- Sıcak, A. (2014). Fen ve teknoloji öğretim programı sarmallığının incelenmesi: 2005 fen ve teknoloji öğretim programı örneği [An analysis of the spiral structure of the science and technology curriculum: A case study of the 2005 science and technology curriculum]. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 2(2), 182-192.
- Taş, U. E., Arıcı, Ö., Özarkan, H. B., & Özgürlük, B. (2016). *PISA 2015 ulusal raporu [PISA 2015 National Report]*. Ankara: MEB. https://www.kamupersoneli.net/images/upload/PISA2015_Ulusal_Rapor.pdf
- Taşdemir, M. (2006). Sınıf öğretmenlerinin planlama yeterliklerini algılama düzeyleri [The perceived level of primary school teachers' planning competence]. *Turkish Journal of Educational Sciences*, 4(3), 287-307.
- Topuz, F., Genç, S., Bacanak, A., & Karamustafaoğlu, O. (2013). Bağlam temelli yaklaşım hakkında fen ve teknoloji öğretmenlerinin görüşleri ve uygulayabilme düzeyleri [Science and technology teachers' views and application levels regarding the context-based approach]. *Amasya University Journal of Education Faculty*, 2(1), 240-261.
- Türel, Y. K., Şimşek, A., Şengül Vautier, C. G., Şimşek, E., & Kızıltepe, F. (2023). *21. yüzyıl becerileri ve değerlere yönelik araştırma raporu [Research report on 21st-century skills and values]*. Ankara: Ministry of National Education.

- Türksoy, E. (2019). *Artırılmış gerçeklik ve çevrim içi materyallerle bütünleştirilen öğretim yöntemlerinin, fen dersindeki başarı ve kalıcılığa etkisi: Karma desen* [The impact of teaching methods integrated with augmented reality and online materials on success and retention in science education: Mixed design] [Unpublished doctoral thesis]. Burdur Mehmet Akif Ersoy University.
- Ülçay, O. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli değerlendirmesi [Evaluation of the Türkiye Century Education Model]. *National Education Society and World Journal*, 1(2), 70-75. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11097248>
- Yalaki, Y. (2015). Biçimlendirici değerlendirme [Formative assessment]. In BİDOMEĞ & Y. Yalaki (Ed.), *Bilimin doğasının öğretimi konusunda öğretmenin mesleki gelişiminin süreç boyunca desteklenmesi etkinliklerle bilimin doğasının öğretimi* [Supporting teachers' professional development through activities in teaching the nature of science]. Ankara.
- Yeşilyurt, E. (2020). Tam öğrenme yaklaşımı [Mastery learning approach]. *Journal of Human and Social Sciences Research*, 9(2), 1548-1580. <https://doi.org/10.15869/itobiad.695755>
- Yıldıran, G. (2012). Cumhuriyet döneminde eğitim ve eğitim kurumları [Education and educational institutions in the Republican era]. *Bogazici University Journal of Education*, 29(2), 1-26.
- Yılmaz, A., & Morgil, İ. (1992). Türkiye'de fen öğretiminin genel bir değerlendirmesi sonuçları ve öneriler [A general evaluation of science education in Türkiye: Results and suggestions]. *Hacettepe University Journal of Education Faculty*, 7(7), 269-278.
- Yin, Y., Shavelson, R. J., Ayala, C. C., Ruiz-Primo, M. A., Brandon, P. R., Furtak, E. M., . . . Young, D. B. (2008). On the impact of formative assessment on student motivation, achievement, and conceptual change. *Applied measurement in Education*, 21(4), 335-359. <https://doi.org/10.1080/08957340802347845>
- Yücel, C., & Karadağ, E. (2016). *TIMSS 2015 Türkiye: Patinajdaki eğitim* [TIMSS 2015 Türkiye: Education in stagnation]. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi University Faculty of Education.