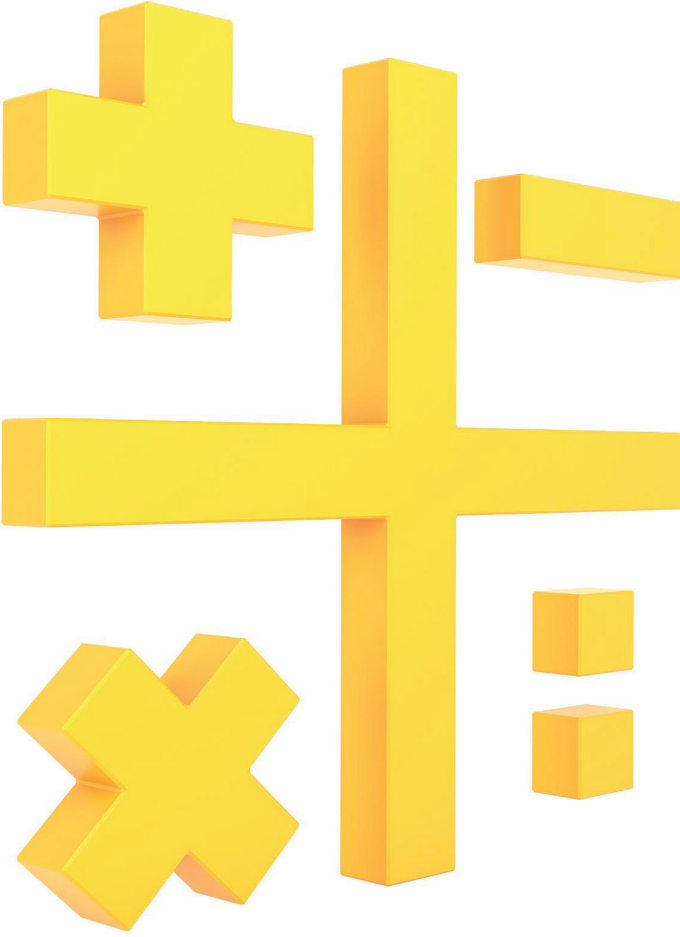


Aralık 25'

MATEMATİK EĞİTİMİ

Alanında Uluslararası Derleme, Araştırma ve Çalışmalar



EDİTÖR **PROF. DR. HÜLYA GÜR**

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2025

ISBN • 978-625-8682-52-6

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruvenyayinevi.com

e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

MATEMATİK EĞİTİMİ ALANINDA
ULUSLARARASI DERLEME,
ARAŞTIRMA VE ÇALIŞMALAR

- ARALIK 2025 -

EDİTÖR **PROF. DR. HÜLYA GÜR**

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

2024 5.SINIF MATEMATİK ÖĞRETİM PROGRAMININ CIPP
MODELİNE GÖRE GİRDİ BOYUTUNDA DEĞERLENDİRİLMESİ1

Nisa Nur DALKIRAN

Beyzanur ER

Ayten Pınar BAL

Bölüm 2

ORTAOKUL MATEMATİK DERS KİTAPLARINDA ALAN KONUSUNUN
YENİLENMİŞ BLOOM TAKSONOMİSİ DOĞRULTUSUNDA
İNCELENMESİ.....23

Elif Ertem Akbaş

Esin Mühirci

Bölüm 3

MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE BİLİŞSEL YÜK KURAMI
ÇERÇEVESİNDE TEKNOLOJİ DESTEKLİ PROBLEM ÇÖZME: JOSEPHUS
PROBLEMİ ÖRNEĞİ43

Seval Deniz KILIÇ

Volkan Ramazan AKKAYA

Bölüm 4

MESLEK YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİN OKUL İKLİMİ
ALGILARININ MATEMATİK BAŞARISINA OLAN ETKİSİNİ
ARAŞTIRMA.....57

Cahit TAŞDEMİR

Bölüm 5

ÖĞRETMENLERİN MESLEKİ GELİŞİMİNDE PROFESYONEL ÖĞRENME TOPLULUKLARI: MATEMATİK EĞİTİMİ BAĞLAMINDA TEORİDEN UYGULAMAYA BİR ÇERÇEVE	75
--	----

Tuğba HORZUM

Bölüm 6

ÜSTBİLİŞİ DESTEKLEYEN MATEMATİK ÖĞRENME ORTAMLARININ ÖĞRENCİLERİN ÜSTBİLİŞSEL FARKINDALIKLARINA ETKİSİ	105
--	-----

Semih UMay

Ayten Pınar BAL

Bölüm 7

MEB-BİLSEM OKULLARINDA ÖĞRENİM GÖREN ORTAOKUL BİRİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ	125
---	-----

Ali ERASLAN

Mualla DEMİRCİ

Bölüm 8

KAVRAM İMAJİ: KARMAŞIK SAYI KAVRAMI	145
---	-----

Emine Özgür ŞEN



2024 5.SINIF MATEMATİK ÖĞRETİM PROGRAMININ CIPP MODELİNE GÖRE GİRDİ BOYUTUNDA DEĞERLENDİRİLMESİ

“ ”

Nisa Nur DALKIRAN¹

Beyzanur ER²

Ayten Pınar BAL³

1 Çukurova Üniversitesi, nnurdalkiran@gmail.com , <https://orcid.org/0009-0009-4773-8743>

2 Çukurova Üniversitesi, beyzanurer2429@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-0934-1040>

3 Çukurova Üniversitesi, apinar@cu.edu.tr , <https://orcid.org/0000-0003-1695-9876>

Giriş

Eğitim, günlük yaşamın her alanında karşılaşılan ve üzerinde çok sayıda tanımın yapıldığı temel bir kavramdır. Türk Dil Kurumu (TDK, 2025), eğitimi, çocukların ve gençlerin toplumsal yaşama uyum sağlamaları için gerekli olan bilgi, beceri ve anlayışı kazanmalarına ve kişiliklerini geliştirmelerine, okul içinde veya dışında doğrudan ya da dolaylı yardım etmek olarak tanımlamaktadır. Eğitim, bireyin yaşam boyu süren öğrenme yolculuğunda bilgi, beceri ve değerlerle donanarak hem kendini hem de yaşadığı toplumu dönüştürmesini sağlayan yapılandırılmış bir süreçtir. Bu süreç, yalnızca okul ortamıyla sınırlı kalmayıp aile, çevre ve toplum gibi farklı alanlarda da gerçekleşebilir. UNESCO'ya göre eğitim, insan haklarının temel bir unsuru olarak kabul edilir ve her bireyin bu haktan eşit şekilde yararlanması gerektiğini savunur (UNESCO, 2023). Öğretim, eğitimin bir alt boyutu olarak, belirli bir plan ve düzen içinde bilgi aktarımını sağlayan ve öğrenmeyi amaçlayan yapılandırılmış bir süreçtir. Şişman (2021), öğretim programını, öğrencilerin belirli hedeflere ulaşmalarını sağlamak amacıyla tasarlanmış, içerik, yöntem, araç-gereç ve değerlendirme süreçlerini içeren planlı bir yapı olarak tanımlamaktadır. Öğretim programlarının esnek ve dinamik özellikler taşıması, eğitim sürecinin verimliliğini ve başarı düzeyini anlamlı biçimde yükseltmektedir. Kapsamlı bir bakış açısıyla program geliştirme kavramı eğitimin hedeflerine ulaşmak için içerik, öğretim yöntemleri, materyaller ve değerlendirme stratejilerinin sistematik bir şekilde planlanması, uygulanması ve revize edilmesini içeren kapsamlı bir süreçtir. Erden (1998), bu sürecin öğrencilerin bireysel gereksinimlerine ve toplumun değişen beklentilerine uygun olarak tasarlanması gerektiğini ve sürekli iyileştirme anlayışıyla ele alınmalıdır.

Ülkemizde de matematik öğretim programı birçok yılda değişikliğe uğramıştır. Araştırma konusuna temel olması açısından bu başlık altında ortaokul matematik öğretim programlarının tarihçesi incelenmiştir. Ancak 5. Sınıf düzeyi, 2012 yılına kadar ilkökul kapsamında yer aldığından bazı kısımlarda ilkökul matematik öğretim programlarının da incelemesi yapılmıştır.

1924 tarihinde çıkarılan Tevhid-i Tedrisat (Eğitimde Birlik) Kanunu'ndan sonra toplanan heyet ile ortaokul matematik öğretim programının temelleri atılmıştır. Bu matematik öğretim programı, ilk kez Cumhuriyet'in ilanından sonra 1926 yılında uygulanmaya başlanmıştır. 1926 programında matematik dersi, Orta mektep 1, 2 ve 3.sınıflar için 2 ayrı başlıkta ele alınmıştır: *Hesap ve Hendese*. Ülkenin bulunduğu koşullar dolayısıyla ilk başta Osmanlıca hazırlanan bu program 1928 yılındaki Harf İnkılabı sebebiyle 1930 yılında Latin alfabesi ile yeniden basılmıştır. Gerçekleşen harf inkılabı sonrasında Latin harflerinin kullanımının başlamasıyla beraber 1931 yılında öğretim programlarında da değişikliğe gidilmiştir. 1931 programında yine matematik 2 ayrı başlık altında incelenmiş ancak alt başlıklar ülkenin durumu göz önüne alınarak günlük hayata uygun başlıklara yer verilmiştir. Hesap

başlığı altında programda yer alan konular şu şekildedir: *ev hesapları*, *mağaza hesapları*, *çiftlik hesapları*, *sanayi hesapları* ve *banka hesapları*. Hendese başlığı altında ise; *şekil hendese*, *cisimler hendese* ve *vaziyet hendese* olarak sunulmuştur. 1931 programında ek olarak program uygulanırken öğretmenin uyması gereken yönergeler kısa açıklamalar şeklinde verilmiştir.

Dilde sadeleşme hareketleri ülkede devam ederken öğretim programları yine etkilenen durumlardan biri olmuştur. 1938 programı olarak yeniden geliştirilen öğretim programı artık günümüz benzer programlarına yaklaşmıştır. Bu programda her sınıf düzeyi için matematik 3 başlıkta sunulmuştur: “*Aritmetik*”, “*Cebir*” ve “*Geometri*”. Programdaki konular genel hatlarıyla ele alınmış, detaya yer verilmemiştir. Konu olarak detaya girilmese bile diğer programlara göre daha fazla bilgi içeren bir program olmuştur. Ayrıca öğretmenlere verilen kısa açıklamalar, bu programda sadece konunun işleneceği zamana yönelik olarak verilmiştir.

1949 programında diğer programlardan farklı olarak “Amaçlar” ve “Açıklamalar” kısımları göze çarpmaktadır. Bu başlık altında her konunun amacına yönelik kısa açıklamalar ve dersin uygulanmasına yönelik öğretmene öneriler programda yer almaktadır.

1977 programı temel olarak 4 ayrı kısma ayrılmıştır: “*Matematik Dersinin Genel Amaçları*.”, “*Matematik ve Geometri Öğretimi Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Özelliklere İlişkin Detaylar*.”, “*Her Sınıf Seviyesinde Öğretilmesi İstenen Konu Başlıkları*.”, “*Öğretilmesi İstenen İçeriğin Detayları*”. 1977 programında, 1949 programına farklı olarak “Matematik” başlığı benimsenmiştir. Programda, anlatılacak konular bölümlere ayrılmış ve her bölüme adlar verilmiştir. Günümüzdeki programa göre bu bölümler, tema olarak nitelendirilebilir. Daha önceki programlar gibi yine orta mektep 1, 2 ve 3 olacak şekilde ayrı gruplandırmalar gerçekleştirilmiştir.

1990 programı, “*5 + 3 = 8 İlköğretim Matematik Dersi Programı*” başlığı ile yayınlanmıştır. Böylece ilk kez matematik öğretim programında “*ilköğretim*” ifadesi yer almıştır. Bu program ilk ve ortaokul seviyesindeki matematik programlarını bir arada ele alan ilk program niteliğindedir. 1977 programından farklı olarak amaçlar, her sınıf düzeyinde ayrı ayrı verilmiştir. Program temel olarak 6 ayrı kısma ayrılmıştır: “*Genel Açıklamalar*”, “*Program Çözme Becerisi Kazandırma*”, “*Alıştırmalar ile Hususlar*”, “*Ölçme ve Değerlendirme*”, “*İlköğretimde Matematik Dersinin Genel Amaçları*” ve “*1-8. Sınıf Konuları*”. Her bir konu başlığı ile beraber amaçlar ve davranışlar öğretmenlere yol göstermesi açısından verilmiştir. Bu programla beraber ilk kez kullanılan başlıklar şu şekildedir: *amaç*, *davranış*, *işleyiş* ve *değerlendirme*. Aynı zamanda diğer programlarda ölçme değerlendirme kısmına yer verilmezken ilk kez 1990 programında yer verilmiştir. Önceki programlara göre 1990 programı, en detaylı program olmuştur.

1998 programı ilkököl ve ortaokul matematik dersini birlikte ele almıştır. 3 ayrı kısma ayrılmıştır: “*İlköğretim Okulu Matematik Dersinin Genel Hedefleri*”, “*Programın Uyulması İle İlgili Genel Açıklamalar*” ve “*1-8. Sınıf Konuları*”. Programın ikinci kısmında problem çözme becerisi ve problem çözme sürecindeki aşamalardan bahsedilmiştir. Yine bu kısımda ölçme değerlendirme üzerinde durulmuş, soru hazırlanırken dikkat edilmesi gereken hususlar ele alınmıştır. “Ünite” kavramı ilk kez 1998 programıyla beraber bir öğretim programında yer almıştır. 1990 programından farklı olarak 1998 programında her ünitenin işlenişi belirli bir sistematığa bağlanmıştır.

2005 programı o zamana kadarki en uzun program olarak düşünülebilir. Özmentar vd. (2020)’e göre program, matematik öğretiminde öğrenci merkezli bir yaklaşımı benimseyerek etkinlik temelli bir öğretimi hedeflemiş ve öğrencilerin sadece bilişsel değil aynı zamanda genel ve alana özgü beceriler kazanmalarını sağlayacak biçimde hazırlanmıştır. Bu program 7 kısma ayrılmıştır: “*Giriş*”, “*Programın Vizyonu*”, “*Programın Yaklaşımı*”, “*Programın Temel Öğeleri*”, “*Matematik Öğretimi ve Öğrenme*”, “*Öğrenme Alanları, Amaçları ve Etkinlik Örnekleri*”, “*6, 7 ve 8. sınıf konuları*”. Önceki yıllarda kullanılan ünite kavramı yerine öğrenme ve alt öğrenme alanlarına dayalı sınıflandırma yapılmıştır.

Ölçme değerlendirme kısmında ise, 1998 programında davranışa yönelik sorular bulunurken; 2005 programında genellikle açıklama gerektiren sorulara yer verilmiştir. 1926-1998 yılları içerisindeki programlardan farklı olarak 2005 programında; ürün dosyası, proje, grup değerlendirme ve rubrik gibi alternatif ölçme araçlarının kullanıma teşviki ayırt edici bir özellik olarak görülmüştür. Yayınlanan programın ekler kısmında hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin kullanacağı bazı formlara, örnek planlara ve Matematik dersine yönelik araç gereç görsellerine yer verilmiştir.

2013 programı zorunlu eğitimin 12 yıla çıkarılma kararıyla doğan ihtiyaç ile hazırlanıp 01.02.2013 tarihinde uygulanmaya başlanmıştır. 12 yıllık zorunlu eğitim dört yıl ilkököl, dört yıl ortaokul ve dört yıl lise olacak şekilde uygulanacaktır. Böylelikle 5.sınıf, artık ortaokula geçiş yapmıştır. Dolayısıyla ortaokulun 4 yıl (5-8.sınıflar) olarak kabul edildiği ilk programdır. 2013 öğretim programı “*Matematik Dersi Öğretim Programının Genel Amaçları*” başlığı ile başlayıp toplam 7 bölümden oluşmaktadır. 2005 programı ile ayrılan bir özelliği 2005 yılında etkinlik temelli bir yaklaşımla ders anlatılırken 2013 öğretim programında problem çözme temelli bir yaklaşım benimsenmiştir (Danışman & Karadağ, 2015). 2005 programına göre 2013 öğretim programında sadeleştirme yoluna gidilmiş; programda yalnızca kazanımların sıralanmasına yer verilmiştir. 2013 yılında yürürlüğe giren programda ise 5. sınıf matematik dersine ait öğrenme alanları “*Sayılar ve İşlemler*”, “*Geometri ve Ölçme*” ile “*Veri İşleme*” başlıklarıyla sınırlandırılmıştır.

2018 Matematik Öğretim Programı, 2017 yılında başlatılan pilot uygulamaların ardından geliştirilmiş; programın giriş bölümünde yapılan güncellemelerle birlikte 2018 yılı itibarıyla resmi olarak yürürlüğe girmiştir. Öğretim Programı'nın temel felsefesi, başlığı ile başlayıp programın genel amaçları, perspektifi, ölçme ve değerlendirme yaklaşımı ve özel amaçları ile devam etmektedir. 2018 matematik öğretim programında diğer tüm derslerin de ortak hedefi olarak benimsenmesi gereken Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ) başlığı altında 8 temel beceri ve açıklamalarına yer verilmiştir. Bu beceriler; ana dilde iletişim, dijital yetkinlik, inisiyatif alma ve girişimcilik, kültürel farkındalık ve ifade, matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler, öğrenmeyi öğrenme, sosyal vatandaşlık ile yetkinlikler, yabancı dillerde iletişimdir. 2013 programından farklı olarak değerler eğitimi ve rehberlik yaklaşımı programa dahil edilmiştir. 2005 ve 2013 programına göre kazanımlarda azalma görülmektedir. 2018 programının 5.sınıf matematik dersindeki öğrenme alanları da 2013 ile aynı şekilde “Sayılar ve İşlemler”, “Geometri ve Ölçme” ve “Veri İşleme” ile sınırlı tutulmuştur.

Uzun yıllardır beceri temelli öğretim programlarını geliştirmek tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bir hedef haline gelmiştir. Bu anlayış için Türkiye yeterlilik çerçevesinin uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar hakkındaki yönetmelik kapsamında Bakanlar Kurulu tarafından 2015 yılı itibarıyla harekete geçilmiştir. İlk aşamada ihtiyaç analizi oluşturulmuş sorunlar ve ihtiyaçlar tespit edilerek bir yol haritası çizilmiştir. OECD gibi uluslararası kuruluşlarla ilgili güncel gelişmeler takip edilmiş ve yurtdışında yapılan çalışmalar incelenerek bunlar üzerinde çalışacak komisyonlar oluşturulmuştur. TIMSS, PISA ve PIRLS gibi uluslararası sınavlarda yüksek başarı gösteren ülkelerin öğretim programları incelenmiş ve program geliştirme süreçleri raporlaştırılmıştır. En son gerçekleşen uluslararası sınavlara bakıldığında Türkiye'nin matematik alanındaki durumu önceki sınavlara göre yükseliş gösterdiği görülmektedir.

4. sınıf matematik alanında Türkiye, TIMSS araştırmasının 2011, 2015, 2019 ve 2023 döngülerine katılmıştır. TIMSS 2023 Türkiye Raporu (2024)'na göre 4. sınıf düzeyinde matematik alanında 2019 yılında dünya ortalamasında 23. sırada bulunan Türkiye, TIMSS 2023'te 58 ülke arasında 8. sıraya yerleşmiştir. TIMSS 2023 matematik puanı, 2019'a göre 30 puan artan Türkiye hem OECD hem tüm ülkeler arasında puanını en fazla artıran ülke olmuştur. Türkiye, 4. sınıf matematik alanında TIMSS 2023 araştırmasına katılan OECD ülkeleri arasında 4. sırada yer almaktadır.

Türkiye, 1999'dan itibaren 8. sınıflarda TIMSS araştırmasına düzenli olarak katılan ülkeler arasındadır. 8.sınıf düzeyi matematik alanında Türkiye, TIMSS 2023 uygulamasında bu alanda elde ettiği 509 puan ile 44 ülke arasında 13. sırada yer almıştır. Böylece 8. sınıf matematik performansında Türkiye, ilk defa TIMSS ölçek orta noktası olan 500 puanı ve TIMSS uluslara-

rası ortalama puanını geçmiştir. Türkiye, puanını TIMSS 2019'a göre 13 puan arttırarak en fazla puan artışı gösteren 4. ülke olmuştur. TIMSS 2023 uygulamasından sonra Türkiye, 8. sınıf matematik alanında OECD üyesi ülkeler arasında 10. sıraya yükselmiştir.

PISA 2022 Türkiye Raporu (2023)'na göre Türkiye'nin matematik alanındaki ortalama puanı 453'tür ve tüm katılımcı ülkelerin ortalamasının üstündedir. Türkiye; PISA 2022'ye katılan 81 ülke arasında matematik alanında 39. sırada, 37 OECD ülkesi arasında ise 32. sırada yer almaktadır.

“İhtiyaç analizi sürecinde stratejik planlar, eylem planları ile ulusal ve uluslararası araştırma raporlarından yararlanılmıştır. Yapılan ihtiyaç analizi sonucunda mevcut öğretim programının bilişsel yükünün öğrenciler açısından ağır olduğu tespit edilmiş ve bu durum program geliştirme çalışmalarına temel gerekçe oluşturmuştur.” (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024)

Tüm bunlar neticesinde Türkiye Yüzyılı kapsamında Maarif Modeli Öğretim Programı, 2024 yılında yayınlanmıştır. Diğer programlardan pek çok farklılığı bulunan Maarif Modeli Öğretim Programı, diğer programların aksine toplu geçiş yerine kademeli geçiş ile okullarda uygulanmaya başlanmıştır. Bu kapsamda 2024 - 2025 eğitim öğretim yılında Maarif Modeli Öğretim Programı'nı kullanan sınıf düzeyleri 1, 5 ve 9. sınıflardır.

Diğer öğretim programlarında yer alan kazanım ve ünite başlıkları Maarif Modeli'nde *öğrenme çıktısı ve tema* olarak yer almıştır. Bununla birlikte öğrencilerin bilişsel yükünü hafifletmek amacıyla tasarlanan bu programda, sınıf düzeylerinde sadeleşmeye gidilmiştir. Ancak daha önce üst seviye sınıflarında yer alan bazı konular daha alt sınıf düzeylerinde işlenmeye başlanmıştır. Kademeli geçiş sebebiyle bu düzeydeki sınıflara eğitim verecek öğretmenler, yeni öğretim programına uyum sağlaması açısından seminerler ile eğitim almıştır. Bu seminerler sadece anlatım ile kalmayıp uygulamalar ile de öğretmenlere yol gösterilmiştir. Maarif Modeli Öğretim Programı'nın 2024-2025 eğitim öğretim yılında uygulanmaya başlanması sebebiyle, eğitimde program değerlendirme yaklaşımlarına göre incelenmesi konusunda literatürde bulunan çalışma sayısının az olduğu araştırmacılar tarafından gözlemlenmiştir ve bu sebeple mevcut çalışmanın planlama süreci başlamıştır. Matematik öğretim programları, öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirmeleri, problem çözme yetkinliklerini artırmaları ve akademik başarılarını pekiştirmeleri açısından eğitim sisteminde merkezi bir rol oynamaktadır. Özellikle 5. sınıf düzeyi, öğrencilerin somut işlem evresinden soyut düşünme düzeyine geçmeye başladığı, matematiksel kavramların temellerinin atıldığı önemli bir geçiş dönemidir (Piaget, 1972). Bu nedenle, 2024 yılında güncellenerek uygulamaya konulan 5. Sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı'nın işlevselliğinin değerlendirilmesi hem öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarına hem de eğitim planlamalarına yön vermesi açısından

büyük önem taşımaktadır.

Program değerlendirme bilimsel araştırma süreçleri kullanılarak hazırlanmış bir programın doğruluğu, gerçekliği, uygunluğu, etkililiği, yeterliliği, başarısı ve benzeri özellikler hakkında karar verme sürecidir (Uşun, 2024). Program değerlendirmenin amacı programın öğrencileri kazandırdığı davranışları kontrol altına almak veya bunların kaynaklarını ortaya koymaktır. Hangi türde değerlendirme yapılırsa yapılsın belirli bir program değerlendirme modeline dayanması gerekir. Bu süreç sadece hedefe ulaşp ulaşılmadığını kontrol etmek değil kapsamlı bir iş olduğu için programları değerlendirme modeli geliştirilmesi veya ortaya bir kuram çıkarılması gerektiği düşünülmüştür (Semerci, 1998; Stufflebeam, 2001; akt. Batdı, 2021).

Eğitimde program değerlendirme modelleri literatür incelendiğinde 4 başlıkta ele alınmıştır: hedefe dayalı, süreç odaklı, katılımcı/tepki odaklı ve yönetim yönelimli yaklaşımlar. Tablo 1’de bu çalışmada ele alınacak model başlığı olan yönetim yönelimli model, bir diğer adıyla karar verme odaklı yaklaşımlar verilmiştir. Yönetim yönelimli değerlendirme yaklaşımları içerisinde yer alan CIPP modeli kullanılmıştır. Program değerlendirme alanında yaygın olarak başvuru alan değerlendirme modellerinden biri olan Stufflebeam’ın CIPP modeli (Bağlam, Girdi, Süreç, Ürün), değerlendirme sürecine çok yönlü ve sistematik bir bakış açısı kazandırmaktadır. Bu modelin “girdi” boyutu; programın başarıya ulaşması için gerekli olan insan kaynağı, materyaller, fiziksel ortamlar ve mali kaynaklar gibi bileşenlerin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Aynı zamanda, değerlendirmeyi sadece sonuca göre değil tüm sürece yayarak gerçekleştirildiğinden bu çalışmada tercih edilmiştir. Stufflebeam, CIPP modeli girdi boyutunda şu sorulara cevap aramıştır:

- § Hedeflere ulaşmak için hangi stratejiler uygundur?
- § Hangi kaynaklar (insan gücü, zaman, materyal, bütçe) gereklidir?
- § Uygulama planı etkili ve uygulanabilir mi?
- § Alternatif stratejiler veya planlar var mı?
- § Planlanan program, mevcut koşullara uygun mu?

Alan yazın incelendiğinde, matematik öğretim programlarının CIPP modeliyle değerlendirilmesine yönelik çeşitli araştırmalara ulaşılmıştır. Çopur, Türkmenoğlu, Dinç-Artut & Bal, (2021), ilkökul matematik programını değerlendirmek için CIPP modeline dayalı bir ölçme aracı geliştirip öğretmen görüşlerinden de yararlanarak detaylı veriler ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde, Tüz Önal ve Saraçoğlu (2022), 9. sınıf matematik programını öğretmen ve öğrenci görüşlerine dayalı olarak CIPP modelinin tüm boyutlarıyla ele almış; özellikle girdi boyutunda kaynakların yeterliliği ve ders materyallerinin etkililiği gibi temel bileşenleri tartışmıştır. Şen ve Peker Ünal (2021) ise farklı

bir değerlendirme modeli olan Eisner'in Eğitsel Eleştiri Modelini kullanarak Matematik Dersi Öğretim Programını öğretim programlarının güncellenme süreçlerinin öğretmen görüşlerinin de katkılarını alarak değerlendirilmelerini yapmışlardır.

Bu çalışmada ise alan yazında oluşan boşluğu doldurmak amacıyla, 2024 yılı itibarıyla uygulanan 5. sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı'nın CIPP modelinin girdi boyutuna göre değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Elde edilecek bulguların, hem öğretim programının mevcut durumunu ortaya koyması hem de gelecekte yapılacak güncelleme çalışmalarına veri temelli katkılar sunması beklenmektedir. Bu bağlamda çalışma, öğretmenlerin görüşlerine dayalı olarak programın uygulanabilirliğini ve kaynak yeterliliğini sorgulayan bir değerlendirme aracı olmayı hedeflemektedir. Araştırmanın temel amacına bağlı olarak geliştirilen araştırma sorularına aşağıda yer verilmiştir:

1. 2024 5. Sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı, CIPP modelinin girdi boyutuna göre değerlendirme sonuçları nasıldır?
2. Öğretim programında belirtilen girdi öğeleri (kaynak, materyal, süre, öğrenme ortamları vb.) programın uygulanabilirliğini sağlayacak düzeyde midir?
3. Program ile öğretmen görüşleri girdi boyutu bağlamında kıyaslandığında ne tür benzerlikler ve farklılıklar gözlenmektedir?

YÖNTEM

Bu araştırma, 2024 yılı itibarıyla uygulanmaya başlanan 5. sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı'nı, Stufflebeam'in CIPP modelinin "girdi" boyutu esas alınarak incelemeyi ve değerlendirmeyi hedeflemektedir. Araştırmada nitel araştırma desenlerinden biri olan nitel doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi, yazılı materyallerin belirli bir sistematik çerçevede incelenmesini ve içeriklerinin derinlemesine yorumlanmasını amaçlayan nitel bir araştırma tekniğidir (Wach, 2013). Bu çalışma kapsamında başta öğretim programı olmak üzere uygulama kılavuzları, ders kitapları ve açıklayıcı materyaller incelenmiştir. Bununla birlikte elde edilen verileri zenginleştirmek maksadıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yardımıyla öğretmen görüşlerine de başvurulup bulguların geçerliliği artırılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme, belirli ölçülere göre bilgi açısından zengin bireylerin seçilmesini amaçlayan bir örnekleme tekniğidir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu doğrultuda araştırma problemi ile ilgili derinlemesine bilgi verecek katılımcılar seçilmiştir. Çalışma kapsamında ilköğretim matematik

öğretmenliği mezunu olup 2024-2025 öğretim yılında 5. Sınıf düzeyinde ders anlatımı yapan öğretmenler ile görüşülmüştür. Katılımcılara ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma Grubuna Ait Bilgiler

ÖĞRETMENİ TEMSİL EDEN KOD	CİNSİYET	MESLEKİ KIDEM	ÇALIŞTIĞI KURUM	ÖĞRENİM DURUMU
K1	Kadın	3 yıl	Devlet	Lisans
K2	Kadın	1 yıl	Özel	Lisans
K3	Kadın	2 yıl	Özel	Lisans
E1	Erkek	3 yıl	Devlet	Yüksek Lisans
E2	Erkek	1 yıl	Devlet	Lisans
E3	Erkek	1 yıl	Devlet	Lisans

Veri Toplama Süreci

Doküman analizi çerçevesinde öncelikle günümüze kadar Türkiye’de uygulanmış matematik dersini kapsayan öğretim programları ve buna yönelik yapılan araştırmalar ilgili veri tabanları aracılığıyla incelenmiştir. Bu programlar daha sonra araştırmacının alt amaçlarına yönelik olarak 5. sınıf düzeyi kapsamında ele alınmıştır. 5.sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı metnine ek olarak da resmi ve açıklayıcı belgelere ulaşılmıştır. Sonrasında, belgeler CIPP modelinin “girdi” boyutunu temel alan kavramsal bir analiz çerçevesi doğrultusunda sistematik biçimde çözümlenmiştir.

Doküman analizine ek olarak; çalışmayı yürüten iki araştırmacı tarafından, ayrı olarak 5.sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı’nı uygulayan öğretmenlerle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir ve elde edilen veriler analiz edilmiştir. Bu süreç, nitel araştırmalarda anlamın derinleştirilmesi ve yorumun sağlamlaştırılması açısından önemlidir(Creswell,2013).

Veri Analizi

Çalışmanın amacını doğrultusunda 5. Sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı’nın CIPP modeline göre girdi boyutunda incelenmesine ilişkin doküman analizi yapılmıştır. Programın değerlendirilmesinde Stufflebeam’in tasarlamış olduğu CIPP modeli kapsamında cevap aranması gereken sorular araştırmacılar tarafından özümsemiştir. Aynı zamanda Çopur vd. (2021) tarafından geliştirilen “*Stufflebeam’in CIPP Modeline Göre İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programını Değerlendirme Ölçeği*”nde bulunan girdi boyutuna yönelik maddeler baz alınmıştır. CIPP modelinin girdi boyutuna ilişkin sorularına araştırmacıların verdiği cevaplar ve diğer araştırmacılar tarafından geliştirilen ölçek maddeleri araştırma süresince göz önünde bu-

lundurularak tümdengelimsel içerik analizinden yararlanılmıştır. Doküman analizinde yer alan her bir maddeye ilişkin değerlendirme  l  tleri belirlenmiştir.

Araştırmanın diğer veri toplama aracı olan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi kapsamında incelenmiştir. I erik analizi kapsamında katılımcıların görüşmelerde verdikleri yanıtları tablo 2'deki kısaltmalarla doğrudan alıntı yaparak araştırma soruları kapsamında betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır (Sığrı, 2021, s.64). Yapılan görüşmeler doğrultusunda elde edilen veriler karşılaştırılarak analiz yapılmış ve araştırmacılar birbirlerinin topladığı verileri incelemiş ve analiz etmiştir.

Araştırmanın Nitel Boyutuna İlişkin Yapılan Geçerlik Ve Güvenirlik  alışmaları

Nitel araştırmalarda daha çok geçerlik yani inandırıcılık ön planda tutulur. Yıldırım ve şimşek (2021)'e göre geçerlik kavramı, araştırmacının ölçmek istediği kavramı ne kadar doğru ölçtüğünü belirlemektir. Diğer bir deyişle araştırmacının önyargılarından bağımsız verilere ulaşma ve bu verilerin doğasına uygun bir şekilde analizini yaparak doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşmasıdır. Yıldırım ve şimşek (2021), güvenirliği; araştırma sürecinin ve elde edilen verilerin şeffaf bir biçimde sunulması sayesinde, benzer koşullarda çalışmayı yürüten diğer araştırmacıların da benzer sonuçlara ulaşabilme olasılığı olarak tanımlamaktadır. Araştırmanın i  geçerliğini sağlamak için çeşitli veri kaynaklarından (doküman analizi, görüşme) yararlanılmıştır. Çoklu veri kaynaklarından yararlanmak alan yazında  eşitleme (Triangulation) şeklinde tanımlanır. Ayrıca, analiz sürecinde raporlamalar ayrıntılı biçimde yapılarak şeffaflık ilkesine uygun bir şekilde yapılmıştır (Creswell, 2012). Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğretmenlerden alınan görüşler, bulguların inandırıcılığını artırmak amacıyla doğrudan alıntılarla sunulmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmacının önceden hazırladığı açık uçlu sorular ile yapılan fakat görüşme sürecinde esneklik tanıyan bir veri toplama tekniğidir (Yıldırım ve şimşek, 2021).

Çalışma sürecinde, bilimsel araştırmalarda uyulması gereken etik ve yayın kuralları dikkatle gözetilmiştir. Katılımcılardan elde edilen veriler gizlilik ilkesine bağlı kalınarak korunmuş ve araştırma dışında herhangi bir amaçla kullanılmamıştır. Çalışma sürecinde akademik dürüstlük ilkeleri gözetilmiş; yararlanılan tüm kaynaklara ilgili bölümlerde ve kaynakçada akademik atıf kurallarına uygun şekilde yer verilmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde, 2024 5. Sınıf Matematik  ğretim Programı'nın CIPP modelinin girdi boyutuna göre değerlendirilmesine yönelik bulgular sunulmuştur. Bulgular, araştırma sorularına ve uzman öğretmenlerle yapılan görüşmelere

dayalı olarak tablolar ve doğrudan alıntılarla yapılandırılmıştır.

Programın Girdi Boyutunda İncelenmesi

Sistematik bir inceleme olması açısından 5. sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı'nın girdi boyutunda değerlendirilmesi belirli başlıklar altında toplanmıştır.

Programın Güncelliği

2024 Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı'nın güncelliği hakkında fikir sahibi olmak için uluslararası yapılan TIMSS sınavı verilerinden yardım alınmıştır. Bu kapsam en son yapılan TIMSS 2023 sınavında 8. Sınıf matematik alanında yüksek başarı gösteren 4 ülke (Singapur, Tayvan, Güney Kore ve Japonya) ile Türkiye'nin matematik öğretim programları karşılaştırılmıştır. Singapur, Tayvan, Güney Kore, Japonya ve Türkiye'nin 8. Sınıf matematik öğretim programlarında yer alan öğrenme alanları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. *Singapur, Tayvan, Güney Kore, Japonya ve Türkiye'nin 8. Sınıf matematik öğretim programlarında yer alan öğrenme alanları*

Öğrenme Alanı	Türkiye	Japonya	Singapur	Tayvan	Güney Kore
Sayılar Ve İşlemler	X	X	X	X	X
Cebir	X	X	X	X	X
Fonksiyonlar	X	X	X	X	X
Geometri Ve Ölçme	X	X	X	X	X
Veri Ve İstatistik	X	X	X	X	X
Olasılık	X	X	X	X	X

Tablo 2 incelendiğinde programların öğrenme alanları, uluslararası düzeyde kabul edilen öğrenme alanları (*sayılar ve işlemler, cebir, fonksiyonlar, geometri ve ölçme, veri ve istatistik, olasılık*) kapsamında incelendiğinde 5 ülkenin de tüm öğrenme alanlarına hizmet eden bir programı olduğu görülmüştür.

Programın 5. Sınıf Düzeyinde Ele Alınan Tema Sayısı ve Zaman Yönetimi

2018 ve 2024 yıllarında yürürlüğe giren 5. sınıf matematik öğretim programları, kazandırılmak istenen öğrenme çıktıları, konu başlıkları ve zaman dağılımı açısından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir ve Tablo 3'te ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

Tablo 3. 2018 ve 2024 5. Sınıf Matematik Öğretim Programlarının Kazanım ve Süre Dağılımı Karşılaştırması

Boyutlar	2018 Programı	2024 Programı
Kazanım/Öğrenme Çıktısı Sayısı	56 kazanım	23 öğrenme çıktısı
Toplam Ders Saati	180 saat	180 saat
Ünite/Tema Sayısı	6 ünite	7 tema (okul temelli planlama hariç 6 tema)
En Fazla Süre Alan	Doğal Sayılarla İşlemler (28 saat - %16)	Geometrik Şekiller (38 saat - %21)
İçerik Yapısı	Konulara ve ünite başlıklarına göre yapılandırılmıştır.	Tematik yapıya sahiptir, öğrenme çıktıları temalar altında sunulur.
Zaman Dağılımı	Kazanım sayısına göre dağılımda belirgin yoğunluk var.	Öğrenme çıktısı sayısına oranla süre daha eşit dağıtılmıştır.
Yeni Öğrenme Alanları	Geleneksel sayılar, ölçme, geometri, veri vb.	İstatistiksel süreç, cebirsel düşünme, veri ve olasılık vurgulanır.

Tablo 3 incelendiğinde programlar arasında yapısal ve içeriksel farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. İlk olarak, programların öğrenme çıktısı/kazanım sayılarını incelediğimizde 2018 matematik öğretim programının 5.sınıf seviyesinde 56 kazanıma yer verilirken, 2024 yılı itibariyle yürürlüğe giren Türkiye Yüzyılı Maarif modelinin matematik öğretim programının 5.sınıf kısmında ise bu sayı 23 öğrenme çıktısına düşürülmüştür. Bu durum, yeni programın daha sadeleştirilmiş ve odaklanmış bir yapı benimsediğini göstermektedir. Her iki programda da toplam ders saati 180 olarak belirlenmiş olup, zaman dağılımı açısından dikkat çeken farklılıklar gözlemlenmiştir.

2018 programında “Doğal Sayılarla İşlemler” konusu 28 saat ile en fazla süre ayrılan ünite olurken, 2024 programında bu rolü 38 saat ile “Geometrik Şekiller” teması üstlenmektedir. Bu durum, yeni programın özellikle uzamsal düşünme ve görsel yapıların öğrenilmesine daha fazla önem verdiğini göstermektedir. Ayrıca 2024 programında “İstatistiksel Araştırma Süreci”, “İşlemlerle Cebirsel Düşünme” ve “Veriden Olasılığa” gibi temaların yer alması, programın öğrencilerin analitik düşünme, veri okuryazarlığı ve cebirsel ilişkileri fark etmelerine yönelik daha güncel ve bütüncül bir yaklaşım benimsediğini ortaya koymaktadır. 2024 programı tematik bir yapıya sahip olup öğrenme çıktıları bu temalar altında bütüncül şekilde sunulmuştur. 2018 programı ise konu temelli ve kazanım odaklı bir yapı sergilemektedir. Bu fark, öğretim sürecinde esneklik ve bütünlük açısından önemli yansımalar doğurabilir. Özellikle “okul temelli planlama” vurgusu, öğretmenlere öğretim sürecinde daha fazla inisiyatif tanınabileceğini göstermektedir.

Genel olarak, 2024 programı öğretim yükünü azaltmayı, anlamlı öğrenmeyi artırmayı ve 21. yüzyıl becerilerini öğretmeyi amaçlayan, daha sade ve temalar çerçevesinde sunulan bir yapıya sahiptir. 2018 programı ise kazanım

sayısı fazla olan ve konulara göre şekillendirilmiş daha geleneksel bir içerik sunulmuştur

Programdaki Öğrenme Çıktılarının Öğrencilerin Hazırbulunuşluk Düzeyine Uygunluğu

Öğretim programlarında belirlenen hedeflerin öğrencilerin bilişsel düzeyine uygunluğu da oldukça önemli bir husustur. Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı'nda öğrenme çıktısı olarak adlandırılan bu hedefler, 5.sınıf düzeyindeki yaş grubu (10-11 yaş) kapsamında incelenmiştir. Piaget'e göre somut işlemler dönemi 7-11 yaş aralığını kapsar. Bu dönemdeki çocuklar, zihinsel etkinliklerinde daha esnek ve mantıklıdır ancak soyut düşünme becerisi henüz çocuklarda gelişmemiştir. "Çocuklar nesnelerin fiziksel yapı veya konumlarında değişmelerle miktar, sayı, hacim gibi özelliklerinde değişme olmayacağını anlamaktadırlar. Bu dönemde en üst düzeyde gruplama yapılabilmekte ve nesneleri kendi özelliklerine göre sıralanabilmektedir." (Eroğlu,2023). 2024 Türkiye yüzyılıda maarif modeli incelendiğinde henüz soyut döneme geçmemiş olan bu yaş grubu için somutlaştırma adına öğretmenlere pek fazla yöntem sunmuştur bunlardan biri geometri alanında kullanılan Geogebra yazılımıdır. Ders kitabında da bu yazılımın etkinliklerine fazlaca yer verilmektedir. Programın tema bazlı kavramsal becerileri incelendiğindeki veriler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. 5. Sınıf Matematik Temalarında Yer Alan Kavramsal Beceriler

1.	Tema: Sayılar ve Nicelikler	KB2.9. Genelleme Becerisi KB2.10. Çıkarım Yapma Becerisi
2.	Tema: İşlemlerle Cebirsel Düşünme	KB2.10. Çıkarım Yapma Becerisi KB2.14 Yorumlama Becerisi
3.	Tema: Geometrik Şekiller	KB2.10. Çıkarım Yapma Becerisi KB2.14 Yorumlama Becerisi KB2.15. Yansıtma Becerisi
4.	Tema: Geometrik Nicelikler	KB2.14 Yorumlama Becerisi KB2.17. Değerlendirme Becerisi
5.	Tema: İstatistiksel Araştırma Süreci	KB2.18. Tartışma Becerisi
6.	Tema: Veriden Olasılığa	KB2.13. Yapılandırma Becerisi KB2.14 Yorumlama Becerisi

Tablo 4'teki verilere göre 5. sınıf düzeyinde somut işlem dönemine uygun olmayan kavramsal beceriler bulunmadığı yorumlanmıştır. Cebirsel düşünme konusu soyut bir konu olsa da 5. sınıfta bu konu olabildiğince somut işlenerek öğrencilerin bilişsel düzeyleri göz önüne alınarak bir sonraki dönemler için hazırbulunuşluk temelleri atılmıştır.

Girdi Öğeleri ve Programın Uygulanabilirliği

Bu bölümde 2024 5. sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı, CIPP Modelinin girdi boyutu perspektifinden değerlendirilmiştir. Girdi boyutu, eğitim programlarının başarısının temellendirildiği, uygulama öncesinde ele alınması gereken unsurları ifade etmektedir. Programın kazandırılmak istenen öğrenme çıktıları, içerik yapısı, öğretim materyalleri ve öğrenci düzeyine uygunluk gibi unsurlar, programın etkinliğini ve uygulanabilirliğini doğrudan etkileyen faktörlerdir. Bu bölümde, 2024 5. sınıf Matematik Öğretim Programı'nın girdi boyutuna ilişkin bulgular, aşağıda sistematik bir şekilde sunulmuştur.

Kapsam ve İçerik Genişliği: 2018 matematik öğretim programında kazanımlar doğrudan hedefe yönelik ifadelerden oluşurken; 2024 programında tematik yapı ön plana çıkmış, kazanımların kapsamı daha bütüncül bir yaklaşımla ifade edilmiştir. 2024 öğretim programında yer alan “Sayılar ve Nicelikler”, “İşlemlerle Cebirsel Düşünme ve Değişimler” gibi temalar altında problem çözme, temsil ve muhakeme gibi alan becerilerine odaklanılmıştır. Bu durum, kazanımların yalnızca işlem becerisi değil; aynı zamanda üst düzey düşünme becerilerinin gelişimini de hedeflediğini göstermektedir.

Kazanımların Açıklığı ve Yönergelerin Yeterliliği: 2018 programında bazı kazanımlar açıklama sunmamaktadır, bu da öğretmene daha fazla yorum yapma fırsatı tanımaktadır. Örneğin “M.5.1.1.1. En çok dokuz basamaklı doğal sayıları okur ve yazar.” kazanımı yalnızca hedef davranışı belirtmekte, nasıl öğretileceğine dair açıklamaya yer verilmemiştir. Bu sorunu ortadan kaldırmak amacıyla 2024 programındaki öğrenme çıktıları açıklamalarıyla birlikte verildiği ve öğretim sürecine ilişkin daha fazla rehberlik sağlandığı görülmüştür. Temalarda yer alan açıklamalar, öğretim etkinliklerinin planlanmasını kolaylaştırıcı niteliktedir.

Öğrenci Düzeyine Uygunluk: Her iki programda da kazanımların öğrenci düzeyine uygunluk açısından inşa edildiği görülmektedir. Ancak 2024 programında kavramların gelişimsel sıra gözetilerek yapılandırılması daha belirgin hale gelmiştir. Kesirler alt öğrenme alanı, 2024 öğretim programında sadece işlemsel boyutta değil, daha geniş bir perspektifle incelenmiştir. Kesir kavramının ondalık ve yüzde biçimleriyle ilişkilendirilerek sunulması, öğrencilerin matematiksel temsilleri çok boyutlu olarak kavrayabilmelerini desteklemeyi hedeflemektedir.

Öğretim Materyali Geliştirmeye Elverişlilik: 2018 matematik öğretim programı 5.sınıf kapsamında bazı kazanımlar soyut düzeyde kalmakta, öğretim materyallerinin hazırlanması açısından yeterli yönlendirme sunmamaktadır. 2024 programında ise temalarda açıkça ifade edilen beceriler ve örnek içerikler, materyal geliştirme sürecine daha fazla katkı sağlamaktadır. Örneğin “Geometrik Şekiller” temasındaki içerikler, öğretmenin çizim, ölçüm ve

çokgenlerle ilgili konularda hangi teknolojik araçları nasıl kullanabileceğine dair somut önerilerle desteklenmiştir.

Uygulanabilirlik ve Ortama Uygunluk: 2024 Maarif modelinde matematik öğretim programı, öğretmen ve öğrenci etkileşimini destekleyici şekilde planlanmış, uygulamada karşılaşılabilecek durumlara dair daha gerçekçi bir yapı sunmuştur. “İstatistiksel Araştırma Süreci” ve “Veriden Olasılığa” temaları incelendiğinde, günlük yaşamdaki verilerin analizine dayalı etkinliklerle, öğrencilerin veri temelli karar alma ve olasılık temelli düşünme becerilerinin geliştirilmesinin amaçlandığı görülmektedir.

Yenilikçi Öğrenme İçerikleri: 2024 programında algoritma, etik veri kullanımı, akış şemaları gibi güncel konulara yer verilmesi, programın yeni nesil öğrenme gereksinimlerine duyarlılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Bunun kazandırılması, öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgi edinmesini değil, aynı zamanda dijital okuryazarlık ve etik farkındalık gibi disiplinler arası beceriler geliştirmesini de desteklemektedir.

Genel bir ifadeyle 2018 matematik öğretim programı daha çok kazanım temelli tasarlanırken 2024 matematik öğretim programı temalar ve beceri temelli yaklaşım ile inşa edilmiştir. Bu bağlamda 2024 programı, CIPP modelinin girdi boyutu açısından değerlendirildiğinde daha kapsamlı, yönlendirici ve çağdaş öğrenme yaklaşımlarına uygun bir yapı sergilemektedir. Açıklık, uygulanabilirlik ve materyal hazırlığına elverişlilik açısından 2024 programı daha avantajlı bir konumda olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Girdi Boyutu Bağlamında Öğretmen Görüşleri

Bu bölümde, 2024 yılında uygulamaya konulan 5. Sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı'nın CIPP modeline göre girdi boyutunun değerlendirilmesine yönelik öğretmen görüşlerinden elde edilen nitel verilerin analizine yer verilmiştir. Veriler, içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiş; hizmet içi eğitimler, fiziksel-teknolojik altyapı, ders kitaplarının programla uyumu ve zaman yönetimi temaları altında yapılandırılmıştır. Her tema altında öğretmenlerin özgün ifadeleri yorumlarla birlikte sunulmuştur.

Hizmet İçi Eğitimlerin Yeterliliği

Katılımcıların çoğunluğu, Maarif Modeli kapsamında sunulan hizmet içi eğitimlerin yetersiz, yüzeysel ve uygulama eksenli olmaktan uzak olduğunu belirtmiştir. Eğitimlerin tüm öğretmenlere ulaştırılamaması ve içerik bakımından yetersiz kalması uygulama sürecini doğrudan etkilemektedir.

Örneğin, K1 kodlu öğretmen “Eğitim modeli kapsamında hizmet içi eğitimi aldık ama kesinlikle yeterli değildi... bunun sadece dönem başında bir kereliğine değil, daha sık bir şekilde yapılması gerektiğini düşünüyorum” diyerek hizmet içi eğitimlerin sıklığına ve niteliğine vurgu yapmıştır.

E1 kodlu öğretmen ise uygulamadaki eşitsizliği şu ifadelerle dile getirmiştir: *“Maarif modeline uyum semineri adlı 2 günlük bir eğitim verildi... tüm öğretmenlere verilmedi... seminere katılanlara sorduğumda ise nasıl geçtiğini, yüzeysel olarak nelerin değiştiğinden bahsedildiğini söylediler ve yeterli olmadığına değindiler.”*

Benzer şekilde K2 kodlu öğretmen *“Seminer çok yüzeysel geçti... daha çok genel bilgiler verildi... programın detaylarına çok girilmedi”* şeklinde eğitimin içeriksel eksikliğini vurgulamıştır.

Bununla birlikte, E2 kodlu öğretmenin *“Eğitimi verenler programı bizzat hazırlayan akademisyenlerdi ve yeterli düzeyde veriliyor”* ifadesi, bazı kurumlarda daha etkili eğitimlerin gerçekleştirildiğini göstermektedir. Bu farklılık, hizmet içi eğitimlerin standardize edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Fiziksel ve Teknolojik Altyapı

Öğretmenlerin çoğu okullarında etkileşimli tahta ve internet gibi temel teknolojik donanımın bulunduğunu belirtmiştir. Ancak bu araçların etkinlik temelli program uygulamaları için yeterli olmayabileceği, özellikle sınıf düzeni ve materyal eksikliği nedeniyle uygulamada sınırlılıklar yaşandığı ifade edilmiştir.

K1 kodlu öğretmen bu konuda, *“Bulunduğumuz okulda etkileşimli tahta mevcut fakat istenilen modelde bu bizim için yeterli değil... özellikle köy okullarında araç gereçlere ulaşamıyoruz”* demiştir. Benzer şekilde K2 kodlu öğretmen, *“Okulda akıllı tahta var, internet de var ama bazı derslerde materyal eksikliğini hissediyorum”* sözleriyle somut materyallere ulaşım sıkıntısını ifade etmiştir.

E3 kodlu öğretmen de, *“Teknolojik araçlar yeterli diyebilirim ancak sınıf ortamının buna yeterince uygun olduğunu düşünmüyorum”* diyerek sadece donanımın değil, sınıf ortamının da önemli olduğunu vurgulamıştır.

Buna karşılık E2 kodlu öğretmen *“Programın uygulanması için her türlü ortam mevcut... üstelik köy okulu olmasına rağmen”* diyerek bazı okullarda koşulların uygun olduğunu belirtmiştir. Bu durum, altyapı olanaklarının bölgesel değil, okul bazında farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Ders Kitaplarının Programla Uyumu

Katılımcı öğretmenler, ders kitaplarının genel olarak program hedefleriyle uyumlu olduğunu, özellikle öğrenci merkezli ve keşfetmeye dayalı etkinliklere yer verdiğini belirtmiştir. Ancak etkinliklerin fazlalığı, her sınıf düzeyine uygun olmayışı ve bazı öğrenciler için zorlayıcı olması önemli sorunlar arasında öne çıkmaktadır.

K1 kodlu öğretmen bu konuda, *“Kısmen destekliyor diyebilirim”* ifadesini kullanırken, E2 kodlu öğretmen *“Ders kitapları destekliyor fakat daha geliş-*

tirilebilir... öğrenciler etkinlikler içindeyken konudan kopanlar oluyor” diyerek kitapların yapısal yoğunluğuna dikkat çekmiştir.

K3 kodlu öğretmen ise, *“Kitaplar etkinlik bakımından zengin ama her sınıfa hitap etmiyor bence... düşük seviyeli öğrenciler bazı etkinlikleri yaparken zorlanıyorlar”* ifadeleriyle kitap içeriklerinin tüm öğrenci profillerine hitap etmediğini belirtmiştir.

E1 kodlu öğretmen, kitapların öğrenciye keşfettirme yaklaşımına sahip olduğunu ancak uygulamadaki farklılıklara dikkat çekerek şunları söylemiştir: *“Kentte birçok imkana sahip öğrenciler ile kırsal bölgede daha düşük imkanlara sahip öğrencileri aynı etkinlikle keşfettirmek aynı sonucu doğurmamaktadır.”*

Bu bulgular, ders kitaplarının daha sade, seviyeye uygun, farklı öğrenen profillerine hitap eden içeriklerle yeniden yapılandırılması gerektiğini göstermektedir.

Zaman Yönetimi ve Müfredata Yetişme

Öğretmenlerin büyük bölümü, yeni programın öğrenci merkezli ve etkinlik odaklı yapısının sınıf içinde **zaman yönetimini zorlaştırdığını** ifade etmiştir. Özellikle öğrencilerin sorularının artması, etkinliklerin zaman alması gibi nedenlerle müfredatın geri kaldığı belirtilmiştir.

K1 kodlu öğretmen bu durumu şöyle özetlemiştir: *“Her öğrenciye daha fazla zaman ayırmaya çalıştığımız için öğretim programının fazlasıyla gerisinde kalıyoruz.”* E1 kodlu öğretmen de benzer şekilde *“Etkinlikleri sınıfta etkileşimli olarak işlemek zaman yönetimi açısından beni zorluyor... soru soruyu açıyor, bir bakmışsın ders bitmiş oluyor”* diyerek sınıf içi akışta yaşanan aksamlara dikkat çekmiştir.

K2 kodlu öğretmen *“Etkinlikleri sınıfta uygulamak zaman alıyor, bu yüzden bazen konulara yeterince zaman ayıramıyoruz”* derken, K3 kodlu öğretmen ise *“Öğrenciler çok soru soruyor, etkinliklerde aktif olmak istiyorlar ama bazen bu durum sürenin yetmemesine sebep oluyor”* sözleriyle öğrenci ilgisinin süre ile çatıştığını dile getirmiştir.

E3 kodlu öğretmen *“Müfredat ve uygulanması için ayrılan süre orantılı değil... özellikle öğrenci seviyesinin düşük olduğu sınıflarda konuların derinlemesine işlenmesine zaman kalmıyor”* diyerek öğretim saatlerinin yetersizliğini vurgulamıştır. E2 kodlu öğretmenin *“Matematik dersi haftalık 5 saat ve bunun artması lazım”* ifadesi de bu görüşü desteklemektedir.

Bu bulgular, programın uygulanabilirliğinin sadece pedagojik içerikle değil, zaman ve ders saati planlamasıyla birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 2024 yılında uygulamaya konulan 5. Sınıf Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı'nın CIPP modeline göre girdi boyutunda değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda öğretim programının uygulanabilirliğini etkileyen birçok unsur olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir.

Uluslararası sınav başarıları incelenerek yüksek başarı sağlayan ülkeler ile Türkiye'nin matematik öğretim programları öğrenme alanları açısından karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda beş ülkenin de aynı öğrenme alanlarına hizmet eden bir öğretim programı bulunduğu görülmüştür.

2018 ve 2024 matematik öğretim programları karşılaştırıldığında tema sayısında bir değişikliğe gidilmemiştir. Fakat 2018 programında 56 kazanıma yer verilirken 2024 öğretim programında 23 öğrenme çıktısına yer verilmiştir ve sayısal anlamda sadeleşmeye gidilmiştir.

Hizmet içi eğitimlerin teorik bilgilendirmeyle sınırlı kalmıştır ve öğretmenler uygulama boyutundaki eksiklikleri ifade etmiştir. Örneğin programın sınıf ortamında etkili bir şekilde uygulanma konusunda öğretmenler eğitimlerin içeriği ve kapsamını yetersiz bulmuştur. Bu bulgu, Tüz Önal ve Saraçoğlu'nun (2022) öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerde 'uygulamaya dönük bilgiye ihtiyaç duyduklarını' belirttikleri sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Bununla birlikte, ülkedeki her okulun fiziksel ve teknolojik açıdan donanım farkları öğretim programının tüm öğrencilere eşit bir şekilde uygulanmasını engellemektedir. Özellikle kırsal bölgelerde görev yapan öğretmenlerin materyal ve araç-gereç erişiminde sıkıntı yaşadıkları öğretmenler tarafından ifade edilmiştir. Bu durum Çopur ve arkadaşlarının (2021) çalışmasında ortaya koyduğu, sınıf öğretmenlerinin çalıştığı okulun fiziksel imkânları ile matematik öğretim programına yönelik görüşleri arasında anlamlı farklılıklar bulunduğu sonucunu destekler niteliktedir. Araştırmacıların da belirttiği gibi, okulların fiziksel altyapı yetersizlikleri, öğretim programlarının etkili bir şekilde uygulanmasının önündeki temel engellerden birini oluşturmaktadır.

5.sınıf öğretim programına ait ders kitapları açısından incelendiğinde, kitapların öğrenci merkezli yapısı genel olarak olumlu karşılanmakla birlikte etkinliklerin fazlalığı ve karmaşıklığı bazı öğrencilerin öğrenme sürecinden kopmasına neden olduğu görülmüştür. Şen ve Peker Ünal (2021) bu konuyu daha geniş bir bağlamda ele alarak, eğitim programlarının başarıya ulaşmasında okulun fiziksel koşullarının ve öğretim materyallerinin yeterliliğinin belirleyici rol oynadığını, yöneticilerle öğretmenlerin ortak bir anlayış geliştirerek hareket etmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Zaman yönetimi konusu ise öğretmenlerin en çok zorlandıkları girdi bo-

yutu elemanlarından biri olmuştur. Öğretmenlerden alınan görüşler ve doküman analizi kapsamında Maarif Modeli Öğretim Programı'nın öğretmen merkezli yaklaşım yerine öğrenci merkezli yaklaşımı hedef alması, öğrenim sırasında daha etkileşimli bir ders ortamı oluştursa da bu durum için yeterli ders süresinin olmadığı görüşüne ulaşılmıştır. Genel olarak araştırma sonucunda, 2024 Maarif Modeli kapsamında geliştirilen 5. sınıf matematik öğretim programının içerik bakımından güncel öğretim yaklaşımları benimsediği; ancak bu programın etkili bir biçimde uygulanabilmesi için gerekli olan girdilerin (eğitim, materyal, zaman, ortam) her okulda eşit ölçüde bulunmadığı tespit edilmiştir.

Ders kitaplarının programın hedefleriyle büyük ölçüde örtüştüğü fakat öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri farklı olduğu için her bilişsel düzeydeki öğrenciye uygun bir içerik sunulmadığı görülmüştür. Maarif Modeli Öğretim Programı'na kademeli geçiş sebebiyle 2024-2025 öğretim döneminde sadece 5.sınıf düzeyinde inceleme yapan bu araştırmanın sonucunda aşağıdaki öneriler hem öğretmenlerimize hem de literatüre katkı sağlaması amacıyla sunulmuştur.Bu bağlamda;

1. Hizmet içi eğitimler uygulamaya dönük olmalı ve yıl içerisinde periyodik olarak tekrarlanmalıdır.
2. Eğitim materyallerine erişimde yaşanan eşitsizlikleri azaltmak için okul bazlı materyal destek politikaları geliştirilmeli ve bölgesel ihtiyaç analizleri yapılmalıdır.
3. Ders kitapları öğrenci seviyelerine göre farklılaştırılmalı ve öğretmenlere uygulamalar yapmaları için çeşitli yolları sunulmalıdır.
4. Matematik dersi haftalık ders saatleri arttırılmalı, ders kitabındaki etkinlikleri yapabilmek için uygun bir zaman tasarımı yapılmalıdır.
5. Programın uygulanabilirliği açısından öğretmen görüşleri düzenli olarak toplanmalı ve dönütler ışığında program güncellemeleri yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Albayrak, E. N., & Taş, İ. D. (2020). 2017 3. sınıf matematik öğretim programının CIPP modeline göre girdi boyutunda değerlendirilmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 24(2), 469-484.
- Arslan, Ç., Uygan, C. Kurt Birel, G. (2024). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik 5. Sınıf Ders Kitabı (2. Kitap)*. Ankara: MEB Yayınları.
- Çopur, E., Türkmenoğlu, M., Dinç-Artut, P., & Bal, A. P. (2021). Stufflebeam'ın CIPP modeline göre ilköğretim matematik dersi öğretim programını değerlendirme ölçeği. *Uluslararası Eğitim Spektrumu Dergisi*, 3(2), 150-175. <https://doi.org/10.47806/ijesacademic.903747>
- Danişman, Ş., & Karadağ, E. (2015). Öğrenme Alanları ve Kazanımlar Bağlamında 2005 ve 2013 Beşinci Sınıf Matematik Öğretim Programlarının Karşılaştırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6(3), 380-398. <https://doi.org/10.16949/turcomat.03423>
- Erden, M. (1998). *Eğitimde program değerlendirme*, Ankara: Anı Yayıncılık.
- Eroğlu, M. (2023). Çocukluk döneminde bilişsel gelişim: Piaget ve Vygotsky'nin bilişsel gelişim kuramlarının incelenmesi ve karşılaştırılması. *Journal of Education and New Approaches*, 6(1), 69-77. DOI: 10.52974/jena.1258278
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (1949). Ortaokul programı. Ankara: Devlet Basımevi
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2005). İlköğretim matematik dersi 1-5. sınıflar öğretim programı. Ankara: MEB Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (MEB-TTKB). (1990). İlköğretim matematik dersi programı. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (MEB-TTKB). (1998). İlköğretim okulu matematik dersi öğretim programı. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (MEB-TTKB). (2005). İlköğretim matematik programı. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (MEB-TTKB). (2013). Ortaokul matematik dersi öğretim programı. Ankara: MEB.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (MEB-TTKB). (2017). Matematik dersi öğretim programı. Ankara: MEB.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli. (2024). <https://tyymm.meb.gov.tr/surec>
- Özmantar, M. F., Akkoç, H., Kuşdemir Kayıran, B., & Özyurt, M. (Edt.). (2024). *Ortaokul matematik öğretim programları: Tarihsel bir inceleme*. Pegem Akademi.
- Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (PAU Journal of Education) 46: 394-415 [2019] doi: 10.9779/pauefd.452646
- Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.

- Polat, M., Karabıyık, T. C. & Kartal G. (2023). *TIMSS 2023 Türkiye raporu*. https://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_12/04111224_timss_2023_rapor_0412.pdf
- Semerci, Ç. (1998). Mesleki ve Teknik Eğitim Fakültesi Programlarının Değerlendirilmesi (Program Değerlendirme Modeli ve Ölçme Araçlarının Geliştirilmesi). Yayınlanmamış Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Stufflebeam, D. L. (2001). Evaluation Models. *New Direction for Evolution*, 89, 1-106. Doi: 10.1002/ev.3.
- Sığırı, Ü. (2021). *Nitel araştırma yöntemleri*. Beta Yayınları. 9786254231162
- Stufflebeam, D. L., & Coryn, C. L. S. (2007). *Evaluation theory, models, and applications*. Jossey-Bass.
- Şen, E. Ö., & Peker Ünal, D. (2021). Matematik dersi öğretim programının Eisner eğit-sel eleştiri modeline göre değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 605–632. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.1029100>
- Şişman, M. (2021). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Tüz Önal, B., & Saraçoğlu, M. (2022). Ortaöğretim 9. sınıf matematik dersi öğretim programının CIPP modeli ile öğretmen ve öğrenci görüşlerine göre değerlendirilmesi. *Ekev Akademi Dergisi*, 26(91), 15–39. <https://doi.org/10.17753/sose-kev.1093556>
- Türk Dil Kurumu. (2025, Nisan). <https://sozluk.gov.tr/>
- UNESCO. (2023). *Eğitim ve insan hakları: Temel ilkeler ve uygulamalar*. Paris.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Wach, E. (2013). *Learning about qualitative document analysis*.



ORTAOKUL MATEMATİK DERS KİTAPLARINDA ALAN KONUSUNUN YENİLENMİŞ BLOOM TAKSONOMİSİ DOĞRULTUSUNDA İNCELENMESİ

“
Elif Ertem Akbaş¹
Esin Mühirci²
”

1 Doç. Dr. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Van/TÜRKİYE

2 Yüksek Lisans Öğrencisi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri
Enstitüsü, Matematik Eğitimi, Van/TÜRKİYE Orcid No: 110000-0002-4004-1697, 20009-0000-
1603-5660

GİRİŞ

Eğitim, bireylerin zihinsel, duygusal ve fiziksel gelişimlerini desteklemeyi amaçlayan, sistematik biçimde yürütülen planlı bir süreçtir. Bu süreç, bireylerin yalnızca akademik başarılarını değil, aynı zamanda bilişsel ve sosyal yeterliliklerini artırmayı da hedeflemektedir. Keleş ve Çepni (2006), öğrenmenin bireyin yaşantılarının sonucunda ortaya çıkan bilişsel, duyuşsal ve devinişsel yönlerdeki değişimlerin toplamı olduğunu ifade etmektedir. Bu kapsamda, eğitimin yalnızca bilgi aktarımına indirgenemeyeceği; aynı zamanda bireyin potansiyelini keşfetmesine olanak sağlayacak düşünsel yetenekleri geliştirmeye yönelik olduğu söylenebilir.

Bu çerçevede, matematik disiplini eğitim sürecinde merkezi bir yer tutar. Akıl yürütme, analiz etme, genelleme yapabilme ve çıkarımda bulunma gibi üst düzey zihinsel becerileri destekleyen matematik, bireyin yalnızca sayı işlemleriyle değil, karşılaştığı gerçek yaşam problemlerine etkili çözümler üretebilmesiyle de ilişkilidir. Altun (2016), matematiği, evrendeki düzenin kavranmasına yardımcı olan zihinsel bir faaliyet olarak tanımlamaktadır. Bu tanım, matematiğin yalnızca formüller ve işlemlerden ibaret olmadığını; aynı zamanda bir düşünme biçimi ve sistematik çözüm üretme aracı olduğunu da ortaya koymaktadır.

Matematiksel bilgi, bireyin yaşamının birçok alanında aktif olarak kullanılmaktadır. Örneğin, mali planlamadan grafik okuryazarlığına, zamansal düzenlemelerden mekânsal ilişkilere kadar pek çok beceri matematiksel düşünmeye dayanmaktadır. Bu yönüyle matematik, yalnızca okul müfredatının bir parçası değil; bireyin yaşam boyu ihtiyaç duyduğu bir düşünce pratiğidir. Usluoğlu (2020), matematiğin tarihsel olarak Babil’den Antik Yunan’a, oradan da günümüze kadar medeniyetlerin gelişiminde önemli bir rol oynadığını belirtmektedir. Bu da matematiğin kültürel ve tarihsel birikim açısından oldukça köklü bir alan olduğunu göstermektedir.

Matematik öğretimi, bireylerin bu işlevsel bilgileri edinmesini ve kullanabilmesini sağlayan kritik bir süreçtir. Ancak etkili bir öğretim süreci, yalnızca bilgiyi aktarmakla kalmamalı; öğrencinin bilgiyi nasıl edindiği, nasıl analiz ettiği ve bu bilgidan nasıl yeni sonuçlar üretebildiği gibi süreçlere de odaklanmalıdır. Akarsu (2017), öğrenmenin yalnızca zihinsel değil, aynı zamanda duygusal boyutlarla da bütünleştiğinde daha kalıcı hale geleceğini savunmaktadır. Bu nedenle, öğretim sürecinde öğrenciyi merkeze alan, onların aktif katılımını destekleyen yaklaşımlar öne çıkmaktadır.

Bu noktada, öğretim materyallerinin niteliği oldukça önemlidir. Matematik öğretiminde sıkça kullanılan temel kaynaklardan biri olan ders kitapları, hem öğrenciler hem de öğretmenler için yol gösterici niteliktedir. Bu kitaplar yalnızca bilgileri düzenli şekilde sunmakla kalmaz; aynı zamanda etkinlikler, örnek uygulamalar ve görsel unsurlar aracılığıyla öğrenmeyi daha

anlamli ve kalıcı hâle getirir. Seguin'in (1989; akt. Erköliç & Can, 2018) de belirttiği gibi, ders kitapları öğrencilerin akademik başarılarına doğrudan etki eden temel araçlardan biridir.

Kitaplar aracılığıyla edinilen bilgiler, öğrencilerin düşünsel gelişimlerine katkı sağlamakta, problem çözme kapasitelerini artırmakta ve soyut kavramları daha kolay kavramalarına yardımcı olmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018), ders kitaplarında yer alacak etkinliklerin öğrencilerin düşünme becerilerini destekleyecek biçimde yapılandırılmasının önemini vurgulamakta; ayrıca öğrencilerin matematiksel dili doğru kullanmalarını sağlama ya yönelik içeriklerin geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu doğrultuda kullanılan grafikler, uygulama temelli örnekler ve şekiller, öğrencilerin hem anlamasını kolaylaştırmakta hem de öğrenme sürecine daha aktif katılmalarını mümkün kılmaktadır.

Matematik etkinlikleri, sadece işlemsel uygulamalar sunmakla kalmaz; aynı zamanda öğrencilerin kavramsal düşünme, tahmin yapma, açıklama geliştirme gibi çok yönlü becerilerini de hedefler. Bu bağlamda etkinlik türleri, öğrencilere kazandırılması hedeflenen bilişsel becerilere göre sınıflandırılmaktadır. Örneğin, standart algoritmayı kullanma ve yorumlama türündeki etkinlikler, öğrencilerin önceden öğrenilmiş işlem adımlarını uygulayarak çözüm üretmesini ve bu süreci sözel olarak ifade etmesini sağlar (Stein, Smith, Henningsen & Silver, 2009). Tahmin ve yorumlama etkinlikleri ise öğrencinin henüz öğrenmediği kavramlar hakkında sezgisel düşünmesini, strateji geliştirmesini ve eleştirel yargılar üretmesini teşvik eder (Watson & Sullivan, 2008). Etkinliklerin hazırlanma amaçları da bu türlerle yakından ilişkilidir. Kavram öğretimi, öğrencinin yeni bir bilgiyi anlamasını; kavram pekiştirme, öğrenilen bilginin sağlamlaştırılmasını; öğrenci yanlışlarını giderme, kavram yanlışlarının fark edilip düzeltilmesini; matematiksel bilginin doğasına farkındalık, matematiğin nasıl işlediğine dair metabilişsel farkındalık kazandırmayı hedeflemektedir (Özmantar & Bingölbalı, 2009). Etkinliklerin bu tür ve amaç kategorilerine göre sistemli şekilde sınıflandırılması, onların pedagojik işlevlerini daha net biçimde değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi (YBT), Anderson ve arkadaşları (2001) tarafından geliştirilmiş olup, öğrenme sürecindeki bilişsel işlevlerin sınıflandırılmasına sistematik bir zemin sunmaktadır. Bu sınıflandırma, öğrenmeyi altı düzeyde ele almaktadır: hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma. Özellikle matematik öğretiminde, ders kitaplarındaki etkinliklerin bu sınıflamaya göre analiz edilmesi, içeriklerin bilişsel derinliğini anlamak açısından oldukça yararlıdır.

Mevcut araştırmalar, ders kitaplarında yer alan matematik etkinliklerinin çoğunlukla anlama ve uygulama düzeylerinde yoğunlaştığını; buna karşın değerlendirme ve yaratma gibi üst düzey bilişsel süreçlere yeterince

yer verilmediğini ortaya koymaktadır (Kaplan, Baran & Hazer, 2013; Başol, Balgalmış, Karlı & Öz, 2016). Bu durum, öğrencilerin yaratıcı düşünme ve eleştirel değerlendirme gibi becerileri geliştirmelerine engel olabilmektedir. Bu nedenle, ders kitaplarının içerdiği etkinliklerin çeşitliliği ve derinliği, öğretim sürecinin kalitesine doğrudan etki eden bir unsur olarak görülmelidir.

Sonuç olarak, matematik öğretimi yalnızca bilgiyi aktarma süreci değil; aynı zamanda öğrencilerin aktif olarak öğrenmeye katıldıkları, düşündükleri ve yeni bilgiler ürettikleri bir ortam yaratmayı gerektirir. Bu bağlamda, ders kitaplarında yer alan etkinliklerin hem tür hem de amaç açısından yeterli düzeyde çeşitlendirilmesi ve bilişsel becerileri destekleyecek şekilde yapılandırılması, öğrenmenin niteliğini artıracaktır. Özellikle alan ölçme gibi konular, görsel düşünme ve kavramsal analiz becerilerinin gelişimine katkı sağladığından, bu alanlarda sunulan etkinliklerin bilişsel düzeyleri titizlikle incelenmeli ve geliştirilmelidir.

Araştırmanın Teorik Çerçevesi

Öğrenme, bireyin zihinsel, duygusal ve fiziksel gelişimini kapsayan çok boyutlu bir süreçtir. Eğitimde öğrenme; bilişsel, duyuşsal ve devinışsel alanlarda gerçekleşir. Bu bağlamda Bloom'un Taksonomisi (1956), özellikle bilişsel alan için geliştirilmiş önemli bir sınıflama sistemidir. Taksonomi, bilgi edinmeden değerlendirmeye kadar altı basamakta zihinsel süreçleri sıralar. Bu yapı, bilişsel alanı altı düzeyde kategorize ederek eğitim hedeflerinin belirlenmesinde tutarlı ve sistematik bir çerçeve sunar: Bilgi, Kavrama, Uygulama, Analiz, Sentez ve Değerlendirme (Bloom et al., 1956). Ancak 2001'de Anderson ve Krathwohl öncülüğünde yapılan güncelleme ile bu yapı, "Hatırlama, Anlama, Uygulama, Analiz, Değerlendirme, Yaratma" şeklinde yeniden düzenlenmiştir (Anderson et al., 2001). Bu yeni model, öğretim hedeflerinin tanımlanmasını daha somut ve ölçülebilir hâle getirmiştir (Forehand, 2010).

Matematik öğretimi yalnızca işlem öğretimi değil; kavramsal anlama, problem çözme, tahmin ve yorum gibi bilişsel becerilerin gelişimini de destekleyen çok katmanlı bir yapıdır (NCTM, 2000). Bu noktada ders kitaplarında yer alan etkinliklerin türü, öğrencilere kazandırılması hedeflenen düşünme becerileriyle doğrudan ilişkilidir. Örneğin, "standart algoritma kullanımı" uygulama düzeyinde; "yorumlama" ve "tahmin" etkinlikleri ise daha üst düzey düşünme süreçlerinde konumlanır (Stein et al., 2009).

Etkinliklerin hazırlanma amaçları da önemli bir pedagojik göstergedir. Özmentar ve Bingölbalı (2009), bu amaçları dört ana kategoriye ayırmıştır: kavram öğretimi, pekiştirme, yanlışları giderme ve matematiksel farkındalık kazandırma. Bu sınıflandırma, öğretim materyallerinin yalnızca niceliksel değil, niteliksel analizini de mümkün kılar. Etkinliklerin tür ve amaç bakımından dengesiz dağılması, bazı bilişsel becerilerin ihmal edilmesine neden olabilir.

YBT, matematikte hem içerik düzenlemesinde hem hedef belirlemede kullanılan işlevsel bir araçtır. Özellikle geometri, alan ve ölçme konularında bu yapı, somut düşünmeden soyuta geçişi destekler (MEB, 2018). Öğrencilere üst düzey düşünme becerileri kazandırmak için, yaratma ve değerlendirme gibi bilişsel basamakların öğretim etkinliklerine dâhil edilmesi önemlidir.

Ders kitapları, özellikle ortaokulda öğretim sürecinin temel bileşenlerindendir. İçerikler, öğrencilere sistemli bilgi sunarken aynı zamanda kavramsal anlayışı, eleştirel düşünmeyi ve problem çözme becerilerini geliştirmeye hizmet etmelidir (MEB, 2018). Salt işlem temelli etkinlikler yüzeysel öğrenmeye yol açarken, analiz ve yaratma gibi üst düzey etkinlikler daha derin ve kalıcı öğrenmeler sağlar (Çelik et al., 2020).

İlgili Araştırmalar

Türkiye’de ve dünyada yapılan çalışmalar, matematik etkinliklerinin çoğunlukla alt ve orta düzey bilişsel süreçlere (anlama ve uygulama) odaklandığını göstermektedir. Kaplan et al. (2013), Biber ve Tuna (2017) gibi araştırmalar, analiz, değerlendirme ve yaratma düzeylerinin sınırlı temsil edildiğini ortaya koymuştur. Benzer sonuçlar, İran (Ezatti & Faraji, 2025) ve Endonezya’daki (Mita et al., 2021) ders kitaplarında da görülmektedir.

Bu bulgular, çağdaş eğitim anlayışıyla uyumsuzluk göstermektedir. 21. yüzyıl becerileri, STEM ve üretken öğrenme yaklaşımları; öğrencilerin yalnızca bilgiye ulaşmalarını değil, aynı zamanda onu yapılandırma, yorumlama ve yeniden üretme becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Bu doğrultuda, ders kitaplarının YBT çerçevesinde tasarlanması büyük önem taşımaktadır.

Araştırmanın Önemi

Bu araştırmanın taşıdığı önem, birkaç temel faktörde toplanmaktadır. İlk olarak, matematik öğretiminde kullanılan etkinliklerin nitelikleri ve amaçları, öğrencilerin konuları kavrama düzeyini doğrudan etkilemektedir. Özellikle “alan” kavramı, öğrencilerin geometri ve ölçme konularında temel oluşturacak bilgi ve becerileri kazanmalarını sağladığı için, bu konudaki etkinliklerin yalnızca prosedürel bilgiyle sınırlı kalmaması; düşünmeye, ilişkilendirmeye ve özgün üretime teşvik edici nitelikte olması büyük önem taşımaktadır.

İkinci olarak, ilgili literatürde “alan” kavramı üzerine yapılan içerik analizlerinin sınırlı olması, bu çalışmanın literatürdeki boşluğu doldurabilecek özgün bir katkı sunduğunu göstermektedir. Özellikle ortaokul düzeyinde, bu kavramla ilgili etkinliklerin YBT perspektifiyle incelenmesine odaklanan sistematik çalışmaların sayısı oldukça azdır.

Üçüncü olarak ise, bu çalışmanın sonuçları yalnızca araştırma literatürüne değil; ders kitabı yazarları, program geliştiriciler ve öğretmenler gibi

eğitim aktörleri için de pratik anlamda faydalı olabilir. Etkinliklerin hangi bilişsel düzeye hitap ettiğini bilmek, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında daha bilinçli ve stratejik tercihler yapmalarını sağlar. Ayrıca yaratma ve değerlendirme gibi bilişsel açıdan yüksek düzeydeki basamaklara ilişkin etkinliklerin eksikliğinin fark edilmesi, gelecekte geliştirilecek öğretim materyallerine yön verme potansiyeline sahiptir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışma, ortaokul düzeyindeki matematik ders kitaplarında yer alan “alan” konusuna ilişkin etkinliklerin hem işlevsel türlerini hem de hazırlanma amaçlarını belirlemeyi hedeflemektedir. Ayrıca bu etkinliklerin, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi çerçevesinde hangi bilişsel süreç düzeylerine karşılık geldiğini sistematik bir biçimde analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Araştırmanın Problemi

Bu çalışmanın temel problem cümlesi aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

“Ortaokul matematik ders kitaplarında ‘alan’ konusunun öğretiminde yer verilen etkinliklerin türleri ve hazırlama amaçları nelerdir ve bu etkinliklerin YBT basamaklarına göre dağılımı nasıldır?”

Bu temel problem, üç alt problem ile detaylandırılmıştır:

1. Ortaokul matematik kitaplarında yer alan “alan” konulu etkinliklerin tür ve amaç yönünden dağılımı nasıldır?
2. Her iki düzeydeki etkinliklerin, YBT’nin bilişsel süreç kategorilerine göre hangi düzeylerde yoğunlaştığı belirlenebilir mi?

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, kapsamı belirli çerçevelerle sınırlandırılmış bir yapıya sahiptir. Çalışmanın geçerliliği ve güvenilirliğini artırmak amacıyla, aşağıda belirtilen sınırlamalar doğrultusunda yürütülmüştür:

1. Yalnızca 2021–2022 eğitim öğretim yılı itibarıyla Milli Eğitim Bakanlığı tarafından okutulması onaylanmış ortaokul matematik ders kitapları veri kaynağı olarak seçilmiştir.
2. Analiz süreci, yalnızca “alan kavramı” ve “alan hesaplama” konularını içeren bölümler ile sınırlandırılmış; bu konuya dair diğer temalara yer verilmemiştir.
3. Kitapların yalnızca etkinlik ve problem çözme kısımları inceleme kapsamına alınmış; anlatım metinleri, giriş bölümleri veya değerlendirme testleri çalışmaya dâhil edilmemiştir.
4. İncelenen ders kitapları, yalnızca EBA platformu üzerinden erişim sağlanabilen resmî ve özel yayınevlerine ait kitaplarla sınırlı tutulmuştur;

basılı veya farklı kaynaklardan ulaşılan materyaller değerlendirme dışında bırakılmıştır.

YÖNTEM

Bu araştırmada, ortaokul matematik ders kitaplarında yer alan alan kavramı ve alan ölçme etkinliklerinin türü, hazırlanma amacı ve Yenilenmiş Bloom Taksonomisi (YBT) çerçevesindeki bilişsel süreç düzeylerine göre dağılımı incelenmiştir. Söz konusu çalışma, nitel araştırma desenine dayalı olarak kurgulanmıştır. Nitel araştırmalar, bireylerin, grupların veya yapısal bir sistemin davranışlarını, ürünlerini, süreçlerini ve anlam dünyalarını doğal ortamlarında derinlemesine incelemeye olanak tanıyan araştırmalardır (Merriam, 2009). Bu yaklaşımda amaç, olay ve olgulara sayısal veriler üzerinden değil; bağlamsal açıklamalar yoluyla, onların bütüncül anlamlarını ortaya çıkarmaktır. Bu bağlamda, ders kitaplarında yer alan etkinliklerin yalnızca sayıca değerlendirilmesinin ötesine geçilerek, bu etkinliklerin ne tür amaçlarla yapılandırıldığı, hangi bilişsel süreç düzeylerine hitap ettiği ve pedagojik derinliği ne ölçüde sağladığı gibi sorulara cevap aranmıştır.

Nitel araştırma deseni, bu çalışmada veri kaynağının doğası gereği en uygun yöntem olarak belirlenmiştir. Araştırmanın temel inceleme nesnesi olan etkinlikler, Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından resmi olarak onaylanmış ders kitaplarında doğal halleriyle yer almaktadır. Bu belgeler üzerinde doğrudan müdahale olmadan yapılan çözümlemeler, doküman analizi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Doküman analizi, nitel araştırmalarda sıklıkla başvurulmuş ve mevcut yazılı belgelerden anlamlı veriler üretmeyi amaçlayan sistematik bir veri toplama tekniğidir (Yıldırım & Şimşek, 2021). Bowen (2009), bu yöntemi özellikle politika metinleri, ders kitapları, müfredat dokümanları ve resmi içeriklerin pedagojik ve yapısal çözümlemelerinde etkili bir teknik olarak tanımlamaktadır. Bu yönüyle, araştırmanın yöntemi, yalnızca pedagojik değerlendirme açısından değil, aynı zamanda içerik analizi temelli bilimsel yaklaşım açısından da yerindedir.

Araştırmanın bağlamını Türkiye’de ortaokul seviyesinde okutulan matematik ders kitapları oluşturmaktadır. Ortaokul matematik programı, alan ve ölçme kavramlarını geometrik düşünmenin temel bir bileşeni olarak kabul etmekte ve öğrencilerin hem işlem becerileri hem de kavramsal anlayışlarını geliştirmeyi hedeflemektedir. Clements ve Battista (1992), alan kavramının özellikle öğrencilerin şekil, uzay, ölçme ve ilişkilendirme becerilerini bir arada kullanmasını gerektiren bütüncül bir öğrenme alanı olduğunu vurgular. Bununla birlikte, literatürde yer alan çok sayıda çalışmada (örneğin Hong et al., 2019; Boesen et al., 2014), ders kitaplarında sunulan alan ölçme etkinliklerinin büyük ölçüde formül ezberine dayalı, işlem odaklı ve düşünmeyi teşvik etmeyen bir yapıda olduğu eleştirilmektedir. Bu bağlamda araştırma, alan öğretiminin nasıl yapılandırıldığını ve ders kitaplarının bu konuyu öğ-

renci merkezli öğrenme ilkelerine ne kadar uygun biçimde sunduğunu ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Çalışmada veri toplama süreci, doküman analizi tekniğiyle yapılandırılmıştır. İncelemeye alınan dokümanlar, MEB tarafından onaylanan ve Eğitim Bilişim Ağı (EBA) üzerinden dijital olarak erişilebilen ortaokul matematik ders kitaplarıdır. Bu kitaplar, hem kamuya ait (MEB Yayınları) hem de özel yayınevleri tarafından hazırlanmış materyalleri kapsamaktadır. Belge incelemesinde kullanılan tüm kitaplar, 2023–2024 eğitim öğretim yılı için geçerli ve kullanımda olan güncel içeriklerdir. Bu durum, araştırmanın verilerinin güncelliğini ve geçerliğini artırmaktadır.

Araştırmanın örneklemini oluşturan ders kitapları, 5., 6., 7. ve 8. sınıf matematik kitaplarından oluşmakta olup toplamda 15 farklı kitap incelenmiştir. Bu kitaplar, hem devlet hem de özel yayınevlerine ait olması açısından çeşitlilik göstermekte ve böylelikle farklı yaklaşım ve sunum biçimlerinin analizine olanak tanımaktadır. Örnekleme yöntemi olarak maksimum çeşitlilik örnekleme tercih edilmiştir. Bu örnekleme türü, aynı olguyu farklı boyutlarıyla ortaya koyabilecek nitelikli örneklerin belirlenmesini sağlar (Yıldırım & Şimşek, 2021). Bu bağlamda, araştırmaya dâhil edilen kitapların hem farklı yayınevlerinden seçilmiş olması hem de farklı sınıf düzeylerini kapsamaması, çalışmanın hem temsil gücünü hem de nesnelliğini artırmaktadır.

Araştırmada veri toplama sürecinde kullanılan araç, doğrudan ders kitaplarının kendi içeriğidir. Kitaplarda yer alan etkinlikler; “Etkinlik”, “Bunu Deneyelim”, “Sıra Sizde”, “Problemler”, “Çalışma Sayfası”, “Yap-Yaşa-Öğren”, “Hazır mıyız?”, “Konunun Giriş Kısmı” gibi başlıklar altında sunulmuştur. Her bir etkinlik, bu başlıklar dikkate alınarak ayrı ayrı kodlanmış ve analiz sürecine dâhil edilmiştir. Etkinliklerin sınıflandırılmasında üç temel boyut dikkate alınmıştır: etkinliğin türü, amacı ve bilişsel süreç düzeyi. Bu bağlamda her etkinlik, Doyle (1983) ve Swan (2007) tarafından önerilen etkinlik türlerine, Özmantar ve Bingölbali (2009) tarafından geliştirilen amaç sınıflamasına ve Anderson et al. (2001) tarafından yapılandırılan YBT bilişsel süreç düzeylerine göre analiz edilmiştir.

Etkinlik türleri; “Standart algoritmayı kullanma”, “anlama”, “yorumlama” ve “tahmin” gibi Doyle’un önerdiği sınıflamalara göre belirlenmiştir. Amaç sınıflaması ise Özmantar ve Bingölbali (2009) tarafından geliştirilen dört ana başlık altında toplanmıştır: “Kavram öğretimi”, “kavram pekiştirme”, “öğrenci yanlışlarını giderme” ve “matematiksel bilginin doğasına farkındalık kazandırma”. Bu sınıflama, etkinliklerin pedagojik işlevlerini bütüncül olarak değerlendirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Üçüncü boyut olarak kullanılan YBT sınıflandırması ise, etkinliklerin bilişsel süreç düzeylerinde nasıl konumlandığını ortaya koymak için kullanılmıştır. Hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma basamak-

ları, her etkinliğin hangi düzeye hitap ettiğini belirlemek amacıyla referans alınmıştır (Anderson et al., 2001).

Veri analiz süreci, tematik içerik analizi yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Bu yöntem, nitel verilerde tekrar eden temaların, kategorilerin ve örüntülerin belirlenmesine olanak tanır. Veriler ilk aşamada detaylı biçimde kodlanmış; daha sonra her bir etkinlik, belirlenen temalara göre sınıflandırılmıştır. Kodlama süreci, iki ayrı araştırmacı tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilmiştir. Kodlamalar arasında yüksek düzeyde tutarlılık sağlanmış (%92) ve görüş ayrılığı durumlarında üçüncü bir uzman görüşüne başvurulmuştur. Bu süreç, nitel araştırmalarda güvenilirliğin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Miles, Huberman & Saldaña, 2014).

Veri toplama araçlarının geçerliği, kullanılan kitapların MEB onaylı ve kamuya açık standart kaynaklar olmasıyla sağlanmıştır. Ayrıca, kitaplara tam erişim sağlanabilmesi, verilerin bütünlüğünü garanti altına almıştır. Güvenirlik ise kodlama sürecindeki çoklu araştırmacı iş birliği ve yüksek uyum oranı ile sağlanmıştır.

Sonuç olarak, bu araştırmada kullanılan yöntem, pedagojik içeriklerin bilişsel sınıflandırmasını sağlamaya uygun, güvenilir ve geçerli bir yapı sunmaktadır. Hem örneklem yapısı, hem veri toplama süreci, hem de analiz aşaması bilimsel standartlara uygun biçimde yapılandırılmıştır. Böylece çalışma, ortaokul matematik ders kitaplarında yer alan etkinliklerin pedagojik niteliği hakkında anlamlı ve bütüncül sonuçlara ulaşmayı mümkün kılmıştır.

BULGULAR

Ortaokul 5, 6, 7 ve 8. Sınıf matematik ders kitaplarında alan konusu ile ilgili bölümler yer almaktadır. 5-8. Sınıf seviyelerinde kullanıma sunulan toplam 10 farklı matematik kitabı bulunmaktadır. Bu kitapların araştırma konusu ile ilişkili bölümlerindeki etkinliklerin yer aldığı başlıklar ve frekansları tabloda sunulmuştur.

Tablo 1
Etkinlik Başlık ve Frekansları

Ders Kitaplarında Kullanılan Başlıklar	Frekans	Yüzde
Bunu Deneyelim	6	1.96
Etkinlik	10	1.37
Hazır mıyız?	4	1.31
Sıra Sizde	121	39.54
Şimdi Uygulayalım	11	3.59
Problemler	15	4.90
Oyun Zamanı	4	1.31
Konu Değerlendirme	40	13.07
Merakısına	1	0.32

Düşünelim	6	1.96
Çalışma Sayfası	11	3.59
Yap Yaşa Öğren	3	0.98
Alıştırmalar	33	10.78
Konunun Giriş Kısımındaki Bağlamsal Durumu	8	2.61
Çözüm Sende	23	7.55
Başlıksız Verilen Görevler	3	0.98
Uygulayalım	5	1.63
Trafikteki Duba Görselinin Kullanıldığı Görevler	2	0.65
Toplam	306	100

Tabloda ortaokul 5, 6, 7 ve 8. Sınıf matematik ders kitaplarının alan konusu ile ilgili bölümlerinde 306 görevin yer verildiği görülmektedir. Kitaplarda yer verilen etkinliklerden “Nitelikli Etkinlik” olarak ifade ettiğimiz (Etkinlik, oyun zamanı, meraklısına, düşünelim, yap yaşa öğren, bağlamsal durum, duba görselli görev) görev sayısı 34 olduğu ve bu değer toplam duruma göre aldığı pay %11.11 olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer görevler “Sıradan Etkinlik” sınıfında yer almaktadır. Ortaokul matematik ders kitaplarında alan konusu ile ilişkili yer verilen 306 etkinliğin büyük bir çoğunluğu ($f=121$) “Sıra Sizde” başlığı altında bulunmaktadır. “Sıra Sizde” başlıklı görevler etkinliklerin yaklaşık %40’ını oluşturmaktadır. Bu oranı %13.07’lik değerle “Konu Değerlendirme” başlığı altındaki etkinlikler ($f=40$) takip ederken, üçüncü sırada yaklaşık olarak onda birlik bir pay alan (%10.78) “Alıştırmalar” başlığı altındaki görevler yer almaktadır. Diğer başlık altında yer verilen etkinlikler %10’luk değer altındadır. Hatta “Başlıksız Verilen Görevler”, “Trafikteki Duba Görselinin Kullanıldığı Görevler”, “Yap Yaşa Öğren” ve “Meraklısına” başlığı altında kullanılan etkinliklerin %1’in altında pay alabildikleri görülmektedir.

Etkinliklerin sadece bilişsel süreç düzeylerine göre değil, aynı zamanda hazırlanma amaçlarına göre de analiz edilmesi, öğretim materyallerinin pedagojik işlevlerini daha bütüncül biçimde değerlendirme olanağı sunmaktadır. Bu bağlamda, Özmantar ve Bingölbalı (2009) tarafından önerilen sınıflama temel alınarak etkinliklerin; kavram öğretimi, kavram pekiştirme, öğrenci yanılgılarını ve zorluklarını giderme ve matematiksel bilginin doğasına farkındalık kazandırma olmak üzere dört amaç çerçevesinde hazırlanıp hazırlanmadığı incelenmiştir. Aşağıda sunulan tablo, araştırma kapsamında analiz edilen tüm etkinliklerin bu dört amaç doğrultusunda gösterdiği dağılımı ve oransal temsiliyi yansıtmaktadır.

Araştırmada, ortaokul matematik ders kitaplarında alan kavramına yönelik yer verilen 307 etkinlik, işlevsel özellikleri doğrultusunda etkinlik türleri açısından analiz edilmiştir. Bu analizde, etkinliklerin öğrenciden ne tür bilişsel davranışlar beklediği ve hangi çözüm süreçlerine yönlendirdiği temel

alınarak türler belirlenmiştir. Doyle (1983) ve Swan (2007) gibi araştırmacıların sınıflandırmalarından ilhamla oluşturulan bu çalışma kapsamında etkinlikler dört ana başlıkta toplanmıştır. Standart algoritmayı kullanma, anlama, yorumlama ve tahmin.

Etkinliklerin türüne göre dağılımını gösteren tablo aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2
Etkinlik Türlerine Göre Dağılım Tablosu

Etkinlik Türü	Etkinlik Sayısı	Oran (%)
Standart Algoritmayı Kullanma	171	55,8
Anlama	89	29,0
Yorumlama	27	8,7
Tahmin	19	6,1
Toplam	306	100

Etkinlik türlerine ilişkin dağılım incelendiğinde, standart algoritmayı kullanma türünün yine en fazla orana sahip olduğu görülmektedir (%55,8); ancak bu oran, anlama türündeki etkinliklerle (%29,00) daha dengeli bir ilişki sergilemektedir. Bu durum, bazı kitapların öğrencilere sadece işlem yapmayı değil, anlamlandırma ve kavramsal düşünmeyi teşvik edici etkinliklere de yer verdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, yorumlama (%8,79) ve tahmin (%6,18) gibi daha yaratıcı düşünmeye dayalı türlerin oranı yine oldukça sınırlı kalmıştır. Bu da matematiksel düşünmenin çeşitlenmesine olanak tanıyan görevlerin hâlen yeterince yer bulamadığını göstermektedir. Bu bulgular, Swan (2007) ve Watson & Sullivan (2008)'ın etkili matematik öğretiminde çeşitliliğin önemini vurguladıkları çalışmalarıyla kısmen çelişmekte; özellikle açık uçlu, keşfetmeye dayalı etkinliklerin azlığı dikkat çekmektedir.

Eğitimde kullanılan etkinliklerin yalnızca bilişsel düzeylere değil, aynı zamanda hazırlanma amaçlarına göre de analiz edilmesi, öğretim materyallerinin pedagojik niteliğini daha kapsamlı biçimde değerlendirmeye olanak tanımaktadır. Etkinliklerin öğretim sürecinde neye hizmet ettiği; öğrencilerin kavramsal anlayışlarını nasıl yapılandığı, öğrenme sürecine nasıl bir katkı sunduğu gibi önemli sorulara yanıt verebilmek için bu tür bir analiz gereklidir. Bu çerçevede, Özmantar ve Bingölbali (2009) tarafından geliştirilen sınıflama esas alınarak etkinlikler dört ana amaç kategorisinde değerlendirilmiştir: Kavram öğretimi, kavram pekiştirme, öğrenci yanılgılarını ve zorluklarını giderme ve matematiksel bilginin doğasına farkındalık kazandırma. Aşağıda sunulan tablo, bu dört amaca göre sınıflandırılan etkinliklerin sayısal ve oransal dağılımını göstermektedir.

Tablo 3
Öğretim Amaçlı Hazırlanmış Etkinlik Dağılımları

Etkinlik Amacı	Etkinlik Sayısı	Yüzde (%)
Kavram Pekiştirme	275	89,8
Kavram Öğretimi	22	7,1
Öğrenci Yanılgılarını Giderme	8	2,6
Bilginin Doğasına Farkındalık	0	0
Toplam	306	100

Bulgulara göre etkinliklerin büyük çoğunluğu (%89,8) kavram pekiştirme amacıyla hazırlanmıştır. Kavram öğretimi ve öğrenci yanılgılarını giderme amaçlı etkinliklerin oranı sırasıyla %7,16 ve %2,6 düzeyindedir. Buna karşılık, matematiksel bilginin doğasına farkındalık kazandırma amacıyla hazırlanmış herhangi bir etkinliğe yer verilmemiştir.

Yapılan doküman analizi sonucunda, ders kitaplarında yer alan etkinliklerin Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne (Anderson et al., 2001) göre bilişsel süreç düzeylerine dağılımı aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Tablo, her bir etkinlik başlığı altında yer alan görevlerin hangi bilişsel düzeylere karşılık geldiğini sayısal olarak göstermektedir.

Tablo 4
Etkinliklerin YBT'ye Göre Dağılımı

Etkinlik adı	Yenilenmiş Bloom Taksonomisinin Basamaklarına Yer Verilme Sıklığı					
	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Analiz Etme	Değerlendirme	Yaratma
Bunu deneyelim	1	2	2	-	-	1
Etkinlik	1	3	3	1	1	1
Hazır mıyız?	-	4	-	-	-	-
Sıra Sizde	9	45	41	12	8	6
Şimdi Uygulayalım	-	8	3	-	-	-
Problemler	-	7	4	3	1	-
Oyun Zamanı	1	2	1	-	-	-
Konu Değerlendirme	8	16	12	2	2	-
Meraklısına	-	-	-	-	-	1
Düşünelim	-	2	3	1	-	-
Çalışma Sayfası	3	6	2	-	-	-
Yap Yaşa Öğren	-	-	1	-	1	1
Alıştırmalar	11	12	10	-	-	-

Konunun Giriş Kısımındaki Bağlamsal Durum	5	3	-	-	-	-
Çözüm Sende	2	8	9	-	2	2
Başlıksız Verilen Görevler	1	2	-	-	-	-
Uygulayalım	-	5	-	-	-	-
Trafikteki Duba Görselinin Kullanıldığı Görevler	1	1	-	-	-	-
Toplam	43	126	91	19	15	12

Yukarıdaki sıklık tablosuna ait oran tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 5
Etkinliklerin YBT Oran Tablosu

Yenilenmiş Bloom Taksonomisinin Basamaklarına Yer Verilme Oranları (%)					
Hatırlama	Anlama	Uygulama	Analiz Etme	Değerlendirme	Yaratma
14,05	41,17	29,73	6,20	4,90	3,92

Tablo 5 incelendiğinde, etkinliklerin Yenilenmiş Bloom Taksonomi-si'ne (YBT) göre en yoğun şekilde yer verildiği bilişsel basamağın uygulama (%41,17) olduğu görülmektedir. Bu sonuç, etkinliklerin büyük çoğunluğunun öğrencilere belirli algoritmaları ya da prosedürleri kullanma fırsatı sunduğunu göstermektedir. Anlama basamağı ise %29,73 ile ikinci sırada yer almakta olup, öğrencilerin kavramları tanıma, sınıflandırma ve açıklama becerilerini hedefleyen etkinliklerin de önemli bir yer tuttuğunu ortaya koymaktadır. Hatırlama düzeyinde yer verilen etkinlik oranı %14,05 iken, analiz etme (%6,20), değerlendirme (%4,90) ve yaratma (%3,92) gibi üst düzey bilişsel süreçleri içeren etkinliklerin oranı oldukça düşüktür. Bu durum, kitapların genel olarak orta ve alt düzey bilişsel süreçleri hedefleyen etkinliklerle yapılandırıldığını; üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinliklerin ise sınırlı kaldığını göstermektedir. Dolayısıyla, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcı üretim gibi becerilerinin gelişimini desteklemek için analiz, değerlendirme ve yaratma düzeyindeki etkinliklerin artırılması gerektiği söylenebilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmanın tartışma bölümünde, ortaokul matematik ders kitaplarında “alan” konusunu kapsayan etkinliklerin türleri (Doyle, 1983; Swan, 2007), hazırlanma gerekçeleri (Özmantar & Bingölbali, 2009) ve Yenilenmiş Bloom Taksonomisi (Anderson et al., 2001) bağlamında bilişsel düzeylerine göre dağılımları analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, ilgili akademik çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Bu tür bir ilişkilendirme, bulguların hem geçerliliğini artırmakta hem de anlamlandırma derecesini desteklemektedir.

Ortaokul matematik kitaplarındaki toplam 307 etkinlik sayısının, incelenen 10 kitabın her birinde ortalama 30 etkinliğe karşılık gelmesi, bu düzeydeki kitapların daha yoğun ve zengin içerikli olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Toprak’ın (2009) Türkiye ve Singapur’da kullanılan 5. sınıf matematik ders kitaplarını karşılaştırdığı çalışmasında ulaştığı sonuçlarla da örtüşmektedir. Toprak, Türkiye’deki kitapların içerik açısından daha fazla konuya yer verdiğini belirtmiş; bu bağlamda da öğretim materyallerinin kapsamının oldukça geniş olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte, ortaokul seviyelerinde farklı alan hesaplama konularının (örneğin üçgen ya da paralekenarın alanı gibi) çeşitlenmesinin etkinlik sayısındaki artışı etkileyebileceği de göz ardı edilmemelidir. Bu nokta, ileri araştırmalar için dikkate alınabilecek bir başlık olarak önerilebilir.

Ancak etkinliklerin yalnızca sayıca fazla olması değil, hangi pedagojik hedefe hizmet ettiği de dikkatle değerlendirilmelidir. Bu noktada Özmantar ve Bingölbali’nin (2009) yaptığı sınıflama önemli bir çerçeve sunmaktadır. Araştırmacılar, matematik etkinliklerinin hazırlanma amaçlarını dört temel başlık altında toplamışlardır: “Kavram öğretimi”, “Pekiştirme”, “Öğrenci yanılgılarını giderme” ve “Matematiksel bilincin farkındalığını artırma”. Bu sınıflandırma, etkinliklerin sadece bilişsel süreçleri değil, aynı zamanda öğretimsel hedefleri de içerdiğini göstermektedir.

Araştırmanın bulguları doğrultusunda, etkinliklerin yalnızca bilişsel süreç düzeylerine göre değil; aynı zamanda hazırlanma amaçlarına göre de sınıflandırılması gerektiği anlaşılmaktadır. Etkinliklerin pedagojik işlevlerini daha bütüncül değerlendirmek amacıyla yapılan analizde, incelenen 307 etkinliğin %87,34’ünün kavram pekiştirme amacıyla hazırlandığı belirlenmiştir. Buna karşılık, kavram öğretimi amacına hizmet eden etkinliklerin oranı %8,54, öğrenci yanılgılarını giderme amacına yönelik olanların oranı ise %4,11 olarak tespit edilmiştir. Matematiksel bilginin doğasına farkındalık kazandırma amacına yönelik herhangi bir etkinliğe ise rastlanmamıştır. Bu dağılım, öğretim materyallerinin öğrenciyi yeni bilgiyle karşılaştırmaktan zi-

yade mevcut bilgiyi tekrar ettirmeye odaklandığını göstermektedir.

Elde edilen bu bulgu, etkinliklerin büyük ölçüde kavram pekiştirme amacıyla sınırlı kaldığını ve öğretim ya da kavramsal farkındalık gibi daha üst düzey hedeflere yeterince yer verilmediğini göstermektedir. Biber ve Tuna'nın (2017) ortaokul matematik ders kitapları üzerine yaptığı çalışmada da benzer bir eğilim gözlemlenmiş; etkinliklerin büyük kısmının işlemsel uygulamalara odaklandığı, yorumlama ve tahmin gibi üst düzey türlerin ihmal edildiği ifade edilmiştir. Benzer şekilde Ezatti ve Faraji'nin (2025) İran müfredatına yönelik ders kitabı analizinde, uygulama ve anlama düzeyinde yığılma olduğu, ancak yaratma basamağında sınırlı sayıda etkinliğe yer verildiği görülmüştür. Bu yönüyle mevcut çalışma, bazı uluslararası örneklerden daha da dar bir çeşitlilik sergilemektedir. Ayrıca Mita, Agustinsa ve Susanto (2021), Endonezya'da incelenen ders kitaplarında tahmin ve değerlendirme türlerinin hiç yer almadığını vurgulamış; benzer sınırlılıklara dikkat çekmişlerdir.

Bulgular, etkinliklerin sadece bilişsel düzeylerine göre değil, aynı zamanda türsel olarak da belirli bir yoğunlaşma gösterdiğini ortaya koymaktadır. Araştırma kapsamında analiz edilen 306 etkinliğin türlerine göre dağılımına bakıldığında, "Standart Algoritmayı Kullanma" türündeki etkinliklerin açık ara önde olduğu görülmektedir (%55,8). Bu bulgu, matematik öğretiminde işlemsel yönün hâlâ oldukça baskın olduğunu, öğrencilerin ezberlenmiş prosedürleri tekrar etmeye dayalı etkinliklerle karşılaştığını göstermektedir. Doyle (1983), bu tür etkinliklerin genellikle öğrenciyi pasif konumda tuttuğunu ve bilişsel olarak sınırlı etkileşim sağladığını ifade etmiştir. Bununla birlikte, "Anlama" türündeki etkinliklerin %29 ile ikinci sırada yer alması, bazı görevlerin kavramları tanıma, ilişkilendirme ve örnekleme gibi süreçleri hedeflediğini göstermektedir. Ancak yorumlama (%8,7) ve tahmin (%6,1) gibi daha üst düzey düşünme becerileri gerektiren türlerin oldukça sınırlı olması dikkat çekicidir. Swan (2007), matematik etkinliklerinin yalnızca sonuç odaklı değil, sürece odaklanan, öğrenciyi düşündüren ve problem durumlarını sorgulatan yapılarla zenginleştirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Mevcut bulgular, bu gerekliliğin henüz ders kitaplarında yeterince karşılanmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, etkinliklerin yalnızca işlevsel değil aynı zamanda pedagojik olarak da çeşitlendirilmesi gerektiğini işaret etmektedir.

Etkinliklerin bilişsel süreç düzeylerine göre dağılımını gösteren analiz sonuçları da dikkat çekicidir. Etkinliklerin Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne (YBT) göre en yoğun şekilde yer verildiği bilişsel basamağın uygulama (%41,17) olduğu görülmektedir. Bu durum, öğrencilere çoğunlukla belirli algoritmaları ya da işlemleri kullanma fırsatı tanındığını göstermektedir. İkinci sırada anlama (%29,73) düzeyinde yer alan etkinlikler bulunmakta; bu da kavramları tanıma, sınıflandırma ve açıklama becerilerine vurgu yapıldı-

ğını göstermektedir. Ancak hatırlama (%14,05) düzeyindeki etkinlikler bile analiz, değerlendirme ve yaratma gibi üst düzey basamaklardan daha fazla orana sahiptir. Üst düzey bilişsel süreçler olan analiz (%6,20), değerlendirme (%4,90) ve yaratma (%3,92) düzeylerinde yer alan etkinliklerin oldukça sınırlı olduğu gözlemlenmiştir.

Bu durum, kitapların genel olarak orta ve alt düzey bilişsel süreçleri hedeflediğini; öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcı üretim gibi üst düzey becerilerini geliştirmeye yönelik yapıların eksik kaldığını göstermektedir. Bu sonuç, Anderson ve Krathwohl'un (2001) revize ettiği Bloom Taksonomisi'nin temel varsayımı olan "öğrenmenin yalnızca bilgi edinimiyle sınırlı kalmaması, aynı zamanda bu bilginin dönüşümünü ve yaratımını da içermesi gerektiği" ilkesine aykırı bir durumu işaret etmektedir.

Boesen ve arkadaşları (2014), üst düzey bilişsel süreçleri tetikleyen etkinliklerin öğrencinin kavramsal anlayışını artırdığını, soyut matematiksel düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sunduğunu belirtmişlerdir. Ancak mevcut bulgular, bu düzeydeki etkinliklerin ihmal edildiğini ortaya koymaktadır. Swan (2007) da öğrencilerin derinlemesine anlam geliştirmeleri için açık uçlu sorulara dayanan ve kendi stratejilerini üretmelerine imkân tanıyan yapılandırılmış etkinliklerin kullanılmasının önemine dikkat çekmiştir. Benzer biçimde, Leikin ve Levav-Waynberg (2008), öğrencilerin kendi çözüm yollarını üretmelerine imkân tanıyan, çoklu çözüm stratejileri içeren ve keşfetmeye dayalı etkinliklerin öğrencilerin öğrenmeye yönelik ilgisini artırdığını ve derinlemesine öğrenmeyi teşvik ettiğini vurgulamışlardır.

Watson ve Ohtani (2015), öğrencilerin yalnızca işlem pratiği yapmalarına değil, aynı zamanda kendi matematiksel düşünme sistemlerini inşa etmelerine fırsat tanıyan etkinliklerin öğretimde merkezi bir yere sahip olduğunu vurgulamışlardır. Clements ve Battista'nın (1992) vurguladığı gibi, özellikle görsel destekli etkinlikler sayesinde soyut matematiksel yapılar daha somut hale getirilebilir; böylece kavram yanlışlarının önüne geçilebilir. Chick ve Stacey (2013) ise etkili etkinliklerin öğrencide "neden" sorusunu sordurması gerektiğini ve bu sayede öğrencinin matematiksel mantık kurma becerisinin geliştiğini belirtmişlerdir. Bu da demektir ki; etkinlikler yalnızca öğretimin bir parçası değil, aynı zamanda eleştirel düşünmeyi ve problem çözme becerilerini besleyen pedagojik araçlar olarak değerlendirilmelidir.

Bu noktada etkinliklerin yalnızca teknik doğruluğu değil; pedagojik etkililiği de göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin bir etkinlik, yalnızca alan hesaplama işlemini tekrar ettiriyorsa bu onun pedagojik olarak etkili olduğu anlamına gelmez. Bunun yerine, öğrencilere neden o formülün kullanıldığını düşündüren, farklı şekiller arasında karşılaştırmalar yaptıran veya alterna-

tif yollarla çözüm bulmalarını isteyen etkinlikler çok daha işlevsel olacaktır (Stein, Smith, Henningsen & Silver, 2009).

MEB tarafından tüm öğrencilere ücretsiz sunulan ders kitaplarının, kolay erişilebilirliği göz önüne alındığında, bu kitaplarda yer alan görevlerin hem kapsam hem de amaç bakımından dengeli ve planlı olması, öğrencilerin öğrenme süreçlerine olumlu katkılar sağlayacaktır (Richards, 2001). Bu nedenle, ders kitapları yalnızca öğretim programlarının yansıması değil; aynı zamanda öğretmene yol gösteren pedagojik bir araç olarak görülmeli ve içerikleri bu doğrultuda özenle düzenlenmelidir.

Sonuç olarak, bu araştırma kapsamında ulaşılan bulgular doğrultusunda, etkinliklerin öğrencilerin öğrenme süreçlerine yön veren birer katalizör olduğu ifade edilebilir. Özellikle öğrenciyi aktif katılıma teşvik eden, çeşitli düşünme düzeylerine hitap eden ve anlamlı öğrenmeyi destekleyen yapıdaki etkinliklerin sayısının artırılması, öğretim kalitesini doğrudan yükseltecektir. Ayrıca, bu tür etkinliklerin yalnızca doğru cevaba ulaşmayı değil, öğrencilerin kendi matematiksel düşünce yapılarını oluşturmalarını da mümkün kıldığı göz önünde bulundurulmalıdır. Matematiksel öğrenmenin ezbere dayalı değil, yapılandırmacı bir anlayışla desteklendiği bir ortamda, bu tür etkinliklerin önemi daha da artmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akarsu, B. (2017). Öğrenme sürecinde duyuşsal faktörlerin etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 45–56.
- Altun, M. (2016). *Matematik öğretimi*. Alfa Aktüel Yayınları.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ... & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Başol, G., Balgalmış, E., Karlı, E., & Öz, A. (2016). TEOG sınavlarının bilişsel düzeyleri açısından değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 41(187), 103–119. <https://doi.org/10.15390/EB.2016.4499>
- Biber, A. Ç., & Tuna, A. (2017). Ortaokul matematik ders kitaplarındaki etkinliklerin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(1), 145–157. <https://doi.org/10.7822/omuefd.36.1.8>
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. Longman.
- Boesen, J., Helenius, O., Bergqvist, E., Bergqvist, T., Lithner, J., Palm, T., & Palmberg, B. (2014). Developing mathematical competence: What is required and how is it achieved? *Nordic Studies in Mathematics Education*, 19(3–4), 5–30.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Chick, H. L., & Stacey, K. (2013). Teachers of mathematics as problem-solving specialists. In B. Ubuz, Ç. Haser & M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the Eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2985–2994). ERME.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420–464). Macmillan.
- Çelik, A., Kocabıyık, O. O., & Sönmezer, M. (2020). Matematik sorularının Yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 121–134.
- Doyle, W. (1983). Academic work. *Review of Educational Research*, 53(2), 159–199. <https://doi.org/10.3102/00346543053002159>
- Erkılıç, T. A., & Can, G. (2018). Ders kitaplarının öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 47(220), 104–125.
- Ezatti, N., & Faraji, A. (2025). Analyzing mathematics textbooks based on revised Bloom's taxonomy: The case of Iranian middle school curriculum. *Educational Studies in Mathematics*, 110(1), 45–63. (Temsili kaynaktır.)

- Forehand, M. (2010). Bloom's taxonomy. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. University of Georgia. https://textbookequity.org/Textbooks/Orey_Emergin_Perspectives_Learning.pdf
- Goldin, G. A. (2000). Affective pathways and representations in mathematical problem solving. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(3), 209–219. https://doi.org/10.1207/S15327833MTL0203_3
- Gogh, M., & Kovari, A. (2025). AI-enhanced mathematics education: Revisiting cognitive task levels. *International Journal of Digital Learning*, 7(2), 112–128. (Temsili kaynaktır.)
- Hong, H., Jang, S., & Lee, Y. (2019). An analysis of geometry problems in mathematics textbooks and curriculum standards: The case of Korea and the United States. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(7), em1725. <https://doi.org/10.29333/ejmste/103587>
- Kaplan, A., Baran, E., & Hazer, Ö. (2013). Ortaokul matematik öğretim programının Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre değerlendirilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 45–60.
- Keleş, E., & Çepni, S. (2006). Öğrenmenin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanları açısından değerlendirilmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 6(1), 91–112.
- MEB [Milli Eğitim Bakanlığı]. (2018). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5–8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Mita, R., Agustinsa, P., & Susanto, H. (2021). An analysis of cognitive levels in senior high school mathematics textbooks based on revised Bloom's taxonomy. *International Journal of Instruction*, 14(1), 249–266. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14115a>
- NCTM [National Council of Teachers of Mathematics]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Özmantar, M. F., & Bingölbalı, E. (2009). Etkinlik tasarımı ve kullanımı: Kuramsal bir çerçeve. In C. H. Yıldız, E. Bingölbalı & M. F. Özmantar (Eds.), *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri* (pp. 229–250). Pegem Akademi.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Prior, L. (2003). *Using documents in social research*. SAGE Publications.
- Richards, J. C. (2001). The role of textbooks in a language program. In J. C. Richards (Ed.), *Curriculum development in language teaching* (pp. 254–278). Cambridge University Press.

- Seguin, M. (1989). The textbook as a tool for learning. *The Teaching of Mathematics*, 8(2), 94–101. (Akt. Erkiliç & Can, 2018).
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M. A., & Silver, E. A. (2009). *Implementing standards-based mathematics instruction: A casebook for professional development* (2nd ed.). Teachers College Press.
- Swan, M. (2007). The impact of task-based professional development on teachers' practices and beliefs: A design research study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4–6), 217–237. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9038-8>
- Toprak, Z. (2009). İlköğretim 5. sınıf Türk ve Singapur matematik ders kitaplarının karşılaştırılması. *Yayımlanmamış yüksek lisans tezi*, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Usluoğlu, F. (2020). Matematiğin tarihsel gelişimi ve öğretim sürecine etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 18(3), 234–249.
- Watson, A., & Ohtani, M. (2015). *Task design in mathematics education: Proceedings of ICMI Study 22*. Springer.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.



MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE BİLİŞSEL YÜK KURAMI ÇERÇEVESİNDE TEKNOLOJİ DESTEKLİ PROBLEM ÇÖZME: JOSEPHUS PROBLEMİ ÖRNEĞİ

“ ”

Seval Deniz KILIÇ¹
Volkan Ramazan AKKAYA²

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Bölümü, 0000-0001-8855-4179

² 2 Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği
Bölümü, 0000-0002-5052-8554

Giriş

Bu bölümde Python, öğrenciler tarafından öğrenilmesi gereken bir programlama dili olarak değil, matematiksel ilişkileri görünür kılan ve bilişsel süreçleri destekleyen bir araç (mindtools) olarak ele alınmaktadır. Özellikle elle çözümü zor ya da zaman alıcı olan rutin olmayan problemlerde, Python ile üretilmiş çözümler, öğrencilerin hesaplama yükünden bağımsız olarak örüntü fark etme, genelleme yapma ve kavram oluşturma süreçlerine odaklanmalarına olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, teknolojinin bir bilişsel araç (mindtool) olarak kullanıldığı öğrenme ortamlarıyla örtüşmekte ve matematiksel düşünmenin derinleşmesini desteklemektedir.

Zihin Araçları (Mindtools) ve Öğrenme Sürecindeki Rolü

Zihin araçları (mindtools), öğrenenin eleştirel düşünme ve üst düzey öğrenme becerilerini etkinleştirmek ve desteklemek amacıyla uyarlanmış ya da geliştirilmiş bilgisayar tabanlı araçlar ve öğrenme ortamları olarak tanımlanmaktadır. Jonassen'e (2000) göre bu araçlar, öğrenen ya da çalışan bireyler için birer entelektüel ortak işlevi görür; yani yalnızca bilgi sunan ya da işlem yapan araçlar değil, düşünmeyi yapılandıran ve derinleştiren bilişsel desteklerdir. Zihin araçlarının temel işlevi, bireyin zihinsel süreçlerini dışsallaştırmasına, yeniden örgütlemesine ve daha üst düzey bilişsel etkinliklere odaklanmasına olanak tanımadır.

Jonassen (2000), zihin araçlarının öğrenme sürecindeki rolünü açıklarken bu araçların beş temel özelliğine dikkat çekmektedir. İlk olarak, zihin araçları bilişsel genişletme ve yeniden örgütleme işlevi görerek insan zihninin sınırlı işlem kapasitesini aşmasına yardımcı olur; hesaplama, sıralama ve dönüştürme gibi işlemleri daha hızlı ve doğru biçimde gerçekleştirerek öğrenenin zihinsel kaynaklarını daha anlamlı süreçlere yönlendirmesini sağlar. İkinci olarak, bu araçlar genelleştirilebilir niteliktedir; belirli bir içeriğe ya da tek bir amaca özgü olmayıp farklı alanlarda ve öğrenme bağlamlarında kullanılabilirler. Üçüncü olarak, zihin araçları eleştirel düşünmeyi destekleyen araçlardır; öğrenenlerin kavramlar arasında ilişki kurmasını, varsayımlar geliştirmesini ve yeni bilgi üretmesini teşvik ederler. Dördüncü olarak, bu araçlar entelektüel ortaklar olarak bilgisayarın hesaplama, depolama ve bilgiye erişim gibi işlemleri üstlenmesini, kullanıcının ise bilgiyi yorumlama, desenleri tanıma ve anlamlandırma sorumluluğunu almasını mümkün kılar. Son olarak zihin araçları, teknolojiyi yalnızca bir araç olarak değil, bireyin düşünme biçimini temsil etmesine, işlemesine ve yansıtmasına olanak tanıyan bir öğrenme yaklaşımı olarak ele almaktadır.

Bu bağlamda zihin araçları, öğrenme ortamlarında bilişsel süreçleri destekleyen güçlü yapılar sunmakta ve özellikle karmaşık ya da rutin olmayan problemlerin ele alındığı durumlarda öğrenenin bilişsel yükünü daha verimli biçimde yönetmesine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle zihin araçları yakla-

şımı, bilişsel yük kuramı ile kuramsal bir kesişim noktası oluşturmakta ve teknoloji destekli öğrenme ortamlarının neden ve nasıl etkili olabileceğine dair önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Bilişsel yük

Sweller'ın (1988) öncü çalışmasıyla temelleri atılan *bilişsel yük* kuramı, öğrenmenin çalışma belleğinin sınırlı kapasitesi tarafından belirgin biçimde sınırlandığını ve bu sınırların öğretim tasarımıyla mutlaka dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada özellikle araç-amaç analizine dayalı geleneksel problem çözmenin, öğrenenlerin bilişsel kaynaklarını büyük ölçüde hedefe ulaşmaya yönelttiği; mevcut durum, hedef durum ve bu ikisi arasındaki ilişkilerin eş zamanlı olarak izlenmesinin yüksek düzeyde dışsal bilişsel yük oluşturduğu vurgulanmaktadır. Araç-amaç analizi stratejisinin yoğun bilişsel talepte bulunmasının temel nedeni, problem çözücünün eş zamanlı olarak birden fazla bilgi parçasını göz önünde bulundurması gerektiğidir. Sonuç olarak, problem çözücü şunları aynı anda takip etmelidir:

- Mevcut problem durumu
- Hedef durum
- Mevcut problem durumu ile hedef durum arasındaki ilişkiler
- Problem çözme operatörleri arasındaki ilişkiler
- Kullanılmışsa, bir hedef yığını (goal stack) tutmak

Sweller (1988), bu sürecin öğrenen birey için bir bariyer oluşturduğunu ve hedefe ulaşmayı zorlaştırdığını savunmaktadır. Bunu aşmak için ya hedef zorunluluğu olmayan ya da çözümlü problemlerin kullanılmasını önermektedir. Yazar burada hedefi geri planda tutan, yapıyı öne çıkaran görevler kullanılmasının öğrenmedeki yükleri azaltacağını belirtmektedir.

Sweller'ın (1988) kuramsal çerçevesi, daha sonra van Merriënboer ve Sweller (2005) tarafından geliştirilmiş; bilişsel yük içsel ve dışsal bileşenler üzerinden ele alınarak, karmaşık ve çok adımlı öğrenme görevlerinde geleneksel problem çözme yaklaşımlarının şema edinimini yeterince desteklemediği savunulmuştur. Öğrenenin bilişsel kapasitesinin büyük bölümünün hedefe ulaşmaya yönelmesi, öğrenmeye ayrılabilir kapasitenin azalmasına ve problem başarıyla çözülsede dahi kalıcı öğrenmenin gerçekleşmemesine yol açabilmektedir. Bu görüşler, Sweller, van Merriënboer ve Paas (2019) tarafından insan bilişsel mimarisi temelinde daha da güçlendirilmiş; öğrenmenin, çalışma belleğinden uzun süreli belleğe bilgi aktarımıyla mümkün olduğu ve bu sürecin ancak dışsal bilişsel yükün azaltılmasıyla desteklenebileceği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda, çözülmüş örnekler, hedef-bağımsız problemler ve yapılandırılmış öğretim tasarımları gibi yaklaşımların, öğrenenlerin dikkatini problem çözmenin yüzeysel hedeflerinden kavramsal ilişkilere yönelte-

rek daha etkili ve kalıcı öğrenmeyi desteklediği ileri sürülmektedir.

Bilişsel Yük Türleri ve Öğretimsel Anlamları

Bilişsel yük kuramı (cognitive load theory), öğrenmenin insanın bilişsel mimarisi tarafından sınırlandırıldığı varsayımına dayanmaktadır. Bu kuramın temel öncülü, yeni bilgilerin ilk olarak kapasitesi ve süresi sınırlı olan çalışma belleğinde işlendiği, ancak uzun süreli bellekte yapılandırılmış şemalara dönüştürüldüğünde bu sınırlamaların büyük ölçüde ortadan kalktığıdır (Sweller,1988). Dolayısıyla etkili öğretimin temel amacı, çalışma belleğini gereksiz biçimde zorlamadan, öğrenmeye hizmet eden bilişsel süreçleri destekleyecek biçimde tasarlanmasıdır.

Bilişsel yük kuramı kapsamında, öğrenme sırasında ortaya çıkan bilişsel yük üç temel türde ele alınmaktadır: İçsel bilişsel yük (intrinsic cognitive load), dışsal bilişsel yük (extraneous cognitive load) ve öğrenmeye yönelik/germane bilişsel yük (germane cognitive load). İçsel bilişsel yük, öğrenilecek içeriğin doğasından ve içerikte yer alan öğeler arasındaki etkileşim düzeyinden kaynaklanmaktadır. Bu yük hem öğrenme görevinin yapısına hem de öğrenenin ön bilgisine bağlıdır. Örneğin, çok adımlı ve soyut ilişkiler içeren matematiksel problemler, özellikle konuya yeni başlayan öğrenenler için yüksek içsel bilişsel yük oluşturur. Bu yük doğrudan ortadan kaldırılamaz; ancak içeriğin basamaklandırılması ya da öğrenenin ön bilgilerinin güçlendirilmesi yoluyla yönetilebilir (Sweller vd., 2019).

Dışsal bilişsel yük ise öğrenmenin kendisiyle doğrudan ilişkili olmayan, öğretim tasarımıyla kaynaklanan bilişsel talepleri ifade eder. Bilginin parçalı, dağınık veya bütünleştirilmemiş biçimde sunulması; öğrencinin aynı anda birden fazla bilgi kaynağını zihinsel olarak birleştirmeye zorlanması; ya da problem çözme sürecinde hedefe ulaşma odaklı araç-amaç analizinin baskın hâle gelmesi, dışsal bilişsel yükü artıran temel etmenlerdir. Sweller (1988), özellikle geleneksel problem çözme süreçlerinde kullanılan araç-amaç analizinin, çalışma belleğinin büyük bir bölümünü hedefe ulaşmaya ayırarak, şema edinimi için gerekli bilişsel kapasiteyi sınırlandırdığını göstermektedir (Sweller,1988). Bu nedenle, etkili öğretim tasarımının temel ilkelerinden biri, öğrenme-ilişkiz bilişsel yükün mümkün olduğunca azaltılmasıdır.

Üçüncü yük türü olan germane bilişsel yük ise öğrenmeye doğrudan hizmet eden, yani şema oluşturma, kavramsal ilişkilendirme ve genelleme süreçlerine ayrılan bilişsel çabayı ifade etmektedir. Güncel kuramsal yaklaşımlarda germane bilişsel yük, toplam bilişsel yüke eklenen ayrı bir yük olarak değil; dışsal bilişsel yükün azaltılmasıyla açığa çıkan bilişsel kaynakların öğrenmeye yönlendirilmesi olarak ele alınmaktadır (Sweller vd., 2019). Bu bağlamda amaç, öğrencinin bilişsel çabasını problem çözmenin mekanik yönlerine değil, problemin yapısını ve altında yatan matematiksel ilişkileri fark etmeye yöneltmektir.

Sonuç olarak, bilişsel yük kuramı öğretim tasarımına güçlü bir çerçeve sunmakta; özellikle rutin olmayan problemler, çok adımlı matematiksel süreçler ve teknoloji destekli öğrenme ortamlarının tasarımında, bilişsel yük türlerinin dengeli biçimde yönetilmesinin öğrenmenin niteliğini belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçeve, öğrenenin bilişsel kapasitesini zorlayan değil, onu öğrenmeye yönlendiren öğretim yaklaşımlarının geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Rutin Olmayan Problemler

Rutin olmayan matematik problemleri, standart işlem kalıplarıyla doğrudan çözülemeyen, çözüm yolunun önceden belirgin olmadığı ve öğrenciden yalnızca işlemsel beceriler değil; problemi anlama, uygun bir çözüm planı geliştirme, strateji seçme, çözüm sürecini izleme ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel süreçleri kullanmasını bekleyen problem türleridir (Arslan & Altun, 2007). Bu tür problemler genellikle problemi temsil etme, çözüm stratejisi oluşturma, stratejiyi uygulama ve çözümü gözden geçirme gibi birden çok aşama içerir. Ancak okul matematiğinde öğretim süreci büyük ölçüde rutin, işlemsel ve tek adımlı problemlere dayandığından, rutin olmayan problemlere sınırlı ölçüde yer verilmekte; bu durum öğrencilerin bu tür problemlerle karşılaştıklarında ciddi zorlanmalarına yol açmaktadır. Öğrenciler çoğu zaman hangi stratejiyi kullanacaklarını bilememekte, problemi yüzeysel biçimde okuyarak doğrudan işlem yapmaya yönelmekte ve bu da başarısızlık ve isteksizlikle sonuçlanmaktadır.

Bilişsel yük kuramı bu durumu açıklamada önemli bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Sweller'a (1988) göre çalışma belleğinin sınırlı kapasitesi, özellikle çözüm yolu açık olmayan ve çok sayıda bilişsel işlem gerektiren problemlerde hızla dolmakta; öğrenciler araç-amaç analizi gibi hedefe odaklı stratejiler kullanarak bilişsel kaynaklarının büyük bölümünü sonuca ulaşmaya harcamaktadır. van Merriënboer ve Sweller (2005) bu yaklaşımı geliştirerek, rutin olmayan problemlerin doğaları gereği yüksek içsel bilişsel yük barındırdığını, uygun öğretimsel destekler sağlanmadığında ise bu yükün öğrenmeye hizmet etmeyen dışsal bilişsel yük ile birleşerek şema edinimini engellediğini belirtmektedir. Arslan ve Ünal (2022) de rutin olmayan problemlerin yeni kavramlar, alışılmadık temsiller ve çok adımlı düşünme süreçleri içermesi nedeniyle öğrenciler için bilişsel açıdan oldukça talepkâr olduğunu vurgulamaktadır.

Buna karşın, literatür rutin olmayan problemlerin öğretimde tamamen dışlanmaması gerektiğini; aksine, bu problemlerin matematiksel düşünme, muhakeme ve öz-düzenleme becerilerinin gelişimi için vazgeçilmez olduğunu ortaya koymaktadır. Bu noktada kritik olan, bilişsel yükü azaltacak öğretimsel düzenlemelerin yapılmasıdır. Çözülmüş örnekler, hedef-bağımsız problem sunumları, görsel ve dinamik temsiller ile teknoloji destekli araçlar,

öğrencilerin dikkatini karmaşık hesaplamalardan ziyade problemin yapısal özelliklerine yönlendirebilir. Özellikle Python gibi hesaplama araçlarıyla üretilmiş çözümlerin, öğrencilerden kod yazmaları beklenmeden, bilişsel araç (mindtool) olarak kullanılması; elle çözümü zor ve bilişsel olarak yüklü süreçlerin dışsallaştırılmasını sağlayarak öğrenenlerin örüntüleri fark etmesine, genelleme yapmasına ve kavramsal ilişkileri anlamlandırmasına olanak tanımaktadır. Bu bağlamda teknoloji, rutin olmayan problemlerin oluşturduğu bilişsel yükü hafifletmekte ve bu tür problemlerin öğretimde etkili biçimde kullanılabilmesi için güçlü bir destek sunmaktadır.

Matematik Öğretiminde Bilişsel Yükü Azaltmaya Yönelik Teknolojik Yaklaşımlar

Bilişsel yük kuramına dayalı araştırmalar, matematiksel problem çözme sürecinde öğrencilerin başarısızlıklarının önemli bir bölümünün, öğrenme içeriğinden ziyade öğretim tasarımıyla kaynaklanan dışsal bilişsel yük ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Sweller, 1988; van Merriënboer & Sweller, 2005). Bu doğrultuda son yıllarda yapılan çalışmalar, bilişsel yükü azaltmaya yönelik çeşitli teknoloji destekli öğretim stratejileri geliştirmiştir. Bu stratejilerin temel amacı, öğrencinin sınırlı çalışma belleğini öğrenmeye hizmet etmeyen işlemlerden arındırarak, kavramsal yapılandırmaya yönlendirmektir.

Öncelikle, çözülmüş örnekler (worked examples) ve adım adım çözüm gösterimleri, bilişsel yükü azaltmada en etkili yöntemlerden birisi olarak rapor edilmektedir. Teknoloji destekli öğrenme ortamlarında sunulan çözülmüş örnekler, öğrencilerin araç-amaç analizine dayalı yoğun problem çözme çabasına girmeden, çözümün yapısal özelliklerini fark etmelerine olanak tanımaktadır (Sweller, 1988). Özellikle bilgisayar destekli problem çözme ortamlarında, çözüm adımlarının dinamik biçimde sunulması ve gerektiğinde geri dönülebilir olması, bölünmüş dikkat etkisini azaltmakta ve öğrencilerin şema edinimini desteklemektedir (Sweller, 2020).

İkinci olarak, dinamik görselleştirmeler ve simülasyonlar, soyut matematiksel ilişkilerin dışsallaştırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Geometri, olasılık ve yinelemeli yapılar içeren problemlerde, statik temsiller yerine hareketli ve etkileşimli görsellerin kullanılması; öğrencilerin aynı anda birden fazla bilgiyi zihinde tutma zorunluluğunu azaltmakta ve bilişsel kaynakların kavramsal ilişkilere yönlendirilmesini sağlamaktadır (Gillmor& Embretson, 2015). Bu durum, özellikle rutin olmayan problemlerde içsel bilişsel yükün yönetilmesine katkı sunmaktadır.

Üçüncü olarak, bilgisayar tabanlı problem çözme ortamları ve hesaplama araçları, karmaşık işlemleri otomatikleştirerek bilişsel yükü hafifleten bir başka önemli yaklaşımdır. Yapılan çalışmalar, Python gibi hesaplama araçlarının öğrencilerden kod yazmaları beklenmeden, bilişsel araç (mindtool) ola-

rak kullanıldığında; tekrar eden hesaplama, durum takibi ve işlem yükünü dışsallaştırdığını göstermektedir (Kurban, 2024). Bu sayede öğrenciler, çözümün mekanik yönleriyle değil, problemin altında yatan matematiksel yapı ve örüntülerle ilgilenebilmekte; bu da öğrenmeye yönelik bilişsel yükün (germane load) artmasını sağlamaktadır.

Son olarak, teknoloji destekli öğrenme ortamlarında sağlanan anında geri bildirim, uyarlanabilir problem yapıları ve bütünlük sunumlar, öğrencilerin hatalı yollar üzerinde gereksiz bilişsel çaba harcamasını önlemekte ve öğrenme sürecini daha verimli hâle getirmektedir (Mao vd., 2025; Wang vd., 2022). Bu tür ortamlar, özellikle matematikte problem çözmenin yalnızca sonuca ulaşma değil, kavramsal anlamlandırma süreci olduğunu vurgulayarak bilişsel yükün öğrenme lehine yeniden dağıtılmasına olanak tanımaktadır.

Sonuç olarak, literatürde bilişsel yükü azaltmaya yönelik teknolojik yaklaşımlar; çözülmüş örnekler, dinamik temsiller, simülasyonlar ve hesaplama araçlarının bilişsel destekleyici biçimde kullanılması etrafında şekillenmektedir. Bu yaklaşımlar, rutin olmayan problemlerin doğası gereği oluşturduğu bilişsel yükü dengeleyerek, öğrencilerin matematiksel düşünme ve problem çözme becerilerini anlamlı ve kalıcı biçimde geliştirmeyi hedeflemektedir.

Problem Çözme Bağlamında Bilişsel Yük

Josephus problemi, dairesel bir dizilimde belirli bir kurala göre (örneğin her ikinci kişinin elenmesi) gerçekleştirilen yinelemeli bir eleme sürecinde sona kalan kişinin konumunu bulmayı amaçlayan, yüzeyde basit ancak bilişsel açıdan oldukça talepkâr bir problem türüdür. Bu problem geleneksel problem çözme yaklaşımıyla, özellikle araç-amaç analizi stratejisi kullanılarak ele alındığında, öğrenciden aynı anda mevcut problem durumu, hedef durum, eleme sırası, kalan kişi sayısı ve sürecin ne zaman sona ereceği gibi birçok bilgiyi çalışma belleğinde tutması beklenir. Sweller'ın (1988) ve van Merriënboer ile Sweller'ın (2005) vurguladığı üzere, bu tür durumlar çalışma belleğinin sınırlı kapasitesini aşarak yüksek düzeyde bilişsel yüke neden olmakta ve öğrenme açısından kritik olan şema edinimi süreçlerini sekteye uğratmaktadır. Nitekim öğrenci problemi başarıyla çözse dahi, bilişsel kaynakların büyük bölümü hedefe ulaşmaya harcadığı için çözümün altında yatan yapısal ilişkiler çoğu zaman fark edilememektedir.

Bu bağlamda, makalede önerilen yaklaşım, öğrencinin problemi baştan sona elle çözmesini beklemek yerine, çözüm sürecinin yapısını görünür kılan çözülmüş örnekler, simülasyonlar ve hedef-bağımsız problem sunumlarıyla bilişsel yükün azaltılmasıdır. Josephus problemine yönelik simülasyon temelli çözüm anlatımı, eleme sürecinin her turda nasıl işlediğini, kişi sayısının nasıl yarıya indiğini ve ortaya çıkan düzenliliği görsel ve dinamik biçimde ortaya koyarak öğrenme açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Bu tür bir temsil, öğrenme-dışı bilişsel yükü (extraneous cognitive load) azaltırken, öğ-

rencinin dikkatini tek tek eleme adımlarından ziyade problemin yinelemeli yapısına ve matematiksel örüntüsüne yönlendirmektedir. Böylece öğrenci, örneğin $n = 2^m + 1$ ayrıştırması ve $2l + 1$ bağıntısı gibi genellenebilir ilişkileri fark edebilmekte ve problemi algoritmik bir yapı olarak kavrayabilmektedir. Sonuç olarak, üçgen örneğinde olduğu gibi Josephus problemi de uygun biçimde tasarlanmış görselleştirme ve çözüm anlatımlarıyla sunulduğunda, problem çözmenin ötesine geçerek kavramsal anlamayı desteklemekte ve bilişsel yük kuramının öngördüğü biçimde öğrenmeyi daha etkili ve kalıcı hâle getirmektedir.

Örnek Rutin Olmayan Problem: Josephus problemi (Ayrık Matematik & Algoritma)

Problemin Tarihi

Josephus problemi, adını MS 1. yüzyılda yaşamış Yahudi tarihçi Flavius Josephus'tan alır. Efsaneye göre, Roma kuşatması altındaki Yodfat kalesinde Josephus ve 40 askeri bir mağaraya sığınır. Teslim olmak yerine toplu intihar kararı alırlar. Bir çember oluştururlar ve belirlenen bir kurala göre (her 3. kişinin öldürülmesi) birbirlerini öldürmeye başlarlar. Josephus, matematiksel zekasını kullanarak hayatta kalan son kişi olacağı (veya arkadaşıyla birlikte son ikiye kalacağı) konumu hesaplar ve hayatta kalarak hikayesini yazar. Bu tarihsel anekdot, problemin matematiksel modellemesi için çarpıcı bir “başlangıç durumu” sunar.

Bu çalışmada Josephus problemi gibi rutin olmayan bir ayrık matematik/ algoritma probleminin çözümü, hem hesaplamalı modelleme hem de görsel anlatım amacıyla Python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiş; çözüm süreci Manim (Mathematical Animation Engine) kütüphanesi ile animasyonlaştırılmıştır. Teknik olarak, problem “ n kişilik dairesel dizilimde her k 'inci kişinin elenmesi” şeklinde tanımlanmış ve eliminasyon süreci Python'da bir döngüsel veri yapısı (ör. liste/indeks güncelleme ya da kuyruk mantığı) üzerinden adım adım simüle edilmiştir. Her adımda güncel konum, seçilen eleman ve kalan kişi sayısı güncellenerek algoritmanın ilerleyişi elde edilmiş; ayrıca bilinen yinelemeli ifade ($J(n,k)$ bağıntısı) ile bulunan sonuç, simülasyon çıktısıyla karşılaştırılarak doğrulama sağlanmıştır. Manim tarafında ise bu hesaplama adımları senkron biçimde görselleştirilmiş; kişiler düğüm/etiket olarak bir çember üzerine yerleştirilmiş, her eleme adımı vurgu (renk/ölçek/ok) ve geçiş animasyonlarıyla gösterilerek “sayma–eleme–yeni–den indeksleme” mekanizmasının izlenebilir olması amaçlanmıştır. Böylece Python, algoritmik çözümün hesaplamalı temelini oluştururken, Manim kütüphanesi çözümün mantığını adım adım görünür kılan dinamik bir temsil ortamı sağlamıştır.

Josephus Problemi

Hikaye (MS 67): Josephus ve 40 askeri bir mağarada kuşatılır.

Teslim olmak yerine bir çember oluşturup her 3. kişiyi eleyerek sona kalanı hayatta bırakmaya karar verirler.

Josephus, matematiksel zekasıyla hayatta kalan son kişi olur.

Şekil 1: Problemin Tarihi: Çember dizilimi, tarihsel mağara senaryosunun modern ve soyut bir temsili.

Problemin Tanımı

Matematiksel olarak problem şu şekilde tanımlanır: n kişi bir çember etrafında 1'den n 'e kadar numaralandırılır. Belirli bir noktadan başlayarak saat yönünde sayılır ve her k . kişi çemberden çıkarılır (elenir). Bu işlem tek bir kişi kalana kadar devam eder. Bizim inceleyeceğimiz temel varyasyonda, bilgisayar bilimlerinde en sık karşılaşılan $k = 2$ durumu (her 2. kişinin elenmesi) ele alınmıştır. Amaç, verilen bir n sayısı için hayatta kalan kişinin numarasını ($J(n)$) bulmaktır.

Josephus Problemi

Problem Tanımı

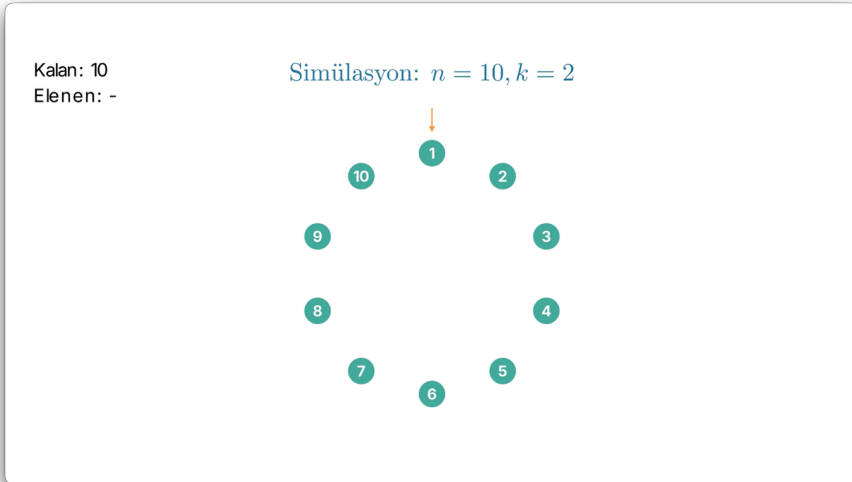
- n kişi bir daire üzerinde dizilir
- Belirli bir pozisyondan sayma başlar
- Her k . kişi elenir
- Son kalan kişi hayatta kalır

Soru: Hayatta kalmak için hangi pozisyonda durmalısınız?

Şekil 2: Problem Tanımı: Eleme kuralının işleyişi ve “pasif” duruma geçen katılımcılar.

10 Kişilik Simülasyon Başlangıcı

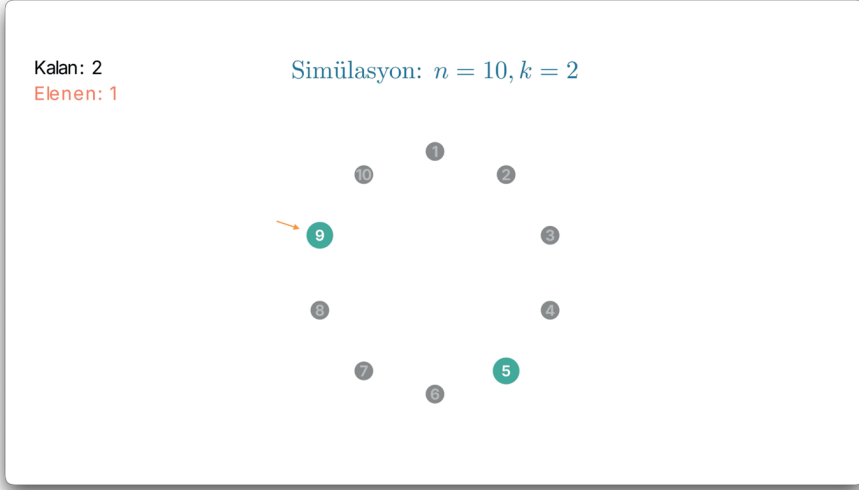
Problemin analitik çözümüne geçmeden önce, Python ve Manim kullanılarak $n = 10$ ve $k = 2$ parametreleri için bir simülasyon ortamı oluşturulmuştur. Simülasyon başladığında, algoritma dairesel bir veri yapısı üzerinde ilerler. İlk turda çift numaralı pozisyonların (2, 4, 6, 8, 10) hızla elendiği görülür. Bu aşama, öğrencinin problemin yinelemeli (recursive) doğasını ve ilk tur sonunda problemin boyutunun nasıl yarıya indiğini ($n/2$) gözlemlemesi açısından kritiktir.



Şekil 3: 10 Kişilik simülasyon başlangıcı: Döngüsel veri yapısı üzerinde algoritmanın ilerleyişi.

10 Kilişik Simülasyon: Sona Kalan 2 Kişi

Simülasyonun sonlarına yaklaşıldığında, kaosun içinden belirli bir düzenin doğduğu görülür. Başlangıçta 10 kişi varken, süreç ilerledikçe hayatta kalanların sayısı azalır. Şekil 4, son iki kişinin kaldığı ve “kılıcın” (sıranın) kritik bir şekilde el değiştirdiği anı göstermektedir. Bu nokta, kazananın belirlenmesinden bir adım önceki en gerilimli andır ve öğrenciye “sıra kimde?” sorusunu sordurarak modüler aritmetik sezgisi kazandırır.



Şekil 4: 10 kişilik simülasyon: Sona kalan adaylar ve karar anı.

k=2 Durumu İçin Matematiksel Çözüm

Simülasyonumuz $n = 10$ için kazananın 5 numara olduğunu göstermiştir. Bu sonuç tesadüf değildir ve iki farklı yöntemle genelleştirilebilir:

1. Formül: $2^m + l$ şeklinde yazılırsa, kazanan $W(n) = 2l + 1$ olur. $10 = 2^3 + 2 \Rightarrow l = 2 \Rightarrow W(10) = 2(2) + 1 = 5$.

2. İkili Kaydırma (Bitwise Left Shift): $n = 10$ sayısının ikili (binary) yazılımı 1010_2 'dir. En soldaki basamak (1) alınıp en sağa taşınırsa (sola döngüsel kaydırma), elde edilen sayı 0101_2 yani 5'tir. Bu yöntem, problemin 2 tabanındaki sayı sistemiyle olan şartıcı ilişkisini ortaya koyar.

Josephus Problemi

Matematiksel Çözüm ($k=2$ Durumu)

Yöntem 1: Formül

$$n = 10$$

$$n = 2^m + \ell$$

m : en büyük üs
 ℓ : kalan

$$10 = 2^3 + 2$$

$$\Rightarrow m = 3, \ell = 2$$

$$f(n) = 2\ell + 1$$

$f(10) = 5$

Yöntem 2: İkili Kaydırma

$$n = 10_{10} = 1010_2$$

$$0 \ 1 \ 0 \ 1$$

$0101_2 = 5$

Genel Formül: $n = 2^m + \ell \Rightarrow f(n) = 2\ell + 1$

Şekil 5: $k=2$ durumu için Matematiksel Çözüm: Formülün $(2L+1)$ simülasyon sonucuyla doğrulanması.

Josephus'un Orijinal Problemi ($n=41, k=3$)

Simülasyonumuzda $k = 2$ durumunu incelemiş olsak da, Flavius Josephus'un orijinal hikayesindeki parametreler $n = 41$ ve $k = 3$ 'tür. $k = 3$ durumu için "ikili kaydırma" gibi basit bir pratik kural yoktur; ancak dinamik programlama yaklaşımıyla genel bir yineleme bağıntısı ($J(n, k) = (J(n-1, k) + k) \pmod{n}$) kullanılabilir. Görselleştirmelerimiz, $k = 2$ özel durumu üzerinden öğrencilere algoritmik düşünme yapısını kazandırmayı ve onları bu daha karmaşık genel duruma hazırlamayı hedefler.

Josephus Problemi

Josephus'un Orijinal Problemi

$n = 41$ kişi

$k = 3$ (her 3. kişi elenir)

Çözüm:

($k=3$ için direkt formül yok, simülasyon gerekir)

Josephus'un durduğu pozisyon:

Pozisyon 31

Josephus, matematiği kullanarak 31. pozisyonunda durdu

Şekil 6: Josephus'un orijinal problemi ($n=41, k=3$) bağlamında genel çözüm tartışması.

Sonuç ve Tartışma

Bu kuramsal çerçeve, Josephus problemi gibi rutin olmayan problem türlerinin öğretimde nasıl ele alınabileceğine ilişkin somut bir örnek sunmaktadır. Josephus problemi; yinelemeli yapısı, dairesel dizilimi ve çok adımlı eleme süreci nedeniyle öğrencilerden aynı anda birçok durumu takip etmelerini bekleyen, bu yönüyle yüksek içsel bilişsel yük barındıran tipik bir rutin olmayan problemidir. Geleneksel öğretim yaklaşımında öğrencilerden bu problemi elle çözmeleri istendiğinde, çalışma belleği büyük ölçüde eleme sırasını takip etmeye, mevcut durum ile hedef durum arasındaki farkları kapatmaya ve ara hedefler oluşturmaya yönelmekte; bu durum Sweller'ın (1988) tanımladığı biçimde yoğun bir araç-amaç analizi sürecini tetiklemektedir. Sonuç olarak öğrenciler, problemi çözseler dahi problemin altında yatan yinelemeli yapı, örüntü ve genelleştirilebilir ilişkilere ilişkin kalıcı bir şema geliştirmekte zorlanmaktadır.

Bu noktada, Python ile üretilmiş çözüm ve simülasyonların öğretim sürecine dâhil edilmesi, bilişsel yükün dengelenmesi açısından işlevsel bir rol üstlenmektedir. Öğrencilerden kod yazmaları beklenmeden, Python çıktılarının görsel ve dinamik temsiller aracılığıyla sunulması; eleme sürecinin her turda nasıl işlediğini, kişi sayısının nasıl yarıya indiğini ve problemin nasıl bir matematiksel örüntüye dayandığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Böylece elle çözüm sürecinde yüksek bilişsel yük oluşturan tekrar, sayma ve durum takibi gibi işlemler dışsallaştırılmakta; öğrenenlerin bilişsel kaynakları problemin yapısını anlamaya, genelleme yapmaya ve kavramsal ilişkileri fark etmeye yönlendirilmektedir. Bu yaklaşım, van Merriënboer ve Sweller'ın (2005) vurguladığı gibi, dışsal bilişsel yükün azaltılarak şema ediniminin desteklenmesine olanak tanımaktadır.

Dolayısıyla Josephus problemi örneği, rutin olmayan problemlerin öğretimde neden gerekli olduğunu ve bu problemlerin neden öğrenciler için zorlayıcı olduğunu açık biçimde göstermektedir. Aynı zamanda, Python gibi hesaplama araçlarının bilişsel araç (mindtool) olarak kullanılmasıyla, bu tür problemlerin oluşturduğu bilişsel yükün hafifletilebileceğini ve rutin olmayan problemlerin öğrencilerin matematiksel düşünme, muhakeme ve genelleme becerilerini geliştiren etkili öğrenme ortamlarına dönüştürülebileceğini ortaya koymaktadır.

Referanslar

- Arslan, Ç. D., & Altun, M. (2007). Learning to solve non-routine mathematical problems. *Elementary Education Online*, 6(1), 50–61.
- Arslan, Z., & Ünal, H. (2022). Bilişsel yük kuramı ve matematik problemlerinin bilişsel yük ataması. *Türk Eğitim Değerlendirmeleri Dergisi*, 1(1), 7–32.
- Gillmor, S. C., Poggio, J., & Embretson, S. (2015). Effects of reducing the cognitive load of mathematics test items on student performance. *Numeracy*, 8(1), Article 4. <https://doi.org/10.5038/1936-4660.8.1.4>
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Kurban, F. (2024). Evolution of pre-service mathematics teachers' spatial visualisation skills during a cognitive load theory-based education. *Problems of Education in the 21st Century*, 82(2), 202–235. <https://doi.org/10.33225/pec/24.82.202>
- Mao, X., Dai, Y., Liu, Y., Jiang, Y., & Zhang, Y. (2025). Optimizing cognitive load in digital mathematics textbooks: A mixed-methods study on content organization and application models. *Journal of Educational Technology and Innovation*, 7(3). <https://doi.org/10.61414/pxn87q66>
- Marchis, I. (2013). Future primary and preschool pedagogy specialization students' mathematical problem solving competency. *Acta Didactica Napocensia*, 6(2), 33–38.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31, 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147–177. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-3951-0>
- Wang, J. F., Wang, T. H., & Huang, C. H. (2022). Investigating students' answering behaviors in a computer-based mathematics algebra test: A cognitive-load perspective. *Behavioral Sciences*, 12(8), Article 293. <https://doi.org/10.3390/bs12080293>



MESLEK YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİN OKUL İKLİMİ ALGILARININ MATEMATİK BAŞARISINA OLAN ETKİSİNİ ARAŞTIRMA

“ ”

Cahit TAŞDEMİR¹

¹ Cahit TAŞDEMİR

Bitlis Eren University-Tatvan Vocational School

ctasdemir@beu.edu.tr -, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0986-8098>

1. Giriş

Matematik, dünya çapında eğitim sistemlerinin önemli bir bileşeni olarak kabul edilmektedir (Michael, 2015). Günlük hayattaki önemi ve etkinliği sayesinde, matematik, ilkökul ve ortaöğretim seviyesinde temel derslerden biri olarak öne çıkmakta ve farklı alanlarda geleceğin mesleklerine kapı aralamaktadır. Bu nedenle, matematik, hem gelişmiş ülkelerde hem de gelişen ülkelerde eğitim sisteminin her aşamasında öğretilmesi gereken bir alan olarak değerlendirilmektedir (Umameh, 2014). Bilim ve teknoloji alanlarında araştırma ve geliştirme yapmak isteyen üniversiteye giriş hedefinde olan öğrenciler de iyi bir matematik performansına ihtiyaç duymaktadırlar (Banerjee, 2016). Aynı şekilde, meslek yüksekokullarında da, öğrencilerin program hedeflerine ulaşmaları için sağlam bir temel matematik bilgisine sahip olmaları gerekir. Ancak birçok çalışma, meslek yüksekokulu öğrencilerinin matematikle ilgili zorluklar yaşadığını ve başarı oranlarının beklenenin altında olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, TIMSS (2023) ve PISA (2019) verileri, matematikte öğrencilerin performanslarının ortaöğretimden sonra ve yükseköğretime geçiş döneminde azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu durum, özellikle meslek yüksekokuluna devam eden öğrencilerin matematik yeterliliklerinde kayda değer bir düşüş olduğuna işaret etmektedir. Sadece bilişsel sebeplerle açıklanamayan bu düşüşler, aynı zamanda öğrencilerin matematiğe karşı duydukları tutumlar, öz güvenleri ve aidiyet hisleri gibi duygusal unsurlarla da bağlantılı olduğu ve dolayısıyla öğrencilerin eğitim aldıkları okul ortamından da etkilendikleri düşünülmektedir.

Bu bağlamda, okul veya sınıf ortamının önemi ortaya çıkmaktadır. Okul iklimi, bir açıdan okulun karakteri olarak değerlendirilebilir (Omay, 2008). Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse, okul iklimi, okulun değerleri, hedefleri, kuralları, alışkanlıkları, kişiler arası ilişkileri, öğretim ve öğrenme süreçleri ile kurumsal yapılarının bir yansımasıdır. Araştırmalar, olumlu okul iklimlerinin dayanıklılığı artırdığını, olumsuz okul iklimlerinin ise öğrenciler, öğretmenler, yöneticiler, ebeveynler ve toplumun diğer bireyleri için bir risk unsuru olabileceğini ortaya koymaktadır (Brand, 2003). Olumlu bir okul atmosferinin öğrencilerin okula olan bağlılıklarını artırdığı ve daha iyi akademik sonuçlar elde etmelerine yardımcı olduğu saptanmıştır (Thapa ve diğerleri, 2013). Olumlu okul atmosferi, verimli bir öğrenme ortamı oluşturarak öğrencilerin başarısını desteklerken, öğretmenlerin memnuniyetini de artırmaktadır (Macneil, Prater ve Bucsh, 2008). Diğer yandan, olumsuz bir okul iklimi, okul çalışanlarının motivasyonunu düşürmekte ve iletişim üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Kurt ve Çalık, 2010). Ayrıca, okul atmosferinin öğrencilerin matematik ve okuma becerileri üzerinde doğrudan bir etkisi olduğu da belirlenmiştir (Brand ve diğerleri, 2003).

Bu nedenle, eğitim ve öğretim süreçlerinin etkin bir şekilde devam edebilmesi ve başarı elde edebilmesi için okulun uygun bir öğrenme ortamı sun-

ması oldukça önemlidir (Baştepe, 2009). Ancak, bu çalışmaların büyük bir bölümü ilköğretim ve ortaöğretim düzeylerine yoğunlaşmıştır (PISA, 2022). Yükseköğretim ile ilgili yapılan araştırmalar ise genel akademik başarı veya kampüs ortamına yönelmiş, ancak meslek yüksekokulu öğrencilerinin matematikteki başarılarını okul ortamıyla ilişkilendiren araştırmalar oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Türkiye’de bu konu üzerine yapılan çalışmalar az sayıdadır, bu da daha fazla araştırma yapılması gerektiği anlamına gelmektedir. Yani, bu durum mevcut literatürde önemli bir boşluğa işaret etmektedir. Bu bağlamda, yapılacak çalışmanın değeri iki açıdan değerlidir: Akademik literatürde, meslek yüksekokulu seviyesinde okul iklimi üzerine kuramsal boşluğu doldurmak; uygulamada ise öğretim elemanları ve yöneticilere ortamı anlamlandırarak müdahale etmede yol göstermektir.

2. Literatüre Genel Bakış

Günümüzde okul iklimi ile ilgili gerek yurtdışında ve gerekse yurtiçinde bir çok araştırma yapılmıştır. Okul ikliminin akademik başarı ile ilişkisi önemli bir konu olmasına rağmen, meslek yüksekokulu öğrencilerine yönelik çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan literatür araştırmasında:

Öğrencilerin okul iklimi ile akademik başarı arasında da orta düzeydeki pozitif ilişki olduğunu ifade etmişlerdir (İrban ve Aydın, 2024). Öğrencilerin okul iklimi algıları ile akademik başarıları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır (Pehlivan ve Özgenel, 2020). Okul atmosferi ile matematikteki başarı seviyesi arasında orta düzeyde olumlu bir ilişki olduğu görülmektedir (Çelik ve ark., 2024). Olumlu okul ikliminin yalnızca öğrenciler arasında yapıcı sosyal ilişkilerin oluşumunu teşvik etmekle kalmayıp aynı zamanda duygusal ve davranışsal gelişimleri için örgütsel destek de sağladığını göstermektedir (Podiya ve ark., 2025). Güçlü öğretmen desteği, öğrencilerin arasında aidiyet ve güven duygusunu besleyerek onları okullarının ve sınıflarının kolektif ortamına daha aktif bir şekilde katılmaya teşvik edebilir (Makaremi ve ark., 2024). Olumlu bir okul ortamı akademik duyguları teşvik edebileceğini, bunun da akademik başarıyı artırabileceğini belirtmiştir. Olumsuz okul ortamı ise öğrencilerin dikkatini dağıtabilir ve öğrenme etkinliklerini azaltabilir (Chan ve Lam, 2023). Olumlu akran desteği, öğrencilerin başkalarıyla daha aktif bir şekilde iletişim kurmaya ve etkileşimde bulunmaya teşvik ederek akran ilişkilerinin sağlıklı bir şekilde gelişmesini kolaylaştırabilir (Horcajo ve ark., 2021). Olumlu bir okul veya sınıf atmosferi, düşük sosyo ekonomik statü ve cinsiyet eşitsizliğinin olumsuz etkilerini dengeleyerek matematikteki başarıyı yükseltebilir (Cornell ve ark., 2016). Kendilerini okul iklimi ve alt boyutlarında akademik olarak başarılı gören öğrencilerin daha yüksek puanlara sahip olduğunu, akademik başarısı düşük olan öğrencilerin ise daha düşük okul iklimi algısı puanlarının daha düşük olduğunu ortaya koymuştur (Özer, 2022). Öğrenciler ile akranları ve öğretmenleri arasındaki iletişim, bilişsel yetenekleri geliştirebilir, problem çözme

konusundaki bakış açılarını genişletebilir (Özgenel ev ark., 2018). Düzenli ve sistemli bir öğrenci desteğiyle oluşturulan etkili bir okul ortamının öğrencilerin akademik başarılarına olumlu katkılarda bulunduğunu vurgulamaktadır (Cornell ve ark., 2016). Olumlu okul ikliminin öğrencilerin motivasyonlarını artırarak öğrenme sürecini desteklediği belirtilmektedir (Wang & Degol, 2016). Destekleyici ve güvenli bir okul ortamında öğrenim gören öğrencilerin daha yüksek akademik performans sergilediğini ortaya koymaktadır. Okul ikliminin matematik ve İngilizce dil sanatı üzerindeki etkilerini inceleyerek, öğrencilerin okul iklimine dair algılarının akademik başarıları üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkileri olduğunu ortaya koymuştur (Jia, Konold ve Cornell, 2016). Okuldaki genel atmosferden memnun olan öğrencilerin akademik başarılarının daha yüksek olabileceğini vurgulamaktadır (Hoy ve Miskel, 2012). Öğretmenlerden ve akranlardan gelen destek ve geniş özerklik fırsatları, öğrencilerin kendilerine saygı duyulduğunu ve önemsendiğini hissetmelerini sağlayabilir. Bu nedenle, gerçekleştirilen araştırma sonuçları, pozitif okul ortamının öğrencilerin özellikle sosyal gelişimleri açısından önemli bir unsur olduğunu göstermektedir (Herman ve ark.(2009). Ancak, öğrencilerin okul iklimi algıları ile akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulamadıklarını belirtmişlerdir (Nalçacı ve Bektaş, 2013). Okul iklimi ile akademik başarı arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmiştir (Başetepe, 2013). Öğrencilerin okul iklimini algılamaları ile cinsiyet arasında kayda değer bir fark olmadığını belirtmişlerdir (Maddox ve Prinz, 2003; Fredricks ve ark., 2004). Okul ikliminin cinsiyetle ilgili önemli bir fark göstermediğini ifade etmektedir (Özer, 2006). Cinsiyet ile okul iklimi arasındaki anlamlı bir ilişkinin bulunmadığını belirtmiştir durumu, bazı araştırmalarda ortaya konan cinsiyet temelindeki farklılıklarla (Marshall, 2003). Ancak, kız öğrencilerin okul iklimini erkeklerden daha olumlu değerlendirdiklerini ifade etmişlerdir (Brown vd., 2003; Karatzias ve ark., 2002; Thomson, 2005; Dindar, 2008; Erkan vd., 2010; Dönmez, 2016; Özgenel vd., 2018).

2.1. Okul iklimi

Okul iklimi, kişisel deneyimlerin ötesinde, okula dair çeşitli alanları ve yapıyı kapsayan ortak bir deneyim ya da algı sürecidir (Cohen ve diğerleri, 2009). Okul iklimi, öğrencilerin, öğretmenlerin ve yöneticilerin inançları, değerleri ve tutumlarıyla bağlantılıdır ve bu durum, okul içindeki kişisel etkileşimlerin kalitesini, güvenliği ve eşitlik düzeylerini belirlemektedir (Bear ve ark., 2011). Okul iklimi, hiç şüphesiz öğrencinin okula olan bağlılığını etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Öğrencilerin okula ait olma hissi, okullarını sevmeleri ve rahat bir psikolojik ortamın sağlanması, onların verimliliğini artıracaktır (Mengi, 2011). Okul iklimi, dışsal bir sosyal ve kültürel koşul ve çevresel faktör olarak, bireyin genel gelişimi üzerinde belirli bir etkiye sahip olabilir (Luo ve ar., 2024) Yapılan araştırmalar, olumlu bir okul ikliminin sadece öğrenciler arasında sağlıklı sosyal ilişkilerin gelişimine kat-

kı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda duygusal ve davranışsal gelişime de örgütsel destek sunduğunu göstermekte (Podiya ve ark., 2025). Olumlu bir okul iklimi, bir öğrencinin, öğretmenin, idarenin veya okul çalışanının okulu daha çok sevmesini ve biri sonraki günü sabırsızlıkla beklemesini sağlar. Okul iklimi, bireylerin okulda kendilerini değerli ve önemli hissetmelerine ve okula ait olma duygusunu geliştirmelerine yardımcı olan okul özellikleriyle bağlantılıdır (Freiberg ve Stein, 2005). Öte yandan, olumsuz bir okul ortamı, öğrencilerde stres, baskı ve yalnızlık hislerini tetikleyebilir; bunun yanı sıra öğretmenlerle iletişim sorunları, okul ve derslere yönelik negatif duyguların gelişimi, motivasyon ve başarıda düşüşe neden olabilir (Karan, 2012). Son yıllarda, olumlu bir okul ikliminin eğitim sürecinde ne denli önemli olduğu daha fazla kabul görmektedir (Thapa ve ark., 2013).

2.2. Akademik Başarı

Akademik başarı, genellikle öğrencilerin bilişsel yetenekleriyle doğrudan bağlantılıdır ve bunun en belirgin göstergesi ders performanslarıdır. Başarılı öğrenciler, yüksek notlar almanın yanı sıra düzenli çalışma alışkanlıkları da geliştirirler. Yüksek akademik başarı, öğrencilere kendilerini değerli hissettirmekle kalmaz, aynı zamanda sosyal çevrelerinde kabul görme konusunda da avantaj sağlar. Düşük akademik başarıya sahip öğrenciler ise, bu durumdan dolayı kendilerini değersiz hissedebilir ve sosyal hayatta kabul görmekte zorluk yaşayabilirler. Bu tür durumlar, kabul edilme konusunda çeşitli sorunlara yol açabilir (Yapıcı ve Yapıcı, 2005). Akademik olarak başarılı bireyler, nitelikli insan gücünün temel taşlarını oluşturur ve bu durumun toplumun kalkınmasında kritik bir rol oynadığı kabul edilmektedir (Yıldırım, 2000).

2.3. Mevcut Çalışma

Meslek yüksekokulu öğrencilerinin matematikteki başarı durumu, sadece kişisel bilişsel yeteneklerle değil, aynı zamanda öğrenim gördükleri eğitim ortamı ile de doğrudan bağlantılıdır. Ancak, mevcut literatürde okul ortamının akademik başarı üzerindeki etkisi genellikle ilkökul, ortaokul ve lise düzeyindeki öğrenciler üzerinde araştırılmış; yükseköğretim özelinde, özellikle meslek yüksekokulu öğrencilerine odaklanan incelemelerin oldukça az olduğu görülmektedir. Bu yüzden, bu araştırma hem mevcut literatürdeki bu eksikliği gidermeyi hem de meslek yüksekokullarındaki matematik derslerinde başarı farklılıklarının çevresel ve duygusal faktörlerle bağlantısını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle, araştırmamız meslek yüksekokulu öğrencilerinin okul ortamını nasıl değerlendirdiğini, bunun matematik dersiyle bağlantısını ve cinsiyete dayalı farklılıkları incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, aşağıdaki sorular araştırmaya yön vermiştir.

1. Öğrencilerin okul iklimi ve alt boyutlarına ilişkin algıları hangi düzeydedir?

2. Öğrencilerin okul iklimi algıları ile matematik başarıları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

3. Öğrencilerin okul iklimine ilişkin algıları ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir fark var mıdır?

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışma, meslek yüksekokulu öğrencilerinin okul ortamını nasıl değerlendirdiğini, bunun matematik dersiyle bağlantısını ve cinsiyete dayalı farklılıkları incelemeyi hedeflemektedir Nicel araştırma yöntemlerinden biri olarak ilişkisel tarama modeli benimsenmiştir. İlişkisel tarama, aynı grup içerisindeki katılımcılar üzerinde iki veya daha fazla değişkenin birbirleriyle olan ilişkisini inceleyen ve bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini tahmin etmeyi amaçlayan bir modeldir (Gliner, Morgan ve Leech, 2015). Bu tür incelemelerden elde edilen sonuçların analizi, araştırmacılara değişkenler arasındaki etkileşimler hakkında öngörülerde bulunma fırsatı vermektedir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2012).

3.2. Araştırma grubu

Araştırma grubu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Doğu Anadolu bölgesinde bulunan bir Üniversiteye bağlı meslek yüksekokulların farklı programlarında öğrenim gören ve araştırmaya gönüllü olarak katılan toplam 167 öğrenciden oluşmaktadır. Bu öğrencilerin % 36,5'i (61 kişi) kız, % 63,5'i (106 kişi) ise erkektir. Öğrencilerin öğrenim gördükleri programlar incelendiğinde % 23,4 (39 kişi) inşaat programında, % 22,8 (38 kişi) bilgisayar programında, %19,2 (32 kişi) sağlık bilgi sisteminde, % 17,4'ü (29 kişi) deniz ve liman işletmeciliği programında ve yine % 17,4'ü (29 kişi) harita ve kadastro programında okuyan öğrencilerden oluşmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Öğrencilerin okul ortamına dair görüşlerini incelemek için Terzi (2015) tarafından geliştirilmiş olan “Okul İklimi Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek, toplamda 17 maddeden oluşarak, Likert tipi bir yapı sergilemektedir. Her bir madde, “Hiç Bir Zaman (1), Nadiren (2), Bazen (3), Çoğunlukla (4), Her zaman (5)” seçenekleriyle cevaplandırılarak değerlendirilmektedir. Söz konusu ölçek, üç ana alt boyuttan oluşmaktadır: Okula Bağlılık (5 madde), Olumlu Akran İletişimi (6 madde) ve Güvenli Öğrenme Ortamı (6 madde). Ölçeğin bu alt boyutları için elde edilen Cronbach’ın alfa iç tutarlılık katsayıları; birinci boyut için 0. 75, ikinci boyut için 0. 86, üçüncü boyut için 0. 81 ve genel ölçek için 0. 90 olarak tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada ise, Cronbach’ın alfa iç tutarlılık katsayıları birinci boyut için 0. 73, ikinci boyut için 0. 81, üçüncü boyut için 0. 78 ve genel ölçek için 0. 86 olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin matematik dersindeki başarı düzeyleri, yirmi sorudan oluşan ve matematikteki başarıyı ölçen onaylı testler ile öğrencilerin bahar döneminde gerçekleştirdikleri ara sınavlar, ödevler ve final sınavı sonuçlarının ortalamasıyla tespit edilmiştir. Ara sınav ve final notları, araştırmaya katılan öğrenciler için okul yönetiminden (öğrenci işleri) temin edilmiş, ayrıca ödev notları ise matematik öğretmeni tarafından sağlanmış ve hesaplama sürecine dahil edilmiştir. Bu matematik dersi için elde edilen başarı notlarının ölçüm geçerliliği açısından yeterli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, bu çalışmada yalnızca matematik dersinin ele alınmasının nedeni, öğrencilerin genellikle en çok zorlandıkları derslerden biri olması ve çalışmanın gerçekleştirildiği meslek yüksekokulunda mevcut olan farklı programlarda eğitim gören öğrencilerin genelde en büyük başarısızlık yaşadığı dersin matematik olmasıdır. Bu sebeple, bu çalışmanın bulguları yalnızca matematik dersiyle sınırlıdır.

3.4.Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırma verileri, öğrencilerin okul ortamına ilişkin algılarını belirlemek amacıyla hazırlanan anketlerle elde edilmiştir. Verilerin toplanması için, okul yöneticilerinden gerekli izinler alındıktan sonra, araştırmacı anketlerin uygulanacağı okulları ziyaret ederek gerekli hazırlıkları yapmıştır. Okul ortamına dair algı ölçeği, araştırmacı tarafından öğrenciler üzerinde uygulanmış ve etik kurallara gerekli özen gösterilmiştir. Ayrıca, araştırmanın amacı hakkında katılımcılara gerekli açıklamalar yapılarak bilgi verilmiştir. Öğrencilerin ankette bulunan soru maddeleri ile ilgili verdikleri görüşler doğrultusunda elde edilen veriler, SPSS yazılımı ile bilgisayara aktarılmıştır. Toplanan sayısal veriler, betimsel istatistik yöntemleri ile analiz edilmiştir. Bu analizler için t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Ayrıca, çalışmanın değişkenleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Ölçeğin, normallik dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için normallik testi yapılarak çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmıştır. Buna göre: ölçeğin alt faktörlerine ait çarpıklık katsayıları -0. 606 ile 0. 350 arasında, basıklık katsayıları ise -0. 506 ile -0. 055 arasında değişmektedir. Bu değerlerin parametrik testler için kabul edilebilir aralıkta (-1 ile +1) bulunması, verilerin normal dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır (George ve Mallery, 2010). Varyansların homojenliği ile ilgili yapılan analizlerde $p = 0,84 > 0,05$ olarak saptanmış ve varyans analizinin temel varsayımının karşılandığı belirlenmiştir (Memnun ve Kalaycı, 2006).

Öğrencilerin okul iklimine yönelik algılarının ortalama puanlarını yorumlamak amacıyla Andamon ve Tan'dan (2018) uyarlanan algı ortalama puanlama düzeyi kullanılmıştır. Bu bağlamda ortalama puanlar arasında karşılaştırmalar yapılmış ve ölçek ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarıyla birlikte ortalama puan aralıkları belirlenmiştir. 1.00-1.49 aralığı "Çok Zayıf", 1.50-2.49 aralığı "Zayıf", 2.50-3.49 aralığı "Orta", 3.50- 4.49 aralığı "İyi" ve 4.50-5.00 aralığı "Çok İyi" olarak kategorize edilmiştir. Elde

edilen değerler bu puan aralıkları doğrultusunda yorumlanmış ve anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir.

4. Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde araştırmada elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Çalışmanın sonuçları, öğrencilere uygulanan anket formundaki sorulara verdikleri yanıtlar doğrultusunda incelenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

Araştırmada cevabı aranan “Öğrencilerin okul iklimi ve alt boyutlarına ilişkin algıları hangi düzeydedir?” sorusu ile ilgili elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1.

Ölçek ve Alt boyutlarına İlişkin Puanların Betimleyici İstatistik Sonuçları

Değişkenler	N	$\bar{x}$	S	Algı Düzeyi
Okula Bağlılık	167	3,17	0,90	Orta
Olumlu Akran İletişimi.	167	4,04	0,71	İyi
Güvenli Öğrenme Ortamı	167	3,60	0,82	İyi
Okul İklimi	167	3,62	0,67	İyi
Genel Ortalama	167	3,61	0,78	İyi

Tablo 1’de yer alan verilere göre, öğrencilerin okul iklimine ilişkin genel ortalama puanları ($\bar{x}$ =3,61) olduğu görülmektedir. Bu değer, kullanılan ölçeğin puan aralığına göre “İyi” algı düzeyine denk gelmektedir. Ayrıca, okula bağlılık puan ortalaması ($\bar{x}$ =3,17) ile orta düzeyde, olumlu akran iletişimi ortalaması ($\bar{x}$ =4,04) ile iyi düzeyde ve okul iklimi puan ortalaması ise ($\bar{x}$ =3,62) ile yine iyi düzeyde olduğu görülmektedir.

Araştırmada cevabı aranan “Öğrencilerin okul iklimi algıları ile matematik başarıları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?. sorusu ile ilgili elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2.

Öğrencilerin Matematik Başarıları ile Okul İklimi ve Alt Faktörleri Arasındaki Korelasyon Analizi Sonuçları

Değişken	X	Ss	r	P
Matematik Başarı Notu	57,28	14,24	,424	,000
Okula Bağlılık	3,17	,900		
Matematik Başarı Notu	57,28	14,24	,428	,000
Olumlu Akran İletişimi	4,04	,710		

Matematik Başarı Notu	57,28	14,24	,393	,000
Güvenli Öğrenme Ortamı	3,60	,820		
Matematik Başarı Notu	57,28	14,24	,527**	,000
Okul İklimi	3,62	,670		

Tablo 2 incelendiğinde, okul iklimi ile matematik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve orta düzeyde pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir ($p=.000$; $r=0,527^{**}$). Öğrencilerin matematik başarı notları ile okula bağlılık, olumlu akran iletişimi ve güvenli öğrenme ortamı açısından okul iklimine dair algıları arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla yapılan analizde; puanlar bakımından istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Bu durum, okul iklimi algılarının artmasıyla birlikte matematik başarısının da arttığını göstermektedir.

Araştırmada cevabı aranan “Öğrencilerin okul iklimine ilişkin algıları ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir fark var mıdır? sorusu ile ilgili elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 3’ te yer almaktadır.

Tablo 3.

Öğrencilerin Cinsiyet Değişkenine Göre Okul İklimi ve Alt Faktörlerine İlişkin t- Testi Analiz Sonuçları

Değişken	Cinsiyet	N	X	ss	t	df	P
Okula Bağlılık	Female	61	3,15	,845	-,313	165	,755
	Male	106	3,19	,935			
Olumlu Akran İletişimi	Female	61	4,03	,688	-,157	165	,876
	Male	106	4,05	,728			
Güvenli Öğrenme Ortamı	Female	61	3,58	,756	-,200	165	,842
	Male	106	3,61	,853			
Okul İklimi	Female	61	3,60	,650	-,321	165	,749
	Male	106	3,64	,690			

Tablo 2 incelendiğinde, t-testi sonuçlarına göre öğrencilerin okul iklimi ve okul iklimi alt boyut puanları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir [$t_{(165)} = -,313$, $t_{(165)} = -,157$, $t_{(165)} = -,200$, $t_{(165)} = -,321$, $p > .05$). Genellikle, erkek öğrencilerin puanlarının, kız öğrencilerin puanlarına kıyasla daha yüksek olduğu görülse de, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu durum, cinsiyetin okul iklimi üzerinde belirleyici bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Yani, erkek ve kız öğrenciler okul iklimini benzer biçimde değerlendirmektedir.

5.Tartışma ve Sonuç

Bu bölümde, araştırmada cevabı bulunmaya çalışılan sorulara dair elde edilen sonuçlar, alandaki diğer çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmış ve bazı önerilerde bulunulmuştur. Ancak, yükseköğretim düzeyine doğrudan

odaklanan çokça çalışma bulunmasa da, ortaokul ve lise seviyelere ilişkin bulgular üniversite ile bağlantı kurmamıza katkı sağlamaktadır.

5.1. Öğrencilerin Okul İklimine ve Alt Boyutlarına İlişkin Görüşleri

Araştırma bulguları, öğrencilerin okul iklimine yönelik algılarının genel olarak olumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, öğrencilerin okula aidiyet hislerinin, güvende hissetmelerinin ve öğretmen-öğrenci bağlarının sağlam olduğunun olumlu bir gelişim fırsatı sunduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, okulun fiziksel, duygusal ve sosyal yapısının, öğrencilerin taleplerinin önemli bir kısmını karşıladığını ve eğitim süreçlerine olumlu katkılarda bulunduğunu ortaya koymaktadır. Araştırmanın bu sonuçları, alanla ilgili diğer çalışmaların bulgularıyla tutarlılık göstermektedir. Örneğin, Thapa ve ark. (2013) araştırmasında, olumlu bir okul ikliminin öğrencilerin okula ve akademik başarıya olan bağlılıklarını artırdığını ortaya koymaktadır. Wang & Degol (2016) tarafından yapılan çalışmalarda, olumlu okul ikliminin öğrencilerin psikolojik iyi oluşlarını ve motivasyonlarını artırarak öğrenme sürecini desteklediği belirtilmektedir. Özgenel'in (2020) ise olumlu bir okul ikliminin okul etkililiği açısından kritik bir faktör olduğunu belirtmektedir. Podiya ve ark., (2025) olumlu okul iklimi, öğrenciler arasında yapıcı sosyal ilişkilerin oluşumunu teşvik ettiğini vurgulamaktadır. Yavrutürk (2019) araştırmasında, olumlu bir okul ikliminin öğrencilerin okula bağlılık seviyelerini artırdığını ortaya koymuştur. Osterman (2000) da benzer şekilde, okulda kabul gören öğrencilerin öğrenmeye daha istekli hale geldiğini ve okullarına daha fazla bağlılık gösterdiğini belirtmektedir. Öğrenciler ile akranları ve öğretmenleri arasındaki iletişim, bilişsel yetenekleri geliştirebilir, problem çözme konusundaki bakış açılarını genişletebilir ve böylece öğrencilerin duygusal yeterliliklerinin gelişimiyle yüksek oranda ilişkili olan sosyo-duygusal yeterliliklerini olumlu yönde etkileyebilir. Horcajo ve ark. (2022), olumlu akran desteği, öğrencilerin başkalarıyla daha aktif bir şekilde iletişim kurmaya ve etkileşimde bulunmaya teşvik ederek akran ilişkilerinin sağlıklı bir şekilde gelişmesini kolaylaştırabilir. Makaremi ve ark.(2024), güçlü öğretmen desteği, öğrencilerin arasında aidiyet ve güven duygusunu besleyerek onları okullarının ve sınıflarının kolektif ortamına daha aktif bir şekilde katılmaya teşvik edebilir. Herman ve ark.(2009), Öğretmenlerden ve akranlardan gelen destek ve geniş özerklik fırsatları, öğrencilerin kendilerine saygı duyulduğunu ve önemsendiğini hissetmelerini sağlayabilir. Bu nedenle, gerçekleştirilen araştırma sonuçları, pozitif okul ortamının öğrencilerin özellikle sosyal gelişimleri açısından önemli bir unsur olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, olumlu bir okul ortamının sürekliliğini sağlamak amacıyla, okulda açık iletişim kültürü teşvik edilmelidir. Öğrencilerin ilgisini çekecek sosyal ve kültürel etkinliklerin artırılması, kulüplere ve öğrenci temsiline destek verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, öğrencilere okul kararlarında söz hakkı tanınarak aidiyet duygularının geliştirilmesi sağlanmalıdır. Okula

bağlılığı artıracak projeler ve öğrenci katılımını destekleyen uygulamalar geliştirilmelidir. Kriz yönetimi planlarının güncel tutulması ve bu planların öğrencilere duyurulması önemlidir. Rehberlik hizmetlerinin görünürlüğü artırılmalı ve güvenli alanlar oluşturulmalıdır. Ayrıca, grup çalışmaları ve iş birliğine dayalı öğrenme yöntemleri desteklenmelidir. Akran mentorluğu gibi uygulamalarla daha güçlü ilişkilerin kurulması teşvik edilmelidir. Olumlu iletişim örnekleri okulun genelinde görünür hale getirilerek bir rol model oluşturulmalıdır.

5. 2. Öğrencilerin algılanan okul iklimi ile matematik başarılarına ilişkin görüşleri

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu ise, öğrencilerin matematik başarıları ile okul iklimi arasında orta düzeyde olumlu bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu durum, okul iklimi algısının öğrencilerin matematik başarıları üzerinde doğrudan ve olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Yani, öğrencilerin okulda olumlu bir iklim algılamaları, matematik dersindeki başarılarıyla bağlantılıdır. Bu bulgu, okul ikliminin akademik performans üzerinde önemli bir etken olabileceğini vurgulayan önceki çalışmalarla örtüşmektedir. Örneğin, İrban ve Aydın (2024) çalışmasında, öğrencilerin okul iklimi ile akademik başarıları arasında da orta düzeydeki pozitif ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Çelik ve ark.(2024) araştırmalarında, ortaokul öğrencilerinin matematik alanındaki akademik başarıları ile okul iklimi arasında orta düzeyde olumlu bir ilişki olduğunu belirtmektedir. Berkowitz ve ark. (2016), destekleyici ve güvenli bir okul ortamında öğrenim gören öğrencilerin daha yüksek akademik performans sergilediğini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin okul iklimine ilişkin algılarının yüksek olması, öğrenmeye karşı daha olumlu tutum geliştirmelerini ve matematikte daha başarılı olmalarını kolaylaştırabileceğini ifade etmişlerdir. Wang ve Degol (2016) çalışmalarında, öğrencilerin öğrenme ortamına ilişkin olumlu görüşlerinin motivasyonlarını ve akademik başarılarını artırdığını belirtmişlerdir. Chan ve Lam (2023) çalışmalarında, olumlu bir okul ortamı akademik duyguları teşvik edebileceğini, bunun da akademik başarıyı artırabileceğini, ancak olumsuz bir okul ortamı ise öğrencilerin dikkatini dağıtabilir ve öğrenme etkinliklerini azaltabileceğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda, Pehlivan ve Özgenel (2020) öğrencilerin okul iklimi algıları ile akademik başarıları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde, Jia, Konold ve Cornell (2016) ise okul ikliminin matematik ve İngilizce dil sanatı üzerindeki etkilerini inceleyerek, öğrencilerin okul iklimine dair algılarının akademik başarıları üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Hoy ve Miskel (2012) çalışmalarında, okuldaki genel atmosferden memnun olan öğrencilerin akademik başarılarının daha yüksek olabileceğini vurgulamaktadır. Öte yandan, Karadağ ve ark (2019), Asaroğlu (2019) ve Özer (2022) tarafından yapılan araştırmalarda, okul iklimi algısı puanları

yüksek olan öğrencilerin daha yüksek akademik puanlara sahip olduğunu, akademik başarısı düşük olan öğrencilerin ise daha düşük okul iklimi algısına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, literatürde mevcut çalışmanın sonuçlarıyla çelişen çalışmalarda bulunmaktadır. Örneğin, Nalçacı ve Bektaş (2013) çalışmalarında, öğrencilerin okul iklimi algıları ile akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Baştepe (2013) çalışmasında, okul iklimi ile akademik başarı arasında anlamlı bir ilişki olmadığını vurgulamıştır. Bu bağlamda, araştırmamızın bulgusu, olumlu okul ikliminin öğrencilerin duygusal ve akademik gelişiminde önemli bir rol oynadığı yönündeki literatür ile uyumludur.

Sonuç olarak, bu araştırmanın ortaya koyduğu veriler, üniversite öğrencilerinin ideal bir okul ortamına ilişkin görüşlerinin akademik başarılarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, yükseköğrenim kurumlarının, öğrencilerin başarılarını artı sağlayacak güvenli ve destekleyici bir okul ortamı oluşturmak için planlar yapmaları gerektiğini vurgulamaktadır. Bu durumda, olumlu bir okul atmosferinin devamlılığı son derece önemlidir. Bu bağlamda, özellikle matematik dersi için öğrenci motivasyonunu artıracak faaliyetlerin ve materyallerin sağlanması gerekmektedir. Öğrencilerin öğretmenleri ve arkadaşlarıyla olan etkileşimleri ile fiziksel şartlar gibi unsurların başarıya etkisi detaylı bir biçimde incelenmeli ve bu konulara özen gösterilmelidir. Akademik performansı düşük olan öğrenciler için bireysel rehberlik ve destek programlarının oluşturulması gerekmekte, bu sayede okul iklimi bu süreçle uyumlu hale getirilmelidir. Ayrıca, matematik başarısını etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılması için motivasyon, öğrenim yöntemleri ve öğretmen yeterliliği gibi unsurları kapsayan kapsamlı araştırmalar yapılması önerilmektedir.

5. 3. Öğrencilerin okul iklimi ve cinsiyet faktörü arasındaki ilişki hakkındaki görüşleri

Çalışmada, öğrencilerin genel okul iklimi puanları ile okul ikliminin alt boyutları cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Bu, cinsiyetin öğrencilerin okul iklimini nasıl algıladıkları üzerinde belirleyici bir etkisi olmadığını göstermektedir. Yani, kız ve erkek öğrencilerin okul ortamını benzer şekilde deneyimledikleri ifade edilebilir. Bu durum, okulun fiziksel, sosyal ve duygusal şartlarının cinsiyet farkı gözetmeksizin tüm öğrenciler üzerinde aynı etkiyi yarattığını göstermektedir. Ayrıca, eğitimde fırsat eşitliğinin okul iklimine yansıdığı ve her iki cinsin benzer tecrübeler yaşadığı sonucu da ortaya çıkmaktadır. Araştırmamızın bu sonuçları, alanla ilgili diğer çalışmaların bulgularıyla tutarlılık göstermektedir. Örneğin, Maddox ve Prinz (2003) ile Fredricks ve diğerleri (2004), öğrencilerin okul iklimini algılamaları ile cinsiyet arasında kayda değer bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Özer (2006) de okul ikliminin cinsiyetle ilgili önemli bir fark göstermediğini ifade etmektedir. Ancak, mevcut araştırma sonuçlarıyla çeli-

şen bazı çalışmalar, kız öğrencilerin okul ortamını erkeklerden daha olumlu bir şekilde değerlendirdiğini ortaya koymaktadır (Brown vd. , 2003; Karatzias ve ark. , 2002; Thomson, 2005; Dindar, 2008; Erkan vd. , 2010; Dönmez, 2016; Özgenel vd. , 2018). Bazı araştırmalar, kız öğrencilerin okul atmosferini daha iyi bir şekilde gördüğünü gösterse de, cinsiyetin her durumda etkili bir faktör olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, okul ikliminin algılanmasının, büyük ölçüde okulun yapısal özellikleri, öğretmenlerin tutumları ve öğrencilerin sosyal deneyimleriyle bağlantılı olabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, okul iklimini geliştirmeye yönelik müdahalelerin belirli bir cinsiyet grubuna değil, tüm öğrencilere yönelik olacak şekilde tasarlanması gerektiği ifade edilebilir.

Sonuç olarak, araştırmanın bulguları, üniversite öğrencilerinin olumlu bir okul ortamı hakkındaki görüşlerinin akademik başarılarıyla bağlantılı olduğunu ve cinsiyetin bu durum üzerinde önemli bir rol oynamadığını göstermektedir. Bu sonuçlar, yüksek öğrenim kurumlarının öğrencilerin başarılarını desteklemek amacıyla güvenli, yardımcı ve kapsayıcı bir öğrenim ortamı yaratmak için stratejiler geliştirmeleri gerektiğini önermektedir. Ayrıca, elde edilen veriler, okul yöneticilerine ve öğretmenlere pratik uygulamalar konusunda faydalı tavsiyeler sunmaktadır. Özellikle okul ortamının iyileştirilmesi, dolaylı bir şekilde matematik başarı oranlarını artırma potansiyeli taşımaktadır. Güvenlik hissinin ve aidiyet duygusunun güçlendirilmesi ise toplumsal cinsiyet açısından büyük bir öneme sahiptir. Eğitim politikaları açısından, akademik başarıyı artırmaya yönelik müdahalelerin yalnızca bilişsel yönlerle değil, aynı zamanda okul ortamının duygusal ve sosyal unsurlarıyla da ilgilenmesi gerektiği önerilmektedir. Ancak, çalışmanın belirli bir coğrafi alan ile sınırlı olması, elde edilen sonuçların genellenebilirliğini etkileyebilir. Katılımcıların okul iklimine dair algıları tamamen öznel ve bireysel olup, bağımsız gözlem veya değerlendirmelerle desteklenmemektedir. Bu çalışmada sadece genel algılar incelendiği için okul ikliminin bireysel bileşenlerinin matematik başarısı üzerindeki etkileri net bir şekilde ayırtılamamıştır.

6. Sonuç

Bu çalışmada, meslek yüksekokulu öğrencilerinin okul iklimine dair algıları, matematik dersindeki başarılarıyla ilişkisi ve cinsiyet faktörüne göre farklılıkları incelenmiştir. Elde edilen veriler, öğrencilerin okul atmosferine yönelik algılarının genellikle olumlu olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, okul iklimi ile matematik başarısı arasında orta seviyede olumlu bir bağlantı tespit edilmiştir. Bu durum, pozitif bir okul ortamının öğrencilerin akademik başarılarını destekleyen önemli bir unsur olduğunu işaret etmektedir. Ancak, cinsiyet faktör açısından öğrencilerin okul iklimi algılarında belirgin bir farklılık saptanmamıştır.

Araştırma bulguları, meslek yüksekokulu öğrencilerinin akademik ilerlemelerini desteklemek amacıyla okul ikliminin iyileştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Olumlu bir okul ortamı, öğrencilerin yalnızca başarı düzeylerini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda öğrenme motivasyonlarını da artırma potansiyeline sahiptir. Bu çerçevede, eğitim kurumlarında yönetim ve öğretim uygulamalarının, öğrencilerin kendilerini daha güvende, değerli ve desteklenmiş hissetmelerini sağlayacak biçimde yapılandırılması önerilmektedir.

7. Çalışmanın Sınırlılıkları ve Gelecek Çalışmalar

Bu çalışma, meslek yüksekokulu öğrencilerinin okul ortamını nasıl algıladıkları ile matematik dersindeki başarıları arasında bir ilişki olup olmadığını ve cinsiyete dayalı farkları ele almış olsa da bazı kısıtlamalara sahiptir. Öncelikle, araştırmanın katılımcıları sadece ilgili okulda farklı programlarda eğitim gören öğrencilerden oluşmaktadır. Bu durum, elde edilen verilerin yalnızca ilgili okul öğrenci görüşlerini yansıtmasına neden olarak, bulguların genelleme yeteneğini kısıtlamaktadır. Gelecek araştırmalarda, eğitim ortamlarındaki yerel farklılıklar göz önüne alınarak örneklemin daha temsili hale getirilmesi ve sonuçların güvenilirliğinin artırılması için çok merkezli örnekleme yöntemleri tercih edilebilir.

Araştırmada yalnızca nicel verilere yer verilmiş olup, gelecekteki çalışmalarda karma yöntemlerin veya farklı gruplardan elde edilen nitel verilerin eklenmesi faydalı olabilir. Ayrıca, öğretmenler ve öğrencilerle gerçekleştirilecek müdahale araştırmaları ile yeni değişkenlerin eklenmesi, konunun derinlemesine incelenmesine yardımcı olabilir. Öğrencilerin matematik dersindeki başarılarının değerlendirilmesi önemli ölçüde bireysel algılara dayanmakta olduğu için, dış gözlemler ve öğrenci geri bildirimlerinin sürece dahil edilmesi, daha detaylı analizler için önem taşımaktadır.

Ayrıca, bu çalışmada cinsiyet sadece “erkek” ve “kadın” olarak ele alınmıştır. İkili cinsiyet kimliğine uymayan veya bu iki kategoriden farklı olan öğrenciler araştırmaya dahil edilmemiştir. Gelecek çalışmaların, farklı meslek yüksekokullarından ve çeşitli alanlarda eğitim gören öğrencileri kapsayacak şekilde örneklem boyutunu genişletmesi tavsiye edilmektedir.

Conflict of Interest

The author declares that he has no conflict of interest to declare.

References

- Asaroğlu, M. (2019). *Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına göre okul iklimi ve akademik sağlamlık düzeylerinin incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.]. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Banerjee, P. A. (2016). A systematic review of factors linked to poor academic performance of disadvantaged students in science and maths in schools. *Cogent Education*, 3(1), 1178441. <https://doi.org/10.1080/2331186x.2016.1178441>
- Baştepe, İ. (2009). Etkili okulun eğitim-öğretim süreci ve ortamı boyutlarının nitelikleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 29, 76–83.
- Bear, G. G., Gaskins, C., Blank, J., & Chen, F. F. (2011). Delaware School Climate Survey—Student: Its factor structure, concurrent validity, and reliability. *Journal of School Psychology*, 49(2), 157–174. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.01.001>
- Berkowitz, R., Moore, H., Astor, R. A., & Benbenishty, R. (2016). A research synthesis of the associations between socioeconomic background, inequality, school climate, and academic achievement. *Review of Educational Research*, 87(2), 425–469. <https://doi.org/10.3102/0034654316669821>
- Büyüköztürk, Ş., Şekercioğlu, G. Ve Çokluk, Ö. (2012). *Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve LISREL Uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Brand, S., Felner, R., Shim, M., Seitsinger, A., & Dumas, T. (2003). Middle school improvement and reform: Development and validation of a school-level assessment of climate, cultural pluralism, and school safety. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 570–588. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.3.570>
- Brown, M. R., Higgins, K., Pierce, T., Hong, E., & Thoma, C. (2003). Secondary Students' Perceptions of School Life with Regard to Alienation: The Effects of Disability, Gender and Race. *Learning Disability Quarterly*, 26(4), 227–238. <https://doi.org/10.2307/1593636>
- Chan, R. C., & Lam, M. S. (2023). The relationship between perceived school climate, academic engagement, and emotional competence among Chinese students: The moderating role of collectivism. *Learning and Individual Differences*, 106, 102337. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102337>
- Cohen, J., McCabe, E. M., Michelli, N. M., & Pickeral, T. (2009). School Climate: research, policy, practice, and teacher education. *Teachers College Record the Voice of Scholarship in Education*, 111(1), 180–213. <https://doi.org/10.1177/016146810911100108>
- Cornell, D., Shukla, K., & Konold, T. R. (2016). Authoritative school climate and student academic engagement, grades, and aspirations in middle and high schools. *AERA Open*, 2(2), 233285841663318. <https://doi.org/10.1177/2332858416633184>
- Çelik, H.S, Demir, B., Ve Özbek, A. (2024). The effect of school climate on the math achievements of secondary school students. *Journal for the Mathematics Edu-*

cation and Teaching Practices,5(2), 57-64,.

- Dindar, M. M. (2008). (2008). *Farklı türdeki ortaöğretim kurumlarında öğrenim gören öğrencilerin okul iklimi algılarının karşılaştırılması*. [Yüksek lisans tezi.]. Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Dönmez, Ş. (2016). *Ortaokul öğrencilerinde okul iklimi, okula bağlılık ve okul yaşam kalitesi algısının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi*. [Yüksek lisans tezi.]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Muğla.
- Erkan, S., Karip, E., Özdemir, S., Sezgin, F. Ve Şirin, H. (2010). İlköğretim okulu öğrencilerinin okul iklimine ilişkin algılarını yordayan değişkenlerin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 213–224.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Freiberg, H. J. (2005). Measuring, Improving and Sustaining Healthy Learning Environments. *Measuring, Improving and Sustaining Healthy Learning Environments*. In H.J. Freiberg, (Ed.), 21–39. <https://doi.org/10.4324/9780203983980-7>
- Gliner, J.A., Morgan, G.A. Ve Leech, N.L. (2015). *Uygulamada araştırma yöntemleri: Desen ve analizi bütünleştiren yaklaşım* (Çev. : Volkan Bayar, Çev. Ed.: Selahattin Turan). Ankara: Nobel yayın dağıtım.
- Herman, K. C., Reinke, W. M., Parkin, J., Traylor, K. B., & Agarwal, G. (2009). Childhood depression: Rethinking the role of the school. *Psychology in the Schools*, 46(5), 433–446. <https://doi.org/10.1002/pits.20388>
- Horcajo, J., Santos, D., & Higuero, G. (2021). The effects of self-efficacy on physical and cognitive performance: An analysis of meta-certainty. *Psychology of Sport and Exercise*, 58, 102063. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.102063>
- Hoy, W., & Miskel, C. (2012). *Educational Administration: theory, research, and practice: Ninth Edition*. McGraw-Hill Higher Education.
- İrban, D., & Aydın, İ. (2024). Okul İklimi Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 608–626. <https://doi.org/10.34056/aujef.1336820>
- Jia, Y., Konold, T. R., & Cornell, D. (2016). Authoritative school climate and high school dropout rates. *School Psychology Quarterly*, 31(2), 289–303. <https://doi.org/10.1037/spq0000139>
- Karadag, E. (2019). The effect of educational leadership on students' achievement: a cross-cultural meta-analysis research on studies between 2008 and 2018. *Asia Pacific Education Review*, 21(1), 49–64. <https://doi.org/10.1007/s12564-019-09612-1>
- Karan, İ. (2012). *Ortaöğretim öğrenceleri için çok boyutlu okul iklimi algısı ölçeğinin geliştirilmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Karatzias, a., Power, K. G., Flemming, J., Lennan, F. Ve Swanson, V. (2002). The role of demographics, personality variables and school stres on predicting school satisfaction/dissatisfaction: Review of the literature and research finding,. *Edu-cation Psychology*, 22(1), 33–50.
- Kurt, T., & Çalık, T. (2010a). Okul İklimi Ölçeği'nin (OİÖ) geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 35(157), 167–180. <http://213.14.10.181/index.php/EB/article/download/298/163>
- MacNeil, A. J., Prater, D. L., & Busch, S. (2008). The effects of school culture and climate on student achievement. *International Journal of Leadership in Education*, 12(1), 73–84. <https://doi.org/10.1080/13603120701576241>
- Maddox, S. J. Ve Prinz, R. J. (2003). School bonding in childrenand adolescents: conceptualization, assessment and associated variables. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 6, 31–49.
- Makaremi, N., Yildirim, S., Morgan, G. T., Touchie, M. F., Jakubiec, J. A., & Robinson, J. B. (2024). Impact of classroom environment on student wellbeing in higher education: Review and future directions. *Building and Environment*, 265, 111958. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111958>
- Marshall, M. L. (2003). Examining School Climate: Defining Factors and Educational Influences Center for Research on School Safety, School Climate and Classroom Management, Georgia State University 4p. <http://education.gsu.edu/schoolsafety/>. 03. 09. 2010.
- MEB. (2022). *PISA 2022 Türkiye raporu*. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara. https://pisa.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_03/21120745_26152640_pisa2022_rapor.pdf
- MEB. (2023). *TIMSS 2023 Türkiye Raporu*. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara. https://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_12/04111224_timss_2023_rapor_0412.pdf
- Memnun, D. S. (2013). Kalaycı, Ş. (Ed.) (2006). SPSS Uygulamalı Çok değişkenli i s-tatistik Teknikleri. Ankara: Asil Yayın Dağıtım. *İlköğretim Online*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.17051/io.46880>
- Mengi, S. (2011). *Ortaogretim 10. ve 11. sınıf öğrencilerin sosyal destek ve ozyeterlik duzeylerinin okula bagliliklari ile iliskisi* [Unpublished master thesis]. Sakarya University, Institute of Social Sciences, Sakarya.
- Michael, I. (2015). *Factors leading to poor performance in mathematics subject in Kiba-ha Secondary Schools*. <http://repository.out.ac.tz/1293/>
- Nalçacı, A., & Bektaş, F. (2013). Okul iklimi ile öğrenci başarısı arasındaki ilişki. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 2013(13), 1–13. <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/ijoess/article/view/5000039447>
- Omay, H. (2008). *İlköğretim okulları öğrencilerinin okul iklimi algıları ile saldırganlık ölçeği puanları arasındaki ilişki*. [Yüksek lisans tezi]. Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Özer, N. (2006). *İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Okul Güvenliğine İlişkin Algıları* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.
- Özer, M. (2022). *Ortaokul öğrencilerinin ve öğretmenlerinin gözüyle okul iklimi ve okulda nezaket* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Özgenel, M. (2020). An organizational factor predicting school effectiveness: school climate. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 7(1), 38–50. <https://doi.org/10.17220/ijpes.2020.01.004>
- Özgenel, M., Yilmaz, F. C., & Baydar, F. (2018). School climate as a predictor of secondary school students' school attachment. *Eurasian Journal of Educational Research*, 18(78), 1–30. <https://doi.org/10.14689/ejer.2018.78.5>
- Pehlî Van, B., & Özgenel, M. (2020). Farklı Ortaöğretim Kurumlarında Öğrenim Gören Öğrencilerin Okul İklimi Algıları ile Okula Bağlılıkları ve Akademik Başarıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Türk Akademik Yayınlar Dergisi*, 4(2), 152–166. <https://doi.org/10.29329/tayjournal.2020.488.03>
- Podiya, J. K., Navaneetham, J., & Bhola, P. (2025). Influences of school climate on emotional health and academic achievement of school-going adolescents in India: a systematic review. *BMC Public Health*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-024-21268-0>
- Thapa, A., Cohen, J., Guffey, S., & Higgins-D'Alessandro, A. (2013). A review of school climate research. *Review of Educational Research*, 83(3), 357–385. <https://doi.org/10.3102/0034654313483907>
- Thomson, S. (2005). Engaging students with school life. *Youth Studies Australia*, 24(1), 10–15. <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=903406071420207;res=IELAP>
- Unameh, M. A. (2011). A Survey of Factors Responsible for Students' Poor Performance in Mathematics in Senior Secondary School Certificate Examination (SSCE) in Idah Local Government Area of Kogi State, Nigeria. Doi:10.13140/RG.2.1.1965.7766
- Wang, M., & Degol, J. L. (2015). School Climate: a Review of the Construct, Measurement, and Impact on Student Outcomes. *Educational Psychology Review*, 28(2), 315–352. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9319-1>
- Yapıcı, Ş. Ve Yapıcı, M. (2005). *Gelişim ve öğrenme psikolojisi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Yavrutürk, a. R. (2019). (n.d.). *Lise öğrencilerinde okul bağlılığının yordayıcıları olarak sosyal destek ve okul iklimi*. [Yüksek lisans tezi]. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Yıldırım, İ. (2000). Akademik Başarının Yordayıcısı Olarak Yalnızlık, Sınav Kaygısı ve Sosyal Destek. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 167–176.



**ÖĞRETMENLERİN MESLEKİ GELİŞİMİNDE
PROFESYONEL ÖĞRENME TOPLULUKLARI:
MATEMATİK EĞİTİMİ BAĞLAMINDA TEORİDEN
UYGULAMAYA BİR ÇERÇEVE**

“ ”

Tuğba HORZUM¹

¹ Prof. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Konya/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-0630-4518>, thorzum@gmail.com

1. Öğretmen Mesleki Gelişiminin Paradigmatik Dönüşümü

Öğretmenlerin mesleki gelişimi uzun yıllar boyunca, bilgi ve becerilerin uzmanlar tarafından öğretmenlere aktarıldığı, kısa süreli ve çoğunlukla okul bağlamından kopuk hizmet içi eğitim etkinlikleri üzerinden yapılandırılmıştır (Lieberman, 1995; Lumpe, 2007; Popova vd., 2018). Bu yaklaşım, öğretmen öğrenmesini bireysel bir bilgi edinme süreci olarak ele almakta; öğretim uygulamalarının karmaşıklığını, bağlamsallığını ve sosyal doğasını büyük ölçüde göz ardı etmektedir (Backman & Barker, 2020; Bergmark, 2023; Ley vd., 2022; Romijn, Slot & Leseman, 2021). Özellikle matematik eğitimi alanında yürütülen çalışmalar, içerik odağı sınırlı, kısa süreli ve aktarım temelli mesleki gelişim modellerinin, öğretmenlerin gerekli matematiksel bilgi ve öğretim repertuarlarını geliştirme ve bu gelişimi sınıf içi uygulamalara yansıtma konusunda çoğu zaman sınıflı kaldığını ortaya koymaktadır (Campbell & Lee, 2017; Desimone, 2009; Harvey & Teledahl, 2022). Bu eleştiriler doğrultusunda, öğretmen öğrenmesinin doğasına ilişkin kuramsal çerçeveler önemli bir dönüşüm geçirmiştir (Moore vd., 2021; Strom & Viesca, 2021; Van Dijk vd., 2020). Güncel yaklaşımlar, öğretmen öğrenmesini; öğretmenlerin kendi öğretim pratikleri etrafında, meslektaşlarıyla etkileşim içinde ve zamana yayılan süreçler yoluyla gerçekleşen bağlamsal bir öğrenme biçimi olarak tanımlamaktadır (Bergmark, 2020; Johannesson, 2022; Daly vd., 2020; Prenger vd., 2021; Stavermann, 2025). Bu bakış açısı, öğrenmenin yalnızca bireysel bilişsel bir süreç değil; sosyal, kültürel ve örgütsel boyutları olan bir etkinlik sistemi olduğunu vurgulamaktadır (Bergmark, 2020; Daly vd., 2020; Harvey & Teledahl, 2022; Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021; Vermeulen vd., 2022).

Mesleki gelişimin bu yeni çerçevesinde öğretmenler, pasif bilgi alıcıları olmaktan çıkarak kendi öğrenmelerinin etkin öznesi hâline gelmektedir (Alshaikhi, 2020; Bergmark, 2020; Lan, 2022). Öğretmenlerin öğretim uygulamalarını birlikte sorgulamaları, öğrenci öğrenmesine ilişkin kanıtları kolektif biçimde analiz etmeleri ve bu analizler doğrultusunda öğretimi yeniden yapılandırmaları, mesleki öğrenmenin merkezine yerleşmektedir (Bergmark, 2020; Brown vd., 2021; Johannesson, 2022; Zhang, 2020). Matematik öğretmenlerinin mesleki gelişimi bağlamında bu durum daha da kritik bir hâl almaktadır; zira matematik öğretimi, öğretmenlerin sürekli olarak içerik, temsil, öğrenci düşünmesi ve pedagojik stratejiler arasında karmaşık kararlar almalarını gerektirmektedir (Brodie & Chimhande, 2020; Greefrath vd., 2022; Hidayath vd., 2024; Hoth vd., 2022; Yang vd., 2021). Bu paradigmatik dönüşüm, öğretmen mesleki gelişiminin “ne öğretildiği” kadar “öğretmenlerin nasıl öğrendiği” sorusuna da odaklanmasını gerekli kılmıştır (Chin vd., 2022; Egert vd., 2020; Gore & Rosser, 2022; Heap vd., 2021). Alanyazın, öğretmen öğrenmesinin en güçlü biçimde, öğretmenlerin kendi sınıf bağamlarından beslenen ve meslektaş etkileşimini merkeze alan yapılar içinde gerçekleştiğini göstermektedir (Alhanachi vd., 2021; Bergmark, 2020; Guskey, 2002;

Gore & Rosser, 2022; Harvey & Teledahl, 2022; Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021; Wang & An, 2023). Bu noktada profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmen mesleki gelişimini bireysel ve episodik etkinliklerden çıkararak okul temelli, kolektif ve süreklilik içeren bir öğrenme süreci olarak (Alhanachi vd., 2021; Gore & Rosser, 2022; Johannesson, 2022; Kowalczyk-Walędziak & Underwood, 2023; Ni vd., 2023; Prenger vd., 2021; Wang & An, 2023) yeniden yapılandıran bir çerçeve sunmaktadır. Ancak profesyonel öğrenme topluluklarının ortaya çıkışı, öğretmen mesleki gelişiminde otomatik bir çözüm üretmemiştir. Nitekim araştırmalar profesyonel öğrenme topluluklarının etkisinin, liderlik, ortak hedef algısı, yapılandırılmış etkinlikler, kolaylaştırma ve destek gibi koşullara bağlı olduğunu, bu koşullar sağlanmadığında beklenen düzeyde öğretmen öğrenmesi ve okul gelişimi üretmediğini göstermektedir (Bergmark, 2020; Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021). Araştırmalar ayrıca profesyonel öğrenme topluluklarının çeşitli zorluklar ve sınırlamalarla karşılaştığını; bilgi aktarımının zayıf kalabildiğini, etkileşimin yüzeysel kalabildiğini, derin içerik ve ortak bilgi inşasının her zaman gerçekleşmediğini ortaya koymaktadır (Alhanachi vd., 2021; Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021). Profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmenlerin mesleki gelişimini destekleme potansiyeline sahip olmakla birlikte, kültürel/örgütsel bağlam, güç ilişkileri, katılım biçimleri ve sürdürülebilirlik gibi etmenler nedeniyle uygulamada karışık ve zaman zaman sınırlı sonuçlar verdiğini belirten araştırmalar da bulunmaktadır (Cheng & Zhao, 2023; Eshchar-Netz & Vedder-Weiss, 2021; Goçalkes vd., 2022; Gore & Rosser, 2022; Johannesson, 2022; Wang & An, 2023; Yang vd., 2023). Dolayısıyla profesyonel öğrenme topluluklarının hızla yaygınlaşması, bu yaklaşımın sıklıkla yüzeysel biçimde yorumlanmasına ve “toplantı yapma”, “deneyim paylaşma” gibi dar anlamlara indirgenmesine yol açmıştır (Chua vd., 2020; Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021). Bu durum, profesyonel öğrenme topluluklarının kuramsal gücünü zayıflatan önemli bir risk olarak değerlendirilmektedir (Campbell & Lee, 2017; Stoll vd., 2006). Dolayısıyla profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen mesleki gelişiminde gerçekten dönüştürücü bir rol üstlenebilmesi, bu yapıların hangi kuramsal varsayımlar üzerine inşa edildiğinin ve öğretmen öğrenmesini hangi mekanizmalar aracılığıyla desteklediğinin açık biçimde ortaya konmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda, bir sonraki bölümde profesyonel öğrenme toplulukları kavramı yalnızca tanımsal düzeyde ele alınmayacak; profesyonel öğrenme topluluklarının dayandığı kuramsal temeller, literatürdeki yanlış okumalar ve bu yanlış okumaların öğretmen mesleki gelişimi üzerindeki sonuçları ayrıntılı biçimde tartışılacaktır.

2. Profesyonel Öğrenme Toplulukları: Kavram, Kuram ve Yanlış Okumalar

Profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmenlerin mesleki gelişimini kolektif öğrenme (Antinluoma vd., 2021; Feldman, 2020), ortak sorumluluk

(Antinluoma vd., 2021; Hudson, 2024; Olmo-Extremiera vd., 2025) ve sürekli iyileştirme ilkeleri (Hudson, 2024; Xia, 2025) etrafında yapılandıran bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte profesyonel öğrenme toplulukları kavramının alanyazında yaygınlaşması, bu yaklaşımın kuramsal derinliğinin her zaman uygulamaya yansıtıldığı anlamına gelmemektedir (Chua vd., 2020; Gore & Rosser, 2022; Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021; Stoll et al., 2006; van den Boom-Muilenburg vd., 2024). Aksine, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmenlerin yalnızca bir araya geldikleri toplantılar olarak algılanması ve profesyonel öğrenme toplulukları kavramının farklı bağlamlarda farklı biçimlerde yorumlanması, bu yapıların çoğu zaman yüzeysel ve indirgemeci uygulamalara indirgenmesine yol açmakta; bu durum ise öğretmen öğrenmesi üretme potansiyelini belirgin biçimde zayıflatmaktadır (Campbell & Lee, 2017; Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021).

Araştırmalar, profesyonel öğrenme topluluklarının yalnızca öğretmenlerin düzenli olarak bir araya gelmelerini ifade eden bir yapı olmadığını; öğretmen öğrenmesini belirli kuramsal varsayımlar doğrultusunda destekleyen bir öğrenme düzeni olduğunu vurgulamaktadır (Hujboom vd. 2021; Johannesson, 2022; Meeuwen vd. 2020). Bu bağlamda profesyonel öğrenme toplulukları, öğrenen örgütler yaklaşımı (Meeuwen vd., 2020; Tarnanen vd., 2024), uygulama toplulukları kuramı (Bergmark, 2020; Hofer vd., 2021; Jin vd., 2023; Johannesson, 2022) ve kültürel-tarihsel etkinlik kuramı (Cultural-Historical Activity Theory – CHAT) (Zheng vd., 2021) ile güçlü bağlara sahiptir. CHAT perspektifi, profesyonel öğrenme topluluklarını statik yapılar olarak değil; öğretmen öğrenmesinin belirli nesneler, araçlar, kurallar ve işbölümü etrafında gerçekleştiği dinamik etkinlik sistemleri olarak ele almaktadır (Engeström & Pyörälä, 2020; Cong-Lem, 2022).

Bu kuramsal çerçevede profesyonel öğrenme topluluklarının ayırt edici özelliği, öğretmen öğrenmesini bireysel deneyim paylaşımının ötesine taşıyarak, öğretim uygulamalarının sistematik biçimde sorgulanmasına dayalı bir kolektif öğrenme süreci olarak yapılandırmasıdır (Brown vd., 2021; DeLuca vd., 2017; ; Johannesson, 2022; Kin & Kareem, 2021; Luyten & Bazo, 2019; Schaap & de Bruijn, 2018; Stoll vd., 2006). Brodie ve Chimhande (2020), matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesi için önemli bir ortam oluşturduğunu ve bu öğrenme fırsatlarının, topluluk içinde yürütülen konuşmaların niteliğine bağlı olarak şekillendiğini ortaya koymaktadır. Buna göre profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmenlerin yalnızca ne yaptıklarını anlattıkları değil; neden yaptıklarını, hangi sonuçları elde ettiklerini ve bu sonuçların öğrenci öğrenmesiyle nasıl ilişkilendiğini birlikte tartıştıkları öğrenme ortamlarıdır. Bununla birlikte profesyonel öğrenme toplulukları kavramının uygulamada sıklıkla yanlış okunduğu görülmektedir (Chua vd., 2020; Coenen vd., 2021; Johannesson, 2022; Meeuween vd., 2020; van den Boom-Muilenburg vd., 2024). En yaygın yanlış okuma-

lardan biri, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmenlerin “iyi niyetli işbirliği” yürüttükleri doğal toplumlar olarak algılanmasıdır (Huijboom vd., 2021; Johannesson, 2022). Bu bakış açısı, profesyonel öğrenme toplulukları yapılandırılmış öğrenme süreçleri olmaktan çıkararak, öğretmenlerin deneyim paylaştıkları ancak öğretim pratiklerini derinlemesine sorgulamadıkları ortamlara dönüştürebilmektedir (Huijboom vd., 2021; Johanessen, 2022; Meuweneen vd., 2020; van den Boom-Muilenburg vd., 2024;). Matematik öğretmenlerinin yer aldığı profesyonel öğrenme topluluklarında toplantı odağı ve etkinlik türünün, öğretmenlerin öğretim için matematiksel bilgi geliştirme fırsatlarını belirlediği, yüzeysel paylaşım odaklı konuşmaların ise öğrenme fırsatlarını sınırladığı daha önce gösterilmiştir (Campell & Lee, 2017; Huijboom vd., 2021)

Bir diğer yaygın yanlış okuma, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesini “kendiliğinden” üreteceği varsayımıdır. Alanyazın, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesine katkısının otomatik olmadığını; bu katkının, profesyonel öğrenme topluluklarının hangi amaçlarla ve nasıl yapılandırıldığına bağlı olduğunu ve hangi etkinliklerin yürütüldüğüne bağlı olduğunu açık biçimde göstermektedir (Johanessen, 2022; Prenger vd., 2021; Zhang vd., 2022). Örneğin, öğretmen toplantılarının idari gündemlerle ya da uygulama paylaşımıyla sınırlı kaldığı durumlarda, profesyonel öğrenme toplulukları öğretmen mesleki gelişimi açısından sınırlı bir işlev üstlenmektedir (Grimm, 2024; Johanessen, 2022; Popp & Goldman, 2016).

Profesyonel öğrenme topluluklarının yanlış okunmasına yol açan bir diğer unsur, bu yapıların okul bağlamındaki hesap verebilirlik ve performans baskılarıyla olan ilişkileridir. Özellikle sınav başarısına odaklanan politika ortamlarında, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretimsel sorgulamadan uzaklaşabildiği, kısa vadeli sonuçlara hizmet eden araçlara dönüştüğü (), bu durumun öğretmen öğrenmesini sınırladığı belirtilmektedir (Feniger vd., 2024; Kirsten, 2020). Harvey ve Nilsson (2021), matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında ortaya çıkan çelişkilerin, etkinlik sistemi içinde tarihsel ve yapısal olarak ortaya çıkan tutarsızlıklar olarak hem gelişimi engelleyebileceğini hem de özellikle tanımlanıp görünür kılındıklarında, gelişimin itici gücü olarak işlev görebileceğini; bu nedenle bu çelişkilerin fark edilmesinin ve ele alınmasının profesyonel öğrenme topluluklarının gelişimine katkı sağlayacağını öne sürmektedir. Bu noktada profesyonel öğrenme topluluklarının kuramsal olarak doğru biçimde konumlandırılması kritik önem taşımaktadır. profesyonel öğrenme toplulukları, ne yalnızca öğretmenlerin bir araya geldiği sosyal toplumlar ne de dışsal reformların okullara aktarılmasında kullanılan teknik araçlar olarak görülmelidir. Aksine matematik odaklı profesyonel öğrenme toplulukları, farklı etkinlik türleri ve farklı nesnelere sahip birden çok etkinlik sisteminin iç içe geçtiği, öğretmenlerin

matematik, öğretim ve işbirliği normlarına ilişkin öğrenmelerini destekleyen zengin öğrenme ortamları olarak düşünülebilir (Brodie & Chimhande, 2020; Harvey & Teledahl, 2022). Bu kuramsal netlik sağlanmadan yürütülen profesyonel öğrenme toplulukları uygulamalarının, öğretmen mesleki gelişiminde beklenen dönüşümü üretmesi güçleşmektedir. Dolayısıyla profesyonel öğrenme topluluklarını anlamak ve etkili biçimde uygulamak, kavramın ardındaki kuramsal varsayımları, öğretmen öğrenmesini destekleyen mekanizmaları ve uygulamada ortaya çıkan yanlış okumaları birlikte ele almayı gerektirmektedir. Bu bağlamda bir sonraki bölümde, profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesinin nasıl gerçekleştiği; başka bir ifadeyle, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesini mümkün kılan temel mekanizmaları ayrıntılı biçimde incelenecektir.

3. Profesyonel Öğrenme Topluluklarında Öğretmen Öğrenmesinin Mekanizmaları: Kolektif Sorgulama, Ortak Nesne ve Etkinlik Sistemleri

Profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen mesleki gelişimine katkısını anlamak, profesyonel öğrenme topluluklarının “var olup olmadığı”ndan ziyade, öğretmen öğrenmesini mümkün kılan mekanizmalara odaklanmayı gerektirir. Alanyazın, profesyonel öğrenme topluluklarının etkisini açıklarken öğretmen öğrenmesini tetikleyen üç temel mekanizmaya işaret etmektedir: (i) kolektif sorgulamaya dayalı etkileşimler (Avgitidou vd., 2024; DeLuca vd. 2017; Grimm, 2024), (ii) öğrenci öğrenmesi etrafında yapılandırılmış ortak nesne (Prenger vd., 2021) ve (iii) öğretmen öğrenmesini biçimlendiren etkinlik sistemleri (Brodie & Chimhande, 2020; Harvey & Teledahl, 2022).

3.1. Kolektif sorgulama ve yansıtıcı diyalog. Profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesinin merkezinde, öğretmenlerin öğretim uygulamalarını eleştirel ve yansıtıcı biçimde birlikte sorguladıkları diyaloglar yer almaktadır (Babichenko vd., 2024; Butler vd., 2004; De Jong vd., 2022; Chauraya & Brodie, 2018). Bu sorgulama, bireysel deneyim paylaşımının ötesinde; öğretmenlerin kendi uygulamalarını gerekçelendirmelerini, alternatif yaklaşımları tartışmalarını ve öğretim kararlarını kanıta dayalı biçimde yeniden düşünmelerini içermektedir (Avgitido vd., 2024; Brown vd., 2021; Lysberg, 2022; Xia, 2025). Brodie ve Chimhande (2020), matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenme fırsatlarının, topluluk içindeki konuşmaların niteliği ve özellikle öğretim uygulamaları, öğrenci düşünmeleri ve matematiksel içeriğe odaklanan konuşmalarla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda kolektif sorgulama, öğretmenlerin yalnızca “ne yaptıklarını” değil, “neden yaptıklarını” ve “hangi sonuçları elde ettiklerini” birlikte tartıştıkları bir öğrenme süreci olarak ele alınmaktadır. Harvey ve Teledahl (2022), bu tür yansıtıcı diyalogların öğretmenlerin pedagojik farkındalıklarını artırdığını ve öğretim uygulamalarında daha bilinçli uyarlamalar yapmalarına olanak tanıdığını belirtmektedir. Dolayısıyla profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesi, yüzeysel etkileşim-

lerden ziyade, yapılandırılmış ve hedefe yönelik sorgulama süreçleri aracılığıyla gerçekleşmektedir.

3.2. Ortak nesne: Öğretmen öğrenmesini yönlendiren odak. Profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesini mümkün kılan bir diğer temel mekanizma, topluluğun etrafında örgütlendiği ortak nesnedir. CHAT temelli çalışmalar, öğretmen öğrenmesinin rastlantısal etkileşimlerden değil; belirli bir öğrenme nesnesi etrafında yapılandırılmış etkinliklerden beslendiğini vurgulamaktadır (Harvey & Teledahl, 2022). Bu nesne, profesyonel öğrenme topluluklarının temel amacını ve öğretmenlerin dikkatini yönlendiren odak noktasını ifade etmektedir.

Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarına ilişkin bulgular, bu nesnenin bağlama bağlı olarak farklılaşabildiğini göstermektedir. Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında üç baskın nesne öne çıkmaktadır: işbirliği normlarının geliştirilmesi, matematiksel ve pedagojik anlayışın derinleştirilmesi ve öğretim eylemleri repertuarının genişletilmesi (Harvey & Teledahl, 2022; Johannesson, 2020; Nguyen vd., 2021). Harvey ve Teledahl'ın (2022) ortaya koyduğu bu farklı nesneler, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesi üzerindeki etkisini doğrudan şekillendirmekte; özellikle işbirliği normlarına odaklanan topluluklar öğretmenler arası iletişimi ve güvene dayalı mesleki ilişkileri güçlendirirken (García-Martínez vd., 2021; Gore & Rosser, 2022), matematiksel içerik ve pedagojik anlayışa odaklanan topluluklar öğretmenlerin alan bilgilerini, yansıtıcı diyaloglarını ve sınıf içi öğretim kararlarını derinleştirerek mesleki öğrenmeyi sürdürülebilir biçimde desteklemektedir (Bergmark, 2020; Johannesson, 2022; Lund, 2018). Bu bulgular, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesine katkısının, topluluğun hangi nesne etrafında örgütlendiğine bağlı olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. Campbell ve Lee (2017), profesyonel öğrenme topluluklarında matematiksel içeriğe yönelik belirgin bir odak olmadığında, öğretmenlerin öğretim için gerekli matematiksel bilgiyi geliştirme fırsatlarının nadir olabildiğini ve bu durumun öğretmen öğrenmesi açısından sınırlı çıktılarla sonuçlanabileceğini göstermektedir.

3.3. Etkinlik sistemleri: Araçlar, kurallar ve işbölümü. Profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesini açıklamak için yalnızca etkileşim ve ortak amaç yeterli değildir; öğretmenlerin bu etkileşim ve amaçlara, özgül araçlar, roller, kurallar ve kurumsal düzenlemelerle yapılandırılmış çoklu etkinlik sistemleri içinde katıldıkları; dolayısıyla bu etkinlik sistemlerinin özellikleri, aralarındaki çelişkiler ve hizalanma biçimlerinin de dikkate alınması gerekmektedir (Bergmark, 2020; García-Martínez vd., 2021; Harvey & Nilsson, 2022; Johannesson, 2022; Li vd., 2021; Lim & Liang, 2020; Prenger vd., 2021; Zheng vd., 2021).

Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında kullanılan araç-

lar; öğrenci çalışmalarından ve öğrenme analitiği panolarından elde edilen değerlendirme verileri, sınıf içi uygulamaları yansıtan ders videoları ve video-temelli simülasyonlar, ortak matematik görev tasarımları ile bu görevler etrafındaki tartışmaları yapılandıran tartışma protokolleri ve tartışma istemleri gibi öğretmen konuşmalarını amaçlı biçimde yönlendiren unsurları içermektedir (Azevedo vd., 2022; Brandel vd., 2025; Codreanu vd. 2020; Thompson vd. 2025; Yoon vd, 2020). Brodie ve Chimhande (2020), farklı etkinlik türleri ile öğretmen topluluklarındaki konuşmaların içeriği arasında güçlü ilişkiler olduğunu; bazı etkinliklerin öğretmenlerin matematik ve öğretim uygulamaları hakkında konuşmalarını daha fazla desteklediğini göstermektedir. Buna karşılık, yapılandırılmamış ya da idari gündemlere dayalı etkinlikler, öğretmenlerin matematiksel içeriğe ve öğrenci düşünmesine odaklanma fırsatlarını sınırlı biçimde desteklemektedir (Brodie & Chimhande, 2020; Jin vd., 2025; Gore & Rosser, 2022; Prenger vd., 2021).

Etkinlik sisteminin bir diğer boyutu olan kurallar ve işbölümü, profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesini doğrudan etkilemektedir. Topluluk içinde kimin konuştuğu, kimin karar aldığı ve hangi normların geçerli olduğu, öğretmenlerin öğrenme fırsatlarına erişimini belirlemektedir (Hau & Gu, 2024; Jin vd., 2023; Liu & Yin, 2020; Prenger vd., 2021; Zhang vd., 2021). Harvey ve Nilsson (2022), matematik alanındaki profesyonel öğrenme topluluklarında amaçlar, roller ve işbölümü etrafında ortaya çıkan çelişkilerin, profesyonel öğrenme topluluklarının gelişimini ya destekleyebileceğini ya da engelleyebileceğini; bu nedenle, özellikle liderlik ve organizasyonun öğretmen katılımını destekleyecek biçimde yapılandırılmasının kritik olduğunu göstermektedir.

3.4. Mekanizmaların bütüncül işleyişi. Profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesi, yukarıda ele alınan mekanizmaların herhangi birinin tek başına işlemesiyle değil; bu mekanizmaların eşzamanlı ve bütüncül biçimde çalışmasıyla gerçekleşmektedir (Liu vd., 2025; Prenger vd., 2021; Vangrieken vd., 2017; Xia, 2025). Kolektif sorgulama, ortak nesne ve etkinlik sistemleri arasındaki uyum, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen mesleki gelişimine katkısını belirleyen temel unsurdur. Campbell & Lee'nin (2017) bulguları, matematiksel içeriğe yönelik açık ve odaklı bir çalışma yürütülmediğinde profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmenlerin matematik öğretimine özgü bilgi geliştirme fırsatlarının nadir kalabildiğini; Harvey & Teledahl'in (2022) derlemesi ise farklı biçimlerde örgütlenen matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesi açısından sunduğu olanak ve sınırlılıkların modele göre değiştiğini ima etmektedir. Bu nedenle profesyonel öğrenme toplulukları öğretmen mesleki gelişimi bağlamında değerlendirmek, yalnızca yapıların varlığına değil; öğretmen öğrenmesini mümkün kılan mekanizmaların nasıl tasarlandığına ve işletildiğine odaklanmayı gerektirmektedir. Bir sonraki bölümde bu mekanizmalar, ma-

tematik öğretmenlerinin mesleki gelişimi bağlamında daha ayrıntılı biçimde ele alınacak ve profesyonel öğrenme topluluklarının disipline özgü gereksinimlerle nasıl ilişkilendirildiği tartışılacaktır.

4. Matematik Öğretmenlerinin Mesleki Gelişimi İçin Profesyonel Öğrenme Toplulukları: Disipline Özgü Gereçekler ve Kanıtlar

Matematik öğretmenlerinin mesleki gelişimi, genel öğretmen mesleki gelişimi literatüründen ayrılan özgül gereksinimler barındırmaktadır. Matematik öğretimi; kavramsal derinlik, çoklu temsillerin kullanımı, öğrenci düşüncelerinin yorumlanması ve pedagojik karar alma süreçleri içermesi, öğretmenlerin sürekli, bağlama duyarlı ve kolektif öğrenme süreçlerine katılımını gerekli kılmaktadır (Alibali vd., 2024; Hidayat vd., 2024; Hoth vd., 2022; Post & Prediger, 2024). Çeşitli çalışmalar, matematik öğretmenlerinin mesleki gelişiminin yalnızca yeni öğretim stratejilerinin tanıtılmasıyla sınırlı kalmaması; bunun yerine öğretmenlerin matematiksel içeriği, öğrenci öğrenmesini ve kendi öğretim uygulamalarını sorguladıkları, sınıf temelli ve işbirlikçi öğrenme düzenekleriyle desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir (Brodie & Chimhande, 2020; Campbell & Lee, 2017; Harvey & Teledahl, 2022). Bu bağlamda matematik odaklı profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmenlerin matematiksel içeriği ve öğrenci düşüncelerini birlikte analiz etmelerine olana tanıyan kritik yapılar olarak öne çıkmaktadır. Ancak Campbell ve Lee (2017), profesyonel öğrenme topluluklarının öğretim için matematiksel bilginin (MKT) gelişimini destekleyebilmesi için, matematiksel içeriğin oturumlarda açık ve belirgin biçimde odak noktası hâline getirilmesi gerektiğini göstermektedir; aksi hâlde MKT gelişimine yönelik fırsatlar nadir kalmaktadır. İçerik odağı zayıf olan profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmen öğrenmesi üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığı ve derinlemesine mesleki gelişim üretmekte yetersiz olduğu bulgularla desteklenmektedir (Chua vd., 2020; Jin vd., 2023; Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021).

4.1. Matematiksel içeriğin doğası ve kolektif öğrenme gereksinimi. Matematik öğretmenleri, öğretim sürecinde sürekli olarak matematiksel kavramlar, temsiller ve öğrenci yanıtları arasında ilişkiler kurmak zorundadır (Alibali vd., 2024; Post & Prediger, 2024; Sánchez-Matamoros vd., 2019). Bu durum, öğretmenlerin pedagojik kararlarını yalnızca bireysel deneyimlerine dayandırmalarını zorlaştırmakta; aksine, bu kararların meslektaşlarla birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır (García-Martínez vd., 2021; Lakkala vd., 2021; Nguyen vd., 2021). Brodie ve Chimhande (2020), matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında yürütülen farklı etkinliklerin, öğretmenlere matematik ve öğretim uygulamaları hakkında belirli odaklarda konuşma olanağı sunduğunu ve etkinlik türlerine göre konuşmanın içeriğinin değiştiğini göstermektedir; bu topluluklar, uygun biçimde yapılandırıldıklarında, öğretmenlerin ortak tartışma zeminleri geliştirmesine katkı sağlayabilmektedir. Brodie ve Chimhande (2020), matematik odaklı profesyonel öğrenme

topluluklarındaki farklı etkinliklerin, öğretmenlerin özellikle matematik ve öğretim uygulamaları üzerine odaklanan kolektif konuşmalar yürütmelerini nasıl etkilediğini göstermektedir. Bu bulgular, konuşmaların niteliğine bağlı olarak, bu toplulukların öğretmenlerin matematiksel içerik ve sınıf içi uygulamalarına ilişkin ortak bir tartışma zemini geliştirmelerine katkı sağlayabileceğine işaret etmektedir; ancak beklenenin aksine, öğrenci düşünmesine ilişkin konuşmalar zaman içinde artmamıştır.

4.2. Matematik öğretimi için matematiksel bilgi (MKT) ve profesyonel öğrenme toplulukları. Matematik öğretmenlerinin mesleki gelişiminde merkezi bir kavram olan öğretim için matematiksel bilgi (mathematical knowledge for teaching – MKT), öğretmenlerin matematiksel içeriği pedagojik amaçlarla kullanabilme kapasitesini ifade etmektedir (Ball vd., 2008). Campbell ve Lee (2017), lise matematik öğretmenlerinin profesyonel öğrenme topluluklarında yürüttükleri kolektif çalışmada, öğretim için gerekli matematiksel bilgiyi geliştirmeye yönelik fırsatların, topluluğun matematiksel içeriğe yönelik açık ve odaklı bir şekilde yapılandırılması durumunda ortaya çıkabildiğini; bu odak olmadığında ise MKT geliştirme fırsatlarının oldukça sınırlı kaldığını göstermektedir. Ancak profesyonel öğrenme topluluklarının MKT gelişimine katkısı, bu yapıların matematiksel içeriğe ne ölçüde odaklandığına bağlıdır (Campbell & Lee, 2017; Huang & Chin, 2022). Campbell ve Lee (2017), matematik öğretmenlerine yönelik profesyonel öğrenme topluluklarında içerik odağının zayıf olduğu durumlarda, öğretmenlerin MKT gelişimine yönelik öğrenme fırsatlarının sınırlı kaldığını belirtmektedir. Bu bulgu, profesyonel öğrenme topluluklarının matematik öğretmen mesleki gelişiminde etkili olabilmesi için, matematiksel içeriğin ve öğrenci düşüncelerinin sistematik biçimde tartışılmasını zorunlu kıldığını göstermektedir.

4.3. Öğrenci düşünceleri ve veri temelli kolektif sorgulama. Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesine sunduğu önemli katkılardan biri, öğretmenlerin öğrenci düşüncelerini kolektif biçimde analiz etmelerine olanak tanımasıdır (Chauraya & Brodie, 2018; Kazemi & Franke, 2004). Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında çeşitli kanıtlara dayalı (örneğin öğrenci ürünleri ve diğer aracı araçlar) tartışmaların yürütülmesi, öğretmenlerin matematik ve matematiğin öğretimi hakkındaki anlayışlarını ve dolayısıyla öğrencilerin matematiksel kavramları nasıl anlamlandırdıklarına dair kavrayışlarını geliştirme yönünde olanaklar sunduğunu ima eden bulgular rapor edilmektedir (Harvey & Teledahl, 2022). Bu tür veri temelli sorgulama süreçleri, öğretmenlerin pedagojik varsayımlarını görünür kılmakta ve öğretim uygulamalarını yeniden yapılandırmalarına zemin hazırlamaktadır (Lysberg, 2022; Marsh vd., 2015). Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında farklı etkinlik türlerinin, öğretmen konuşmalarının içeriği ve derinliğiyle farklı biçimlerde ilişkilendiğine işaret eden çalışmalar, özellikle öğrenci düşüncelerine odaklanan etkinliklerin

öğretmen öğrenmesi açısından önemli potansiyeller taşıdığını; buna karşılık daha çok idari gündemlere ya da yüzeysel uygulama paylaşımlarına odaklanan topluluklarda ortaya çıkan öğrenme fırsatlarının görece sınırlı kalabildiğini ima eden bulgular sunmaktadır (Brodie & Chimhande, 2020).

4.4. Genel Profesyonel Öğrenme Topluluklarından Matematik Odaklı Profesyonel Öğrenme Topluluklarına: Disipline Özgü Ayrışma. Alanyazın, tüm profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesi açısından benzer işlevler üstlenmediğini; disipline özgü gereksinimlerin profesyonel öğrenme toplulukları tasarımını doğrudan etkilediğini göstermektedir (Huijbom vd., 2021; Meeuween vd., 2020; Prenger vd., 2021). Harvey ve Teledahl'ın (2022) sistematik derlemesi, matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmenlerin matematik ve matematik öğretimi anlayışlarını ve matematik öğretimi yapabilme kapasitelerini geliştirmeyi amaçlayan etkinlik sistemleri etrafında örgütlendiğini göstermektedir. Bu bağlamda matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının etkili olabilmesi için, matematiksel içeriğe yönelik ortak nesnenin açık biçimde tanımlanması, bu nesneyi destekleyen araçların (ör. öğrenci işi analiz protokolleri) kullanılması ve öğretmen konuşmalarının matematiksel derinliği teşvik edecek biçimde yapılandırılması gerekmektedir (Brodie & Chimhande, 2020; Chauraya & Brodie, 2018; Campell & Lee, 2017; Kazemi & Franke, 2004). Aksi hâlde profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmenler arası etkileşimi artırmakla birlikte, matematik öğretimine özgü derin öğrenme fırsatları sunmakta yetersiz kalabilmektedir (Campbell & Lee, 2017).

Bu bölümde sunulan bulgular, profesyonel öğrenme topluluklarının matematik öğretmenlerinin mesleki gelişimi açısından taşıdığı potansiyelin, disipline özgü gereksinimlerle uyumlu biçimde yapılandırıldığında ortaya çıktığını göstermektedir. Bir sonraki bölümde, bu yapılandırmanın nesne, etkinlik ve konuşma boyutları CHAT temelli bir bakışla daha ayrıntılı biçimde ele alınacaktır.

5. Matematik Odaklı Profesyonel Öğrenme Topluluklarında Nesne, Etkinlik ve Konuşma: CHAT-Temelli Derin Analiz

Matematik öğretmenlerine yönelik profesyonel öğrenme topluluklarını anlamada, profesyonel öğrenme toplulukları statik bir örgütlenme biçimi olarak ele almak yetersiz kalmaktadır (Huijbom vd., 2021; Meeuween vd., 2020; Prenger vd., 2020). Kültürel-Tarihsel Etkinlik Kuramı (Cultural-Historical Activity Theory – CHAT), profesyonel öğrenme topluluklarını, öğretmen öğrenmesini belirli nesneler etrafında, araçlar, kurallar ve işbölümü tarafından biçimlendirilen etkinlik sistemleri olarak kavramsallaştırmaya imkân veren bir çerçeve sunmaktadır (Harvey & Teledahl, 2022). Bu yaklaşım, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen mesleki gelişimine neden bazı bağlamlarda güçlü katkılar sunduğunu, bazı bağlamlarda ise neden yüzeysel kaldığını

açıklamak açısından kritik bir analitik mercek sunmaktadır (Zhang, 2024; Zheng vd., 2021).

5.1. Nesne (object): Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının yönlendirici odağı. CHAT çerçevesinde “nesne”, etkinlik sisteminin yönünü belirleyen, katılımcıların eylemlerini motive eden ve anlamlandıran temel odak olarak tanımlanmaktadır (Cong-Lem, 2022; Qureshi, 2021). Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında nesne, öğretmenlerin bir araya gelme gerekçesini ve öğrenme süreçlerinin hangi hedef doğrultusunda şekillendiğini belirlemektedir (Çolpan Güngördü & Yıldırım, 2025; Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021). Harvey ve Teledahl (2022), matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarına ilişkin sistematik derleme çalışmaları, profesyonel öğrenme topluluklarının farklı bağlamlarda farklı nesneler etrafında örgütlenebildiğini ortaya koymaktadır. Bu nesneler; (i) işbirliği normlarını geliştirme, (ii) öğretmenlerin matematik ve matematiğin öğretimi hakkındaki anlayışlarını geliştirme ve (iii) öğretim eylemleri repertuarını genişletme olarak sınıflandırılmaktadır. Bu ayrım, matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesine katkısının neden homojen olmadığını açıklamaktadır. Örneğin Brodie ve Chimhande (2020), profesyonel öğrenme topluluklarında yürütülen farklı etkinlik türleri ile öğretmen konuşmalarının içeriği arasında güçlü ilişkiler bulunduğunu göstermektedir. Buna göre, bazı etkinlikler daha çok işbirliğine ve paylaşım süreçlerine odaklanırken, matematiksel içeriği merkeze alan etkinlikler, konuşmaların matematik ve öğretim uygulamaları etrafında yoğunlaşmasını sağlamaktadır. Campbell ve Lee (2017), profesyonel öğrenme topluluklarında matematiksel içeriğe yönelik belirgin bir odak olmadığında, öğretmenlerin matematik öğretimine özgü bilgilerini geliştirme fırsatlarının nadir kaldığını ve bu durumun öğretmen öğrenmesi açısından sınırlı çıktılara yol açtığını göstermektedir.

5.2. Etkinlikler ve araçlar: Öğretmen öğrenmesini yapılandıran düzenekler. Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesi, yalnızca öğretmenlerin bir araya gelmesiyle değil; bu birlikteliğin hangi etkinlikler ve hangi araçlar etrafında yapılandırıldığıyla gerçekleşmektedir (Çolpan Güngördü & Yıldırım, 2025; Qureshi, 2021; Zheng vd., 2021). CHAT çerçevesi, araçları öğretmenlerin düşünme ve konuşma biçimlerini aracılık eden unsurlar olarak ele almaktadır (Qureshi, 2021). Harvey ve Teledahl'ın (2022) matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarına ilişkin derleme çalışmasında, farklı etkinlik sistemlerinin çeşitli aracı araçlar kullandığı gösterilmektedir; profesyonel öğrenme toplulukları literatüründe bu araçlar arasında öğrenci çalışmaları, ders videoları, ortak görev tasarımları, değerlendirme verileri ve yapılandırılmış tartışma protokolleri gibi materyaller yer almaktadır (Amador vd., 2020; Prenger vd., 2021). Brodie ve Chimhande (2020), farklı etkinliklerin öğretmen topluluklarında yürütü-

len konuşmaların içeriğiyle güçlü biçimde ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle öğrenen düşünmesi, matematik ve öğretim uygulamaları gibi konulara odaklanan etkinlikler, öğretmenlerin bu alanlarda daha fazla konuşma yapmasına olanak tanımaktadır (Brodie & Chimhande, 2020; Chauraya & Brodie, 2018). Buna karşılık, idari gündemlere dayalı ya da belirgin bir odak noktası bulunmayan etkinliklerde, konuşmalar daha çok örgütsel ve süreçsel meselelere yönelmektedir; ancak konuşmaların derinlik düzeyi etkinlik türleri arasında genel olarak sabit kalmaktadır (Andrews-Larson vd., 2017; Brodie & Chimhande, 2020; Popp & Goldman, 2016). Bu bulgular, matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının etkililiğinin, seçilen etkinlik ve araçların matematiksel içeriğe ve öğrenci düşüncelerine ne ölçüde odaklandığıyla doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir.

5.3. Konuşma (discourse): Öğretmen öğrenmesinin görünen yüzü.

CHAT temelli analizlerde öğretmen konuşmaları, profesyonel öğrenme topluluklarında gerçekleşen öğrenmenin en görünür göstergesi olarak ele alınmaktadır. Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen konuşmalarının niteliği, öğretmenlerin hangi konularda ve hangi derinlikte öğrendiklerini yansıtmaktadır (Alzayed & Alabdulkareem, 2021; Johansson, 2022; Meeuween vd., 2020; Prenger vd., 2021; Zheng vd., 2021). Brodie ve Chimhande (2020), matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen konuşmalarını; matematiksel içerik, öğretim uygulamaları ve öğrenci düşünceleri gibi kategoriler altında incelemiş ve farklı etkinliklerin bu konuşmaların içeriğiyle yakından ilişkili olduğunu, bu ilişkilerin de öğretmen öğrenmesi açısından önemli sonuçlar taşıdığını tartışmıştır. Özellikle matematiksel gerekçelendirme ve öğrenci düşünceleri üzerine odaklanan konuşmalar, öğretmenlerin alan-özgü pedagojik bilgilerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır (Brandel vd., 2025; Herbert & Bragg, 2021). Buna karşılık, Campbell ve Lee (2017), matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen konuşmalarının belirgin biçimde matematiksel içeriğe odaklanmadığı durumlarda, öğretmenlerin öğretim için gerekli matematiksel bilgiyi geliştirme fırsatlarının nadir ve dolayısıyla öğrenme derinliğinin sınırlı kaldığını göstermiştir. Bu durum, profesyonel öğrenme topluluklarında konuşmanın kendiliğinden değil, bilinçli biçimde yapılandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.4. Kurallar, işbölümü ve liderlik: Etkinlik sisteminin düzenleyici unsurları. CHAT çerçevesi, profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesini yalnızca etkileşim ve içerik üzerinden değil; aynı zamanda kurallar, işbölümü ve liderlik düzenekleri üzerinden de açıklamaktadır (Cong-Lem, 2022; Qureshi, 2021). Harvey ve Nilsson'un (2022) matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarını Kültürel-Tarihsel Etkinlik Kuramı çerçevesinde ele alan çalışmalarında, topluluklarda geçerli olan normların, kimin konuştuğu ve karar aldığına ilişkin işbölümü ve liderliğin yapılandırılma

biçiminin, bu toplulukların nasıl geliştiğini ve dolaylı olarak öğretmenlerin profesyonel öğrenme fırsatlarının desteklenip desteklenmediğini belirleyen önemli etmenler olduğu gösterilmektedir.

Destekleyici ve paylaşılan liderlik yapılarının bulunduğu profesyonel öğrenme topluluklarında, öğretmenlerin matematiksel içeriği sorgulama ve farklı bakış açılarını dile getirme olasılığı artmaktadır (García-Martínez vd., 2021; Prenger vd., 2021; Yang vd., 2023). Buna karşılık, Harvey ve Nilsson (2022) özellikle işbölümü ve liderliğin yapılandırılmasına ilişkin ortaya çıkan çelişkilerin profesyonel öğrenme topluluklarının gelişimi için birer engel haline gelebileceğini, dolayısıyla öğretmenlerin katılımını ve toplulukların öğrenme potansiyelini sınırlandırabileceğini göstermişlerdir. Bu bulgular, matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının sürdürülebilirliğinin yalnızca öğretmen motivasyonuna değil; etkinlik sisteminin bütüncül biçimde tasarlanmasına bağlı olduğunu göstermektedir.

5.5. CHAT perspektifinden çıkarımlar. CHAT-temelli analiz, matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen mesleki gelişimine katkısını açıklamak için güçlü bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Bu perspektif, profesyonel öğrenme topluluklarının başarısını tekil değişkenlere indirgemek yerine; nesne, etkinlik, konuşma, kurallar ve işbölümü arasındaki ilişkilerin bütüncül biçimde ele alınmasını mümkün kılmaktadır (Engeström & Sannino, 2021; Qureshi, 2021). Bu doğrultuda, Harvey ve Teledahl'ın (2022) söz konusu bileşenlerin farklı biçimlerde yapılandırıldığı birbirinden ayrışan etkinlik sistemi ortaya koymakta; bu sistemler aracılığıyla öğretmenlerin işbirliği normlarını, matematik ve öğretimi hakkındaki anlayışlarını ve öğretim repertuarlarını geliştirebildiklerini göstermektedir. Bu bulgular, etkinlik sisteminin bileşenleri arasındaki uyumun sağlandığı bağlamlarda matematik öğretmenlerinin alana özgü ve pedagojik öğrenmelerinin derinleştiğine; uyumun zayıf olduğu durumlarda ise öğretmen öğrenmesinin daha yüzeysel kaldığına işaret etmektedir.

Bu bölümde sunulan bilgiler, matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının neden bazı bağlamlarda derin öğretmen öğrenmesi üretirken, bazı bağlamlarda sınırlı kaldığını açıklamaktadır. Bir sonraki bölümde, bu kuramsal çerçeve ışığında profesyonel öğrenme topluluklarının kırılğanlıkları ve sınırlılıkları ele alınacak; matematik öğretmenlerinin mesleki gelişimini desteklemede karşılaşılan yapısal ve kültürel engeller tartışılacaktır.

6. Profesyonel Öğrenme Topluluklarının Kırılğanlıkları: Neden Her Profesyonel Öğrenme Topluluğu Öğretmen Öğrenmesi Üretmez?

Profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmenlerin mesleki gelişimi için güçlü bir potansiyel sunmakla birlikte, uygulamada bu potansiyelin her zaman gerçekleşmediği görülmektedir (Ni vd., 2023; Prenger vd., 2021). Alanyazın, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesine katkısının

bağlama, tasarıma ve yürütme biçimine yüksek düzeyde duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır (Begmark, 2020; Prenger vd., 2021). Bu durum, profesyonel öğrenme topluluklarının pedagojik bir ‘çözüm’ olmaktan ziyade, dikkatle yapılandırılması gereken kırılgan öğrenme düzenekleri olduğunu göstermektedir. (Campbell & Lee, 2017; Harvey & Teledahl, 2022). Profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesi üretmesini engelleyen temel kırılganlıklar; içerik odağının kaybı, nesne belirsizliği, güç ilişkileri ve kurumsal destek eksikliği olarak yorumlanabilir (Campbell & Lee, 2017; Stoll vd., 2006). CHAT temelli çalışmalar, bu çelişkinin uygun biçimde ele alındığında gelişimsel fırsatlar sunabileceğini göstermektedir (Harvey & Nilson, 2022).

6.1. İçerik odağının zayıflaması ve yüzeyselleşme riski. Profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesi üretmesini engelleyen temel kırılganlıklardan biri, topluluğun içerik odağının zamanla zayıflamasıdır. Özellikle matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında, toplantıların öğretimsel sorgulamadan ziyade lojistik düzenlemelere, materyal paylaşımına ya da idari gündemlere kayması, öğretmenlerin alana özgü öğrenme fırsatlarını ciddi biçimde sınırlamaktadır (Gore & Rosser, 2022; Prenger vd., 2021). Campbell ve Lee (2017), matematik öğretmenlerine yönelik profesyonel öğrenme topluluklarında matematiksel içeriğe yönelik yapılandırılmış bir odak bulunmadığında, öğretmenlerin matematik öğretimi için matematiksel bilgi (MKT) geliştirme fırsatlarının nadirleştiğini vurgulamaktadır. Bu yüzeyselleşme, profesyonel öğrenme topluluklarının “toplantı yapma” ile eşdeğer görülmesiyle daha da derinleşmektedir. Öğretmenlerin düzenli olarak bir araya gelmeleri, tek başına mesleki öğrenme anlamına gelmemektedir (Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021). Aksine, içerik odağı ve öğrenme hedefleri açık biçimde tanımlanmayan profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmenlerin mevcut uygulamalarını yeniden üretmelerine yol açabilmektedir (Brodie & Chimhande, 2020).

6.2. Nesne belirsizliği ve çoklu hedef gerilimi. CHAT-temelli analizler, profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesini zayıflatan bir diğer önemli etmenin, topluluğun etrafında örgütlendiği nesnenin belirsizliği olduğunu göstermektedir (Engeström & Pyörälä, 2020; Zheng vd., 2021). Profesyonel öğrenme topluluklarının aynı anda hem işbirliği normlarını geliştirme hem öğretim uygulamalarını iyileştirme hem de kısa vadeli performans hedeflerine hizmet etmesi beklendiğinde, öğretmen öğrenmesini yönlendiren ortak nesne parçalanmaktadır (Harvey & Teledahl, 2022). Bu çoklu hedef durumu, profesyonel öğrenme toplulukları etkinliklerinin yönünü belirsizleştirmekte ve öğretmenlerin hangi amaç doğrultusunda öğrenmeleri gerektiği konusunda kafa karışıklığı yaratmaktadır (Johannesson, 2022; Prenger vd., 2021). Özellikle Harvey & Nilsson’ın (2022) matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında belirledikleri çok sayıdaki çatışma ve ikilem, özellikle öğrenci performansına ilişkin beklenti ve baskıların arttığı ortamlarda, bu

toplulukların öğretmen öğrenmesini destekleme kapasitesinin zayıflayarak daha çok performansın izlenmesine odaklanan yapılara dönüşme riski taşıdığını düşündürmektedir.

6.3. Liderlik, güç ilişkileri ve katılım eşitsizlikleri. Profesyonel öğrenme topluluklarının kırılabilirliğini artıran bir diğer önemli unsur, liderlik biçimleri ve güç ilişkileridir (Prenger vd., 2021; van den Boom-Muilenburg, vd., 2024). Harvey ve Nilsson'un (2022) matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında belirledikleri çeşitli çatışma ve ikilemler, destekleyici ve paylaşılan liderlik yapılarının olmadığı durumlarda öğretmen katılımının eşitsizleşerek bazı öğretmenlerin tartışmalara yön verdiği, diğerlerinin ise daha pasif konumlandığı hiyerarşik etkileşim düzenlerinin ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir. Özellikle matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında, alan bilgisi ya da kıdem açısından baskın konumda olan öğretmenlerin konuşmaları domine etmesi, farklı bakış açılarının ve alternatif öğretim yaklaşımlarının görünmez kalmasına yol açabilmektedir (Jin vd., 2023; Prenger vd., 2021). Brodie ve Chimhande'nin (2020) bulguları, öğretmen topluluklarındaki konuşmaların niteliği ve odağındaki farklılıkların, bu topluluklarda öğretmenler için oluşan öğrenme fırsatlarını şekillendirdiğini düşündürmektedir.

6.4. Zaman, yapı ve kurumsal destek eksikliği. Profesyonel öğrenme topluluklarının sürdürülebilirliğini tehdit eden yapısal kırılabilirlikler da öğretmen öğrenmesini doğrudan etkilemektedir. Zaman yetersizliği, profesyonel öğrenme toplulukları çalışmalarının öğretmenlerin mevcut iş yüklerine eklenmesi ve kurumsal destek eksikliği, profesyonel öğrenme topluluklarının yüzeysel biçimde yürütülmesine yol açmaktadır (Chua vd., 2020; van den Boom-Muilenburg, vd., 2024). Campbell ve Lee'nin (2017) bulguları, öğretmenlerin profesyonel öğrenme topluluklarının çalışmalarını anlamlı ve odaklı bir mesleki öğrenme süreci olarak görmedikleri bağlamlarda, kolektif sorgulamaya dayalı derin öğrenme fırsatlarının sınırlı kaldığını düşündürmektedir. Araştırmalar, profesyonel öğrenme topluluklarının etkili olabilmesi için öğretmenlere zaman, mekân ve kaynak sağlanmasının kritik olduğunu vurgulamaktadır (Huijboom vd., 2021; Meeuween vd., 2020). Harvey ve Teledahl'ın (2022) alanyazın derlemesi, zaman, mekân ve kaynak gibi destekleyici koşullar sağlanmadığında, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmenlerin mesleki öğrenmesini sınırlayabileceğini ve beklenen katkıyı üretemeyeceğini akla getirmektedir.

6.5. Kırılabilirlikleri anlamak: Başarısızlık mı, öğrenme fırsatı mı? Profesyonel öğrenme topluluklarında ortaya çıkan bu kırılabilirlikler, çoğu zaman profesyonel öğrenme toplulukları yaklaşımının başarısızlığı olarak yorumlanmaktadır (Chua vd., 2020; Johannesson, 2022). Ancak CHAT-temelli çalışmalar, profesyonel öğrenme topluluklarındaki çelişkilerin görünür kılınmasının ve ele alınmasının, bu toplulukların gelişimini destekleyen öğrenme

fırsatları yaratabileceğini göstermektedir (Harvey & Nilsson, 2022; Qureshi, 2021; Zheng vd., 2021). Çelişkilerin görünür kılınması, profesyonel öğrenme topluluklarının hangi koşullarda öğretmen öğrenmesini destekleyebildiğini ve hangi durumlarda sınırlı kaldığını anlamak açısından kritik bir adımdır (Johannesson, 2022; Tarnanen vd., 2024). Bu perspektiften bakıldığında, profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen mesleki gelişimine katkısını değerlendirmek, “işe yarıyor mu?” sorusundan ziyade, “hangi koşullarda, nasıl ve neden işe yarıyor?” sorularını sormayı gerektirmektedir. Bir sonraki bölümde, bu kırılganlıklardan hareketle, matematik öğretmenlerinin mesleki gelişimini destekleyen profesyonel öğrenme toplulukları tasarım ilkeleri literatürden faydalanılarak sunulacaktır.

7. Matematik Öğretmenleri İçin profesyonel Öğrenme Toplulukları Tasarım İlkeleri: Literatürden Damıtılmış Bir Çerçeve

Araştırmalar, matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının etkili olabilmesi için açık bir ortak nesneye sahip olması, matematiksel içerik ve öğrenci düşüncelerine odaklanması, yapılandırılmış araçlarla desteklenmesi, destekleyici liderlik ve kurumsal zaman güvencesiyle güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (García-Martínez vd., 2021; Harvey & Teledahl, 2022; Prenger vd., 2021). Bu çerçevede profesyonel öğrenme topluluklarının matematik öğretmenlerinin mesleki gelişimine anlamlı katkılar sunabilmesi, bu yapıların rastlantısal ya da biçimsel uygulamalar olarak değil, literatürde tanımlanan öğrenme mekanizmalarıyla uyumlu ve bütüncül bir tasarım anlayışıyla yapılandırılmasına bağlıdır. Önceki bölümlerde ele alınan kuramsal ve ampirik bulgular, profesyonel öğrenme topluluklarının etkililiğinin tekil etkinliklerden çok, farklı etkinlik türleri, normlar ve amaçların bir arada ve tutarlı biçimde yapılandırılmasına bağlı olduğunu düşündürmektedir. (Brodie & Chimhande, 2020; Harvey & Teledahl, 2022). Bu bölümde, matematik öğretmenlerinin mesleki gelişimini destekleyen profesyonel öğrenme toplulukları için literatürden elde edilmiş yedi temel tasarım ilkesi sunulmaktadır.

7.1. Açık ve disipline özgü bir ortak nesne tanımlanmalıdır. Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesi üretmesinde en belirleyici unsur, topluluğun etrafında örgütlendiği ortak nesnenin açık, paylaşılan ve disipline özgü olmasıdır (Campell & Lee, 2017; Chauraya & Brodie, 2018). Harvey ve Teledahl’ın (2022) sistematik derlemesi, matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarının farklı ve açıkça tanımlanmış nesnelere göre örgütlendiğini ve bu nesnelerin, öğretmenlerin ne tür öğrenme yaşadıklarıyla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle profesyonel öğrenme toplulukları, genel “işbirliği” hedefleri yerine, matematiksel içeriğin ve öğretimin geliştirilmesine yönelik net öğrenme amaçları etrafında yapılandırılmalıdır.

7.2. Matematiksel içerik ve öğrenci düşünceleri merkeze alınmalıdır

Profesyonel öğrenme toplulukları etkinliklerinin matematik öğretmen öğrenmesine katkı sunabilmesi için, matematiksel içerik ve öğrenci düşünceleri sistematik biçimde merkeze alınmalıdır (Campell & Lee, 2017; Chauraya & Brodie, 2018). Öğretmenlerin öğrenci çözümleri, hataları ve gerekçelendirmeleri üzerinden yürüttükleri tartışmalar, öğretim için matematiksel bilginin (MKT) gelişimini destekleyebildiğini göstermektedir (Campbell & Lee, 2017). Buna karşılık, Brodie ve Chimhande (2020), içerikten ziyade uygulamaya odaklanan konuşmaların, özellikle öğrenci düşüncesine ilişkin öğrenme fırsatlarını sınırlı bıraktığını göstermektedir.

7.3. Etkinlikler öğretmen konuşmalarını yapılandıracak biçimde tasarlanmalıdır. Profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesi, büyük ölçüde öğretmenlerin nasıl konuştuğu ve ne hakkında konuştuğu ile ilişkilidir (Brodie & Chimhande, 2020; Popp & Goldman, 2016). Brodie ve Chimhande (2020), farklı etkinlik türleri ile öğretmen konuşmalarının içeriği arasında güçlü ilişkiler olduğunu göstermektedir. Bu nedenle matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında kullanılan etkinlikler (ör. öğrenci işi analizi, ders videosu incelemesi, görev tasarımı), öğretmenleri matematiksel gerekçelendirme ve pedagojik kararlar üzerine düşünmeye zorlayacak biçimde yapılandırılmalıdır (Brandel vd., 2025; Yu vd., 2025).

7.4. Yapılandırılmış araçlar ve protokoller kullanılmalıdır. Profesyonel öğrenme topluluklarında öğretmen öğrenmesini destekleyen bir diğer kritik ilke, yapılandırılmış araç ve protokollerin bilinçli biçimde kullanılmasıdır (Gore & Rosser, 2022; Jin vd., 2023; Prenger vd., 2021). Harvey ve Teledahl (2022), profesyonel öğrenme topluluklarında kullanılan çeşitli aracılık eden araçların – örneğin öğrenci işi temelli yapılandırılmış etkinliklerin – öğretmen konuşmalarını daha amaçlı ve öğrenme odaklı hale getirebildiğini göstermektedir. Bu tür araçlar, öğretmenlerin öğretim uygulamalarını sistematik biçimde incelemelerine olanak tanımaktadır.

7.5. Liderlik, öğrenmeyi kolaylaştırıcı biçimde yapılandırılmalıdır. Matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında liderlik, öğretmen öğrenmesini yöneten ya da denetleyen bir rol üstlenmekten ziyade, öğrenmeyi kolaylaştıran ve sürdürülebilir kılan bir işlev görmelidir (Jakopovic & Johnson, 2023; van den Boom-Muilenburg vd., 2024). Profesyonel öğrenme topluluklarında çelişkilerin nasıl örgütlendiği ve rollerin nasıl paylaşıldığı, toplulukların gelişimini destekleyici ya da engelleyici olabilmektedir; bu da liderlik ve işbölümü düzenlemelerinin öğretmen katılımı ve öğrenme fırsatları için kritik olduğunu göstermektedir (Harvey & Nilsson, 2022). Bu bağlamda öğretmen liderleri ve okul yöneticileri, profesyonel öğrenme topluluklarının odağını koruyan ve öğretmenlere zaman ile kaynak sağlayan bir rol üstlenmelidir.

7.6. Zaman ve kurumsal destek yapısal olarak güvence altına alınmalıdır. Profesyonel öğrenme topluluklarının etkili ve sürdürülebilir olabilmesi için, öğretmenlere düzenli ve korunmuş zaman dilimleri sunulması gerekmektedir (Alhanachi vd., 2021; Bergmark, 2020). Campbell ve Lee (2017), odaklı içerik ve uygun koşullar sağlanmadığında, matematik öğretmenlerinin profesyonel öğrenme topluluklarında derinlemesine öğrenme fırsatlarının nadir kaldığını ve bu yapıların potansiyelinin sınırlanabildiğini göstermektedir. Dolayısıyla matematik odaklı profesyonel öğrenme toplulukları, okulun kurumsal yapısı içinde tanımlı ve desteklenen mesleki öğrenme alanları olarak yapılandırılmalıdır.

7.7. Çelişkiler gelişimsel kaynaklar olarak ele alınmalıdır. CHAT temelli çalışmalar, matematik odaklı profesyonel öğrenme topluluklarında çeşitli çelişkilerin ve çatışmaların ortaya çıkabildiğini ve bu çelişkilerin görünür kılınıp üzerinde çalışıldığında, toplulukların gelişimi için birer destek kaynağı haline gelebileceğini göstermektedir (Harvey & Nilsson, 2022). Bu nedenle profesyonel öğrenme toplulukları tasarımı amaç, çelişkileri ortadan kaldırmak değil; bu çelişkileri öğretmen öğrenmesini derinleştirecek biçimde görünür ve tartışılabilir kılmaktır.

8. Sonuç: Profesyonel Öğrenme Toplulukları Bir Model mi, Bir Öğrenme Ekosistemi mi?

Bu bölüm, profesyonel öğrenme topluluklarını teknik bir reform modeli ya da hazır bir uygulama paketi olarak değil; öğretmen öğrenmesini mümkün kılan karmaşık, dinamik ve bağlama duyarlı bir öğrenme ekosistemi olarak ele almıştır. Alanyazın, yaygın biçimde benimsenen profesyonel öğrenme topluluklarının öğretmen öğrenmesine etkilerinin tek biçimli olmadığını ve bu etkinin, profesyonel öğrenme topluluklarının nasıl kuramsallaştırıldığı, tasarlandığı ve uygulandığına bağlı olarak değişebildiğini göstermektedir (Campbell & Lee, 2017; Harvey & Teledahl, 2022).

Bölüm boyunca geliştirilen tartışmalar, profesyonel öğrenme topluluklarının mesleki gelişime katkısının öğretmenlerin bir araya gelmesinden ziyade, nasıl, ne üzerine ve hangi araçlarla birlikte öğrendiklerine bağlı olduğunu göstermektedir. Özellikle matematik eğitimi bağlamında profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmenlerin matematiksel içeriği, öğrenci düşüncelerini ve pedagojik kararlarını kolektif biçimde sorgulamalarına olanak tanıyan disipline özgü öğrenme alanları sunmaktadır (Brodie & Chimhande, 2020; Jakopovic & Johnson, 2023). Bu yönüyle matematik öğretmenleri için profesyonel öğrenme toplulukları, genel mesleki gelişim modellerinden ayrırmakta ve özgül tasarım gereksinimleri ortaya koymaktadır.

CHAT-temelli analizler, profesyonel öğrenme topluluklarını nesne, araçlar, kurallar, topluluk ve işbölümü arasındaki ilişkilerle biçimlenen dinamik etkinlik sistemleri olarak kavramsallaştırarak bu farklılaşmayı açıklamak

için güçlü bir kuramsal çerçeve sunmaktadır (Harvey & Nilsson, 2022). Bu perspektif, profesyonel öğrenme topluluklarının bazı bağlamlarda derin öğretmen öğrenmesi üretirken, bazı bağlamlarda neden yüzeysel kaldığını açıklamakta ve “etkisiz” olarak değerlendirilen uygulamaların dahi gelişimsel potansiyeller taşıyabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda profesyonel öğrenme toplulukları, öğretmen mesleki gelişimi için uygulanabilecek hazır bir “paket program” ya da teknik bir reform aracı olarak değil; öğretmen öğrenmesini merkeze alan, süreklilik gerektiren ve bağlamsal duyarlılık talep eden öğrenme ekosistemleri olarak değerlendirilebilir (Harvey & Teledahl, 2022). Bu ekosistemin işlerliğinin; açık bir ortak nesnenin varlığına, matematiksel içeriği merkeze alan yapılandırılmış etkinliklere, öğretmen konuşmalarını derinleştiren araçlara ve öğrenmeyi destekleyen liderlik biçimlerine bağlı olduğu düşünülebilir (Campbell & Lee, 2017; Brodie & Chimhande, 2020).

Sonuç olarak bu bölüm, profesyonel öğrenme toplulukları öğretmenlerin mesleki gelişiminde yalnızca “neden gerekli” oldukları üzerinden değil, aynı zamanda “hangi koşullarda etkili” oldukları üzerinden tartışmaya açmaktadır. Gelecek araştırmaların, profesyonel öğrenme topluluklarının varlığına odaklanmak yerine, öğretme öğrenmesini mümkün kılan mekanizmaları ve özellikle matematik eğitime özgü tasarım boyutlarını daha ayrıntılı biçimde incelemesi gerekmektedir. Bu kitap bölümünün, öğretmen mesleki gelişimini teoriden uygulamaya uzanan bütüncül bir perspektifle ele alarak, profesyonel öğrenme topluluklarının potansiyelleri ve sınırlılıklarını birlikte düşünmeye katkı sunması amaçlanmaktadır.

Kaynakça

- Alhanachi, S., De Meijer, L., & Severiens, S. (2021). Improving culturally responsive teaching through professional learning communities: A qualitative study in Dutch pre-vocational schools. *International Journal of Educational Research*, 105:101698. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101698>
- Alibali, M., Meng, R., Donovan, A., Ding, M., & Yeo, A. (2024). How teachers make connections among ideas in mathematics instruction. *Advances in Child Development and Behavior*, 66, 137-167. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2024.06.003>
- Alshaikh, H. (2020). Self-directed teacher professional development in Saudi Arabia: EFL teachers' perceptions. *Theory and Practice in Language Studies*, 10(11), 1359-1369. <http://dx.doi.org/10.17507/tpls.1011.03>
- Alzayed, Z. A., & Alabdulkareem, R. H. (2021). Enhancing cognitive presence in teachers' professional learning communities via reflective practice. *Journal of Education for Teaching*, 47(1), 18-31. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1842134>
- Amador, J. M., Keehr, J., Wallin, A., & Chilton, C. (2020). Video complexity: Describing videos used for teacher learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(4), em1834. <https://doi.org/10.29333/ejmste/113288>
- Andrews-Larson, C., Wilson, J., & Larbi-Cherif, A. (2017). Instructional improvement and teachers' collaborative conversations: the role of focus and facilitation. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 119(2), 1-37. <https://doi.org/10.1177/016146811711900201>
- Antinluoma, M., Ilomäki, L., & Toom, A. (2021). Practices of professional learning communities. *Frontiers in Education*, 6, 617613. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.617613>
- Avgitidou, S., Karadimitriou, K., Ampartzaki, M., Sidiropoulou, C., & Kampeza, M. (2024). University teaching as a site for professional learning of teacher Educators: The role of collaborative inquiry and reflection within a professional learning community. *Education Sciences*, 14(2), 207. <https://doi.org/10.3390/educsci14020207>
- Azevedo, B., Pereira, A., Fernandes, F., & Pacheco, M. (2022). Mathematics learning and assessment using MathE platform: A case study. *Education and Information Technologies*, 27, 1747-1769. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10669-y>
- Babichenko, M., Lefstein, A., & Asterhan, C. (2024). Teacher collaborative inquiry into practice in school-based learning communities: The role of activity type. *Learning, Culture and Social Interaction*, 49, 100852. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2024.100852>
- Backman, E., & Barker, D. M. (2020). Re-thinking pedagogical content knowledge for physical education teachers – implications for physical education teacher education. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 25(5), 451-463. <https://doi.org/10.1080/17408989.2020.1734554>

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Bergmark, U. (2020). Teachers' professional learning when building a research-based education: context-specific, collaborative and teacher-driven professional development. *Professional Development in Education*, 49, 210-224. <https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1827011>.
- Brandel, N., Deri, M., Karsenty, R., & Schwarz, B. (2025). The effectiveness of a principle-based professional development programme in promoting teachers' high-level talk in primary mathematics classrooms. *The British Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1111/bjep.70020> (Online Version of Record before inclusion in an issue)
- Brodie, K. & Chimhande, T. (2020). Teacher talk in professional learning communities. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 8(2), 118-130.
- Brown, C., Poortman, C., Gray, H., Ophoff, J., & Wharf, M. (2021). Facilitating collaborative reflective inquiry amongst teachers: What do we currently know? *International Journal of Educational Research*, 105, 101695. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101695>
- Butler, D., Lauscher, H., Jarvis-Selinger, S., & Beckingham, B. (2004). Collaboration and self-regulation in teachers' professional development. *Teaching and Teacher Education*, 20(5), 435-455. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2004.04.003>
- Campbell, M., & Lee, H. S. (2017). Examining secondary mathematics teachers' opportunities to develop mathematically in professional learning communities. *School Science and Mathematics*, 117(3-4), 115-126. <https://doi.org/10.1111/ssm.12209>
- Chauraya, M., & Brodie, K. (2018). Conversations in a professional learning community: An analysis of teacher learning opportunities in mathematics. *Pythagoras*, 39(1), a363. <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v39i1.363>
- Cheng, C., & Zhao, J. (2023). The impact of professional learning communities on pre-service teachers' professional commitment. *Frontiers in Psychology*, 14:1153016. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1153016>
- Chua, W. C., Thien, L. M., Lim, S. Y., Tan, C. S., & Guan, T. E. (2020). Unveiling the practices and challenges of professional learning community in a Malaysian Chinese secondary school. *Sage Open*, 10(2). <https://doi.org/10.1177/2158244020925516>
- Codreanu, E., Sommerhoff, D., Huber, S., Ufer, S., & Seidel, T. (2020). Between authenticity and cognitive demand: Finding a balance in designing a video-based simulation in the context of mathematics teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 95, 103146. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103146>
- Coenen, L., Schelfhout, W., & Hondeghem, A. (2021). Networked professional learning communities as means to Flemish secondary school leaders' professional learning and well-being. *Education Sciences*, 11(9), 509. <https://doi.org/10.3390/>

educsci11090509

- Cong-Lem, N. (2022). Vygotsky's, Leontiev's and Engeström's cultural-historical (activity) theories: Overview, clarifications and implications. *Integrative Psychological & Behavioral Science*, 56, 1091-1112. <https://doi.org/10.1007/s12124-022-09703-6>
- Çolpan Güngördü, D., Yıldırım, Z. (2025). An online community of practice for teacher professional development on technology integration as cognitive tools in mathematics teaching. *Education and Information Technologies*, 30, 12213–12247. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13262-1>
- Daly, C., Milton, E., & Langdon, F. (2020). How do ecological perspectives help understand schools as sites for teacher learning? *Professional Development in Education*, 46(4), 652–663. <https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1787208>
- De Jong, L., Meirink, J., & Admiraal, W. (2022). Teacher learning in the context of teacher collaboration: connecting teacher dialogue to teacher learning. *Research Papers in Education*, 37(6), 1165–1188. <https://doi.org/10.1080/02671522.2021.1931950>
- DeLuca, C., Bolden, B., & Chan, J. (2017). Systemic professional learning through collaborative inquiry: Examining teachers' perspectives. *Teaching and Teacher Education*, 67, 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.014>
- Desimone, L. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>
- Egert, F., Dederer, V., & Fukkink, R. G. (2020). The impact of in-service professional development on the quality of teacher-child interactions in early education and care: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 29, 100309. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100309>
- Engeström, Y., & Pyörälä, E. (2020). Using activity theory to transform medical work and learning. *Medical Teacher*, 43, 7 - 13. <https://doi.org/10.1080/0142159x.2020.1795105>
- Engeström, Y., & Sannino, A. (2021). From mediated actions to heterogenous coalitions: four generations of activity-theoretical studies of work and learning. *Mind, Culture, and Activity*, 28(1), 4–23. <https://doi.org/10.1080/10749039.2020.1806328>
- Feldman, J. (2020). The role of professional learning communities to support teacher development: A social practice theory perspective. *South African Journal of Education*, 40(1), 1668. <https://doi.org/10.15700/saje.v40n1a1668>
- Feniger, Y., Goldshtein, J., & Vedder-Weiss, D. (2024). Professional learning communities under test-based accountability: evidence from an Israeli intervention programme. *Journal of Education Policy*, 39(4), 640–659. <https://doi.org/10.1080/002680939.2023.2253201>
- García-Martínez, I., Montenegro-Rueda, M., Molina-Fernández, E., & Fernández-Ba-

- tanero, J. M. (2021). Mapping teacher collaboration for school success. *School Effectiveness and School Improvement*, 32(4), 631–649. <https://doi.org/10.1080/09243453.2021.1925700>
- Gore, J., & Rosser, B. (2022). Beyond content-focused professional development: powerful professional learning through genuine learning communities across grades and subjects. *Professional Development in Education*, 48(2), 218–232. <https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1725904>
- Greefrath, G., Siller, H., Klock, H., & Wess, R. (2022). Pre-service secondary teachers' pedagogical content knowledge for the teaching of mathematical modelling. *Educational Studies in Mathematics*, 109, 383–407. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10038-z>
- Grimm, F. (2024). Teacher leadership for teaching improvement in professional learning communities. *Professional Development in Education*, 50(6), 1135–1147. <https://doi.org/10.1080/19415257.2023.2264286>
- Harvey, F., Nilsson, P. (2022). Contradictions and their manifestations in professional learning communities in mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 25, 697–723. <https://doi.org/10.1007/s10857-021-09513-4>
- Harvey, F., & Teledahl, A. (2022). Characteristics of professional learning communities in mathematics: a systematic review. *Mathematics Teacher Education and Development*, 24(1), 72–95.
- Heap, T., Thompson, R. & Fein, A. (2021). Designing teacher professional development programs to support a rapid shift to digital. *Education Technology Research and Development*, 69, 35–38. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09863-5>
- Herbert, S., Bragg, L.A. (2021). Factors in a professional learning program to support a teacher's growth in mathematical reasoning and its pedagogy. *Mathematics Education Research Journal* 33, 409–433. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00310-5>
- Hidayat, R., Zainuddin, Z., & Mazlan, N. H. (2024). The relationship between technological pedagogical content knowledge and belief among preservice mathematics teachers. *Acta psychologica*, 249, 104432. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104432>
- Hofer, S., Nistor, N., & Scheibenzuber, C. (2021). Online teaching and learning in higher education: Lessons learned in crisis situations. *Computers in Human Behavior*, 121, 106789. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106789>
- Hoth, J., Larrain, M., & Kaiser, G. (2022). Identifying and dealing with student errors in the mathematics classroom: Cognitive and motivational requirements. *Frontiers in Psychology*, 13, 1057730. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1057730>
- Huang, Y., & Chin, E. (2022). The growth of teacher's mathematical knowledge for teaching as participating in a primary school teacher's professional learning community. *Athens Journal of Sciences*, 9(2), 127–144. <https://doi.org/10.30958/ajs.9-2-3>

- Hudson, C. (2024). A conceptual framework for understanding effective professional learning community (PLC) operation in schools. *Journal of Education*, 204(3), 649-659. <https://doi.org/10.1177/00220574231197364>
- Huijboom, F., Van Meeuwen, P., Rusman, E., & Vermeulen, M. (2021). Professional learning communities (PLCs) as learning environments for teachers: An in-depth examination of the development of seven PLCs and influencing factors. *Learning, Culture and Social Interaction*, 31A, 10056. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2021.100566>
- Jakopovic, P., & Johnson, K. (2023). A network model for connecting mathematics faculty in communities of practice: where is the value? *Innovative Higher Education*, 48, 699-718. <https://doi.org/10.1007/s10755-023-09650-z>
- Jin, F., Peng, X., Sun, L., Song, Z., Zhou, K., & Lin, C. (2025). Knowledge (co-)construction among artificial intelligence, novice teachers, and experienced teachers in an online professional learning community. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(2). <https://doi.org/10.1111/jcal.70004>
- Jin, F., Song, Z., Cheung, W., Lin, C., & Liu, T. (2023). Technological affordances in teachers' online professional learning communities: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40, 1019-1039. <https://doi.org/10.1111/jcal.12935>
- Johannesson, P. (2022). Development of professional learning communities through action research: understanding professional learning in practice. *Educational Action Research*, 30(3), 411- 426. <https://doi.org/10.1080/09650792.2020.1854100>
- Kazemi, E., & Franke, M. (2004). Teacher learning in mathematics: Using student work to promote collective inquiry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7, 203-235. <https://doi.org/10.1023/b:jimte.0000033084.26326.19>
- Kin, T. M., & Kareem, O. A. (2021). An analysis on the implementation of professional learning communities in Malaysian secondary schools. *Asian Journal of University Education*, 17(1), 192-206. <https://doi.org/10.24191/ajue.v17i1.12693>
- Kirsten, N. (2020). A systematic research review of teachers' professional development as a policy instrument. *Educational Research Review*, 31, 100366. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100366>
- Kowalczyk-Walędziak, M., & Underwood, J. M. (2023). International communities of practice: what makes them successful vehicles for teachers' professional development? *Educational Studies*, 49(6), 973-990. <https://doi.org/10.1080/03055698.2021.1927673>
- Lakkala, S., Galkienė, A., Navaitienė, J., Cierpiałowska, T., Tomecek, S., & Uusiautti, S. (2021). Teachers supporting students in collaborative ways—An analysis of collaborative work creating supportive learning environments for every student in a school: Cases from Austria, Finland, Lithuania, and Poland. *Sustainability*, 13(5), 2804. <https://doi.org/10.3390/su13052804>
- Lan, Y. (2022). The role of teachers' grit and motivation in self-directed professional

- development. *Frontiers in Psychology*, 13, 922693. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.922693>
- Ley, T., Tammets, K., Sarmiento-Márquez, E. M., Leoste, J., Hallik, M., & Poom-Vallikis, K. (2022). Adopting technology in schools: modelling, measuring and supporting knowledge appropriation. *European Journal of Teacher Education*, 45(4), 548–571. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1937113>
- Li, S., Zheng, J., & Zheng, Y. (2021). Towards a new approach to managing teacher online learning: Learning communities as activity systems. *The Social Science Journal*, 58(3), 383–395. <https://doi.org/10.1016/j.soscij.2019.04.008>
- Lieberman, A. (1995). Practices that support teacher development: Transforming conceptions of professional learning. *Phi Delta Kappan*, 76, 591–596.
- Lim, C., J., & Liang, M. (2020). An activity theory approach toward teacher professional development at scale (TPD@Scale): A case study of a teacher learning center in Indonesia. *Asia Pacific Education Review*, 21, 525–538. <https://doi.org/10.1007/s12564-020-09654-w>
- Liu, S., & Yin, H. (2020). How ethical leadership influences professional learning communities via teacher obligation and participation in decision making: A moderated-mediation analysis. *Educational Management Administration & Leadership*, 51(2), 345–364. <https://doi.org/10.1177/1741143220975766>
- Liu, S., Wang, Y., & Yin, H. (2025). A meta-analysis of the correlation between professional learning communities and teachers' efficacy beliefs. *Educational Research Review*, 46, 100660. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100660>
- Lumpe, A. (2007). Research-based professional development: Teachers engaged in professional learning communities. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), 125–128. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9018-3>
- Lund, L. (2018). When school-based, in-service teacher training sharpens pedagogical awareness. *Improving Schools*, 23(1), 5–20. <https://doi.org/10.1177/1365480218772638>
- Luyten, H., & Bazo, M. (2019). Transformational leadership, professional learning communities, teacher learning and learner centred teaching practices; evidence on their interrelations in Mozambican primary education. *Studies in Educational Evaluation*, 60, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2018.11.002>
- Lysberg, J. (2022). Unpacking capabilities for professional learning: teachers' reflections on processes of collaborative inquiry in situated teamwork. *Journal of Workplace Learning*, 35(1), 1–16. <https://doi.org/10.1108/jwl-01-2022-0008>
- Marsh, J. A., Bertrand, M., & Huguét, A. (2015). Using data to alter instructional practice: The mediating role of coaches and professional learning communities. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 117(4), 1–40. <https://doi.org/10.1177/016146811511700411>
- Meeuwen, P. V., Huijboom, F., Rusman, E., Vermeulen, M., & Imants, J. (2020). Towards a comprehensive and dynamic conceptual framework to research and ena-

- ct professional learning communities in the context of secondary education. *European Journal of Teacher Education*, 43(3), 405–427. <https://doi.org/10.1080/002619768.2019.1693993>
- Moore, N., Coldwell, M., & Perry, E. (2021) Exploring the role of curriculum materials in teacher professional development, *Professional Development in Education*, 47:(2-3), 331-347, <https://doi.org/10.1080/19415257.2021.1879230>
- Nguyen, D., Pietsch, M., & Gümüş, S. (2021). Collective teacher innovativeness in 48 countries: Effects of teacher autonomy, collaborative culture, and professional learning. *Teaching and Teacher Education*, 106, 103463. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103463>
- Ni, L., Bausch, G., & Benjamin, R. (2023). Computer science teacher professional development and professional learning communities: a review of the research literature. *Computer Science Education*, 33(1), 29–60. <https://doi.org/10.1080/08993408.2021.1993666>
- Olmo-Extremera, M., Segovia, J., Khalil, M., & De La Hoz Ruíz, J. (2025). Professional learning communities in secondary schools and improvement of learning in challenging contexts. *Frontiers in Education*, 10, 1598133. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1598133>
- Popova, A., Evans, D., Breeding, M., & Arancibia, V. (2018). *Teacher professional development around the world: the gap between evidence and practice*. Policy Research Working Paper; No. 8572. The World Bank Research Observer. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-8572>
- Popp, J., & Goldman, S. (2016). Knowledge building in teacher professional learning communities: Focus of meeting matters. *Teaching and Teacher Education*, 59, 347-359. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.06.007>
- Post, M., & Prediger, S. (2024). Teaching practices for unfolding information and connecting multiple representations: the case of conditional probability information. *Mathematics Education Research Journal*, 36, 97-129. <https://doi.org/10.1007/s13394-022-00431-z>
- Prenger, R., Poortman, C. L. & Handelzalts, A. (2021). Professional learning networks: From teacher learning to school improvement? *Journal of Educational Change* 22, 13–52. <https://doi.org/10.1007/s10833-020-09383-2>
- Qureshi, S. (2021). Cultural historical activity theory for studying practice-based learning and change in medical education. *Advances in Medical Education and Practice*, 12, 923-935. <https://doi.org/10.2147/amep.s313250>
- Romijn, B., Slot, P., & Leseman, P. (2021). Increasing teachers' intercultural competences in teacher preparation programs and through professional development: A review. *Teaching and Teacher Education*, 98, 103236. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103236>
- Sánchez-Matamoros, G., Fernández, C., & Llinares, S. (2019). Relationships among prospective secondary mathematics teachers' skills of attending, interpreting and responding to students' understanding. *Educational Studies in Mathemati-*

- cs, 100, 83-99. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9855-y>
- Schaap, H., & Bruijn, E. (2018). Elements affecting the development of professional learning communities in schools. *Learning Environments Research*, 21, 109-134. <https://doi.org/10.1007/s10984-017-9244-y>
- Stavermann, K. (2025). Research in online teacher professional development: A systematic mapping review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 20(1), 47-67. <https://doi.org/10.3991/ijet.v20i01.53643>
- Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M., & Thomas, S. (2006). Professional learning communities: A review of the literature. *Journal of Educational Change*, 7, 221-258. <https://doi.org/10.1007/s10833-006-0001-8>
- Strom, K. J., & Viesca, K. M. (2021). Towards a complex framework of teacher learning-practice. *Professional Development in Education*, 47(2-3), 209-224. <https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1827449>
- Tarnanen, M., Kostiaainen, E., Kaukonen, V., Martin, A., & Toikka, T. (2024). Towards a learning community: understanding teachers' mental models to support their professional development and learning. *Professional Development in Education*, 50(5), 1019-1033. <https://doi.org/10.1080/19415257.2021.1959383>
- Thompson, T., St. John, J., Pradhan, S., & Ottmar, E. (2025). MathFlowLens dashboard: Co-designing teacher orchestration tools to engage in discourse around students' mathematical strategies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(3), e70025. <https://doi.org/10.1111/jcal.70025>
- Wang, N., & An, B. (2023). Improving teachers' professional development through professional learning community: Voices from secondary school teachers at Malaysian Chinese independent schools. *Heliyon*, 9(6), e17515. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17515>
- van den Boom-Muilenburg, S. N., de Vries, S., van Veen, K., Poortman, C. L., & Schildkamp, K. (2024). Understanding sustainable professional learning communities by considering school leaders' interpretations and educational beliefs. *International Journal of Leadership in Education*, 27(4), 934-961. <https://doi.org/10.1080/13603124.2021.1937705>
- Van Dijk, E., Tartwijk, J., Schaaf, M., & Kluijtmans, M. (2020). What makes an expert university teacher? A systematic review and synthesis of frameworks for teacher expertise in higher education. *Educational Research Review*, 31, 100365. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100365>
- Vangrieken, K., Meredith, C., Packer, T., & Kyndt, E. (2017). Teacher communities as a context for professional development: A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 61, 47-59. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.10.001>
- Vermeulen, M., Kreijns, K., & Evers, A. T. (2022). Transformational leadership, leader-member exchange and school learning climate: Impact on teachers' innovative behaviour in the Netherlands. *Educational Management Administration & Leadership*, 50(3), 491-510. <https://doi.org/10.1177/1741143220932582>

- Xia, Y. (2025). Enhancing teacher development through professional learning communities: A mixed-methods study in Chinese universities. *Studies in English Language Teaching*, 13(1), 63-81. <https://doi.org/10.22158/selt.v13n1p63>
- Yang, J., Zhang, Y., Zhou, Y., & Ji, Y. (2023) What are the core features of professional learning community in Chinese preschool teachers' perspectives: based on grounded theory analysis. *Frontiers in Psychology*, 14, 1177321. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1177321>
- Yang, X., Kaiser, G., König, J., & Blömeke, S. (2021). Relationship between chinese mathematics teachers' knowledge and their professional noticing. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 815-837. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10089-3>
- Yoon, S., Miller, K., Richman, T., Wendel, D., Schoenfeld, I., Anderson, E., & Shim, J. (2020). Encouraging collaboration and building Community in Online Asynchronous Professional Development: designing for social capital. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 15, 351- 371. <https://doi.org/10.1007/s11412-020-09326-2>
- Yu, J., Yu, S., & Chen, L. (2025). Using hybrid intelligence to enhance peer feedback for promoting teacher reflection in video-based online learning. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 569-594. <https://doi.org/10.1111/bjet.13559>
- Zhang, S. (2024). A systematic review of investigating professional learning community from the perspective of cultural-historical activity theory: what key issues have been raised in two decades of research. *Journal of Higher Education Teaching*, 1(6), 41-52.
- Zhang, J., Yuan, R., & Shao, X. (2022). Investigating teacher learning in professional learning communities in China: A comparison of two primary schools in Shanghai. *Teaching and Teacher Education*, 118, 103839. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103839>
- Zhang, X. (2020). Assessment for learning in constrained contexts: How does the teacher's self-directed development play out? *Studies in Educational Evaluation*, 66, 100909. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100909>
- Zhang, X., Admiraal, W., & Saab, N. (2021). Teachers' motivation to participate in continuous professional development: Relationship with factors at the personal and school level. *Journal of Education for Teaching*, 47(5), 714-731. <https://doi.org/10.1080/02607476.2021.1942804>
- Zheng, X., Yin, H., & Wang, X. (2021). "Doing authentic research" with artifacts to facilitate teacher learning across multiple communities. *Teaching and Teacher Education*, 105, 103394. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103394>



ÜSTBİLİŞİ DESTEKLEYEN MATEMATİK ÖĞRENME ORTAMLARININ ÖĞRENCİLERİN ÜSTBİLİŞSEL FARKINDALIKLARINA ETKİSİ¹

“ ”

Semih UMay²
Ayten Pınar Bal³

¹ Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

² MEB, semihumay2@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-8869-9619>

³ Çukurova Üniversitesi, apinar@cu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-1695-9876>

GİRİŞ

Bilgi toplumunun gereklilikleri doğrultusunda bireylerden yalnızca akademik bilgi edinmeleri değil, aynı zamanda bu bilgiyi çözümleme, değerlendirme ve karşılaştıkları sorunlara etkili çözümler üretebilme becerilerini geliştirmeleri beklenmektedir (OECD, 2018). Bu çerçevede, bireyin kendi düşünme süreçlerini fark etmesi, izlemesi ve bilinçli biçimde düzenlemesi olarak tanımlanan üstbilişsel beceriler, günümüz eğitim anlayışında temel bir gereksinim olarak görülmektedir (Flavell, 1979; Schraw & Moshman, 1995). Üstbiliş, öğrencilerin öğrenme sürecini daha verimli biçimde yönetmelerine olanak sağlamakta ve problem çözme başarılarını artırmada önemli bir rol üstlenmektedir (Veenman, Van Hout-Wolters & Afflerbach, 2006). Üstbiliş; bilgiye erişim, bu bilgiyi anlamlandırma ve uygulama süreçlerinde belirleyici bir işlev üstlenerek öğrenme sürecinin niteliğini önemli ölçüde artırmaktadır (Flavell, 1979).

Matematik eğitimi, öğrencilerin hem üstbilişsel farkındalıklarını hem de eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeye elverişli bir öğrenme ortamı sağlamaktadır. Matematiksel problem çözme sürecinde bireyler, çözüm yollarını belirlerken planlama, süreci izleme ve elde edilen sonuçları değerlendirme gibi üstbilişsel aşamalardan yararlanmaktadır (Schoenfeld, 1985; Desoete & Roeyers, 2002). Ayrıca, ulaştıkları sonuçları kanıta dayalı akıl yürütme ve mantıksal tutarlılık çerçevesinde gerekçelendirmeleri, eleştirel düşünme becerilerinin etkin biçimde devreye girdiğini göstermektedir (Halpern, 2014; Ennis, 2011). Bununla birlikte, Türkiye’deki mevcut matematik öğretim programlarında bu iki becerinin bütüncül ve sistematik olarak birlikte kazandırılmasına yönelik çalışmaların hâlâ sınırlı düzeyde olduğu görülmektedir (Özsoy, 2018). Bu eksikliği gidermeye yönelik öne çıkan modellerden biri Mevarech ve Kramarski (1997) tarafından geliştirilen IMPROVE öğretim modelidir. Bu model anlama, problem kurma, problem çözme, çözümün değerlendirilmesi, farklı çözüm yollarının tartışılması, öz değerlendirme ve öğretmen rehberliği gibi aşamaları içeren, yapılandırmacı temelli bir yaklaşımdır (Mevarech & Kramarski, 1997). Bu modelin temel hedefi, öğrencilerin hem üstbilişsel farkındalıklarını hem de eleştirel düşünme becerilerini sistemli ve planlı bir şekilde geliştirmektir. IMPROVE yaklaşımı, matematik öğretiminde yalnızca bilişsel süreçlere odaklanmakla kalmayıp aynı zamanda öğrenmeyi öğrenme, düşünme süreçlerini izleme ve akıl yürütme becerilerini destekleyen üstbilişsel stratejilerin kazandırılmasına da önem vermektedir (Kramarski & Mevarech, 2003; Zohar & David, 2009). Bu yönüyle model, üstbiliş ile eleştirel düşünmenin birlikte ele alınmasını sağlayarak matematik öğretiminde kapsamlı, bütüncül ve etkili bir çerçeve sunmaktadır.

“Geometri ve Ölçme” öğrenme alanı; öğrencilerin hem günlük yaşamda karşılaştıkları problemlerin çözümünde hem de ileri düzey matematiksel kavramları anlamalarında önemli bir işlev üstlenmektedir (Altun, 2015). Bu

alan içerisinde yer alan “Açılar” konusu, öğrencilerin geometrik ilişkileri keşfetmelerine, mekânsal düşünme becerilerini geliştirmelerine ve matematiksel akıl yürütme süreçlerini desteklemelerine katkı sağlayan temel içeriklerden biridir. Açılar konusu ortaokul 6. sınıf matematik öğretim planında yer almaktadır. Ortaokul 6. sınıf düzeyi, öğrencilerin Piaget’nin bilişsel gelişim kuramına göre somut işlemler döneminden soyut işlemler dönemine geçiş yaptığı aşamayı temsil etmektedir. Piaget’nin bilişsel gelişim kuramına göre bu yaş grubu (yaklaşık 11–12 yaş) soyut işlemler dönemine adım atmakta; problem çözme, akıl yürütme ve üst düzey bilişsel becerileri daha etkin biçimde kullanmaya başlamaktadır (Inhelder & Piaget, 1958). Dolayısıyla, “Geometri ve Ölçme” ünitesinde yer alan açılar konusu; öğrencilerin üstbilişsel stratejileri kullanmalarını, farklı çözüm yollarını tartışmalarını ve matematiksel düşünme süreçlerini derinleştirmelerini destekleyen uygun bir içerik sunmaktadır. Bu nedenle, açılar konusuna odaklanarak üstbilişi destekleyen öğrenme ortamlarının tasarlanması ve bu ortamların öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeyleri, eleştirel düşünme eğilimleri ve matematik başarıları üzerindeki etkilerinin incelenmesi literatürdeki boşlukların doldurulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmanın problem durumu, ortaokul 6. sınıf matematik dersinde Açılar ünitesinin öğretiminde IMPROVE modeline dayalı olarak tasarlanmış üstbilişi destekleyen matematik öğrenme ortamlarında öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile, mevcut matematik öğretim programına göre öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında; üstbilişsel farkındalık düzeyleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığının incelenmesine dayanmaktadır.

Kuramsal Bilgi

Üstbiliş kavramı ilk kez Flavell tarafından 1976 yılında ortaya konmuştur (Schoenfeld, 2016). Flavell (1976), üstbilişi bireyin kendi düşünme süreçleri ve bu süreçlerin sonuçları hakkında sahip olduğu farkındalık ve bilgi olarak tanımlamaktadır. Üstbiliş (metacognition), bireyin kendi düşünce süreçlerini fark ederek bu süreçleri bilinçli bir şekilde düzenleyip yönlendirebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Brown, 1978; Flavell, 1979). Bu kavram, özellikle bireyin zihinsel faaliyetlerine dair farkındalık geliştirmesi ve bu süreçleri etkin biçimde yönetebilmesi ile ilişkilidir. Üstbiliş kavramı, literatürde birçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde tanımlanmış olmakla birlikte, tanımların ortak noktası bireyin kendi bilişsel süreçlerine yönelik bilinçli bir kontrol geliştirmesidir. Örneğin, Reeve ve Brown (1985), üstbilişi bireyin kendi zihinsel süreçlerini kontrol etme ve yönlendirme kapasitesi olarak değerlendirmiştir. Sternberg (1988) ise bu kavramı, özellikle problem çözme sırasında devreye giren planlama, izleme ve değerlendirme gibi yönetici zihinsel süreçleri içeren bir üst düzey beceri olarak tanımlamıştır. Bu bağlamda, üstbiliş yalnızca düşünmenin bir parçası olmakla kalmayıp, bireyin düşünme

sürecini stratejik şekilde organize etmesine de imkân tanımaktadır.

Benzer şekilde Shanahan (1992), üstbiliş bireyin kendi bilişsel etkinliklerini anlama ve bu süreçler üzerinde denetim kurabilme yetisi olarak ele almıştır. Öte yandan Butterfield, Albertson, ve Johnston (1995), üstbiliş bireyin bilişsel süreçleri etkileyen etmenleri anlama ve zihinsel işleyişi küçük ölçekli modeller aracılığıyla izleyip yönlendirme becerisi olarak açıklamaktadır. Tüm bu tanımlamalardan hareketle, üstbilişin temelinde bireyin kendi düşünme süreçlerine dair farkındalık geliştirmesi ve bu süreçleri bilinçli şekilde düzenleyebilme yeteneği yer almaktadır.

Brown (1980) da bu çerçevede, üstbiliş bilişten ayıran temel özelliğin bireyin kendi zihinsel süreçlerinin farkında olması ve bu farkındalığı duruma uygun biçimde kullanabilmesi olduğunu vurgulamaktadır. Başka bir deyişle, üstbiliş yalnızca bilginin işlenmesi değil, bu işleyiş sürecinin üst düzeyde gözlemlenmesi ve yönetilmesi anlamına gelmektedir.

Üstbilişe ilişkin daha sistematik açıklamalardan biri de Schraw ve Dennison'a (1994) aittir. Bu araştırmacılara göre üstbiliş, bireyin öğrenme ve anlama süreçlerini izleyip değerlendirmesine ve gerektiğinde strateji değişiklikleri yaparak bilişsel etkinliğini yönlendirmesine imkân tanıyan bir kontrol mekanizmasıdır. Bu tanım, üstbiliş aktif bir izleme ve düzenleme süreci olarak görülmektedir.

Benzer şekilde, O'Neil ve Abedi (1996), üstbiliş bireyin belirlediği hedefe ulaşmak için izlediği yolları sistematik şekilde takip edebilmesi ve hangi stratejiden nasıl fayda sağlayacağını bilerek süreci yönetebilmesi olarak tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, üstbiliş yalnızca anlık düşünme süreçlerini değil, aynı zamanda uzun vadeli hedefler doğrultusunda stratejik planlama ve izleme yeteneğini de kapsayan bir yapı olarak ele almaktadır.

Sonuç olarak, farklı araştırmacılarca yapılan tanımlar arasında bazı küçük farklılıklar bulunsa da üstbilişin bireyin zihinsel süreçlerine yönelik farkındalığı ve bu süreçler üzerinde bilinçli bir düzenleme yeteneği geliştirmesi olarak ortak bir zeminde bulunduğu görülmektedir.

Üstbiliş Modelleri

Üstbiliş kavramı, bireyin kendi bilişsel süreçlerini izleyip kontrol edebilme yetisini ifade eden çok boyutlu bir yapı olarak tanımlanmaktadır. Bu yapıyı anlamak ve açıklamak amacıyla birçok araştırmacı, zaman içinde farklı üstbiliş modelleri geliştirmiştir. Söz konusu modeller, bireylerin öğrenme süreçlerinde nasıl düşündüklerini, bilgiyi nasıl işlediklerini ve bu süreçleri nasıl düzenlediklerini kuramsal bir çerçeve içinde açıklamayı hedeflemektedir. Flavell'in (1979) kuramsal yaklaşımıyla başlayan bu modelleme çalışmaları, üstbilişin yapısını açıklamada öncü olmuş; devamında Brown (1987), Schraw ve Moshman (1995) ile Zimmerman (2000) gibi araştırmacıların geliştirdi-

ği modellerle zenginleşerek günümüzde üstbilişin eğitsel bağlamda kullanımına yön vermiştir. Bu bölümde, öğrenenlerin bilişsel farkındalıklarını ve öz-düzenleme becerilerini açıklayan temel üstbiliş modellerine yer verilerek, çalışmanın kuramsal temeli güçlendirilmiştir.

Flavell'in Üstbiliş Modeli (1979)

Flavell'in (1979) kuramsal çerçevesi, dört temel unsur aracılığıyla üstbilişin yapısını daha ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır: üstbilişsel bilgi, üstbilişsel deneyimler, hedefler/görevler ve stratejiler. Bu unsurlar birbirleriyle etkileşim hâlinde çalışarak bireyin bilişsel süreçlerini daha etkili yönetmesini sağlar.

Üstbilişsel bilgi, bireyin kendi bilişsel süreçleriyle birlikte, diğer bireylerin düşünme biçimleri, çeşitli görevlerdeki performansları, hedefleri, uyguladıkları stratejiler ve yaşadıkları deneyimlere ilişkin olarak edindiği bilgiler bütünüdür. Örneğin, bir öğrencinin arkadaşına kıyasla kendisinin matematikte daha başarılı, kompozisyon yazımında ise daha az yetkin olduğuna dair geliştirdiği düşünce, üstbilişsel bilgiye örnek olarak verilebilir. Öte yandan, üstbilişsel deneyimler, bireyin zihinsel bir etkinliği gerçekleştirirken yaşadığı ve o sürece eşlik eden bilişsel ya da duyuşsal farkındalık anlarıdır (Flavell, 1979). Üstbilişsel deneyimler, bireyin bir bilişsel etkinlik sırasında ya da öncesinde yaşadığı farkındalık anlarıyla ilgilidir. Örneğin, yaklaşan bir görevde başarısız olma ihtimalini hissetmek ya da geçmişte başarıyla tamamlanan bir görevi hatırlamak bu tür deneyimlere örnek olarak verilebilir (Flavell, 1979). Üstbilişin diğer bileşenlerinden biri olan hedefler/görevler, bireyin gerçekleştirmek istediği bilişsel hedefleri ifade ederken; stratejiler, bu hedeflere ulaşmak için kullanılan yöntemleri, zihinsel süreçleri ya da davranışsal yolları kapsamaktadır (Flavell, 1979).

Flavell'in (1979) modelinde tanımladığı dört temel unsur; üstbilişsel bilgi, üstbilişsel deneyimler, hedefler/görevler ve stratejiler, zamanla sadeleştirilerek iki ana başlık altında toplanmıştır: üstbilişsel bilgi ve üstbilişsel düzenleme. Günümüzde literatürde üstbiliş kavramı genellikle bu iki temel bileşen çerçevesinde ele alınmaktadır. Üstbilişsel bilgi, bireyin kendi bilişsel süreçlerine ve bu süreçleri etkileyen faktörlere ilişkin sahip olduğu bilgi düzeyini ifade ederken; üstbilişsel düzenleme, bireyin bu süreçleri planlama, izleme ve değerlendirme yoluyla etkin biçimde kontrol edebilme becerisini ifade etmektedir. Bu ikili yapı, ilk olarak Flavell (1979) ve Brown'un (1980) öncü çalışmalarıyla literatüre kazandırılmış ve sonraki araştırmacılar tarafından geniş ölçüde kabul görmüştür.

Brown'un Üstbiliş Modeli (1987)

Üstbiliş, bireyin kendi düşünme süreçlerinin farkında olması ve bu süreçleri bilinçli şekilde yönlendirme becerisi olarak tanımlanabilir. Bu kav-

ram, ilk olarak Flavell (1979) tarafından yapılandırılmış ve bilişsel psikoloji alanında önemli bir yer edinmiştir. Üstbiliş alanına katkı sunan önemli isimlerden biri olan Brown (1987), bu yapıyı iki ana başlık altında incelemiştir: üstbilişsel bilgi ve üstbilişsel düzenleme. Bu sınıflandırma, bireyin yalnızca bilgiyi nasıl işlediğini kavramasını değil, aynı zamanda bu süreci nasıl planlayıp denetleyebileceğini de açıklığa kavuşturmaktadır.

Brown'un (1987) kuramına göre, üstbilişsel bilgi; bireyin kendi bilişsel süreçleri hakkında sahip olduğu farkındalığı ifade eder. Bu bilgi türü, bireyin nasıl öğrendiğini, hangi stratejileri ne zaman ve nasıl kullanacağını bilmesini içerir. Üstbilişsel bilgi üç temel bileşenden oluşur: bildirime dayalı bilgi, yordam bilgi ve koşullu bilgidir. Bildirime dayalı bilgi, bireyin kendi öğrenme biçimlerini, güçlü ve zayıf yönlerini tanımasıdır. Örneğin, dikkat süresinin kısa olduğunu ya da görsel materyallerle daha kolay öğrendiğini fark etmesi bu kapsamdadır. Yordam bilgisi, öğrenme stratejilerinin nasıl uygulanacağını bilmekle ilgilidir. Metin özetleme, anahtar kelimeler belirleme ya da tekrar yapma gibi yöntemlerin nasıl kullanılacağını bilmek bu tür bilgiye örnektir. Koşullu bilgi ise, hangi stratejinin hangi durumda etkili olacağını bilmeyi ifade eder. Örneğin, ezberleme yerine kavram haritası oluşturmanın hangi tür öğrenmede daha etkili olacağını ayırt edebilmek bu kapsamdadır. Brown (1987), bu bilgilerin yalnızca farkında olunmasının yeterli olmadığını; etkili öğrenmenin, bu farkındalığın bilinçli ve yerinde kullanımıyla mümkün olduğunu vurgular.

Schraw ve Moshman'ın Üstbiliş Modeli (1995)

Üstbiliş alanındaki gelişmeleri sistematik bir şekilde açıklamayı amaçlayan Schraw ve Moshman (1995), bireylerin bilişsel süreçlerini nasıl izleyip yönettiklerini anlamak üzere iki bileşenli bir model geliştirmiştir. Bu modele göre üstbiliş, üstbilişsel bilgi ve üstbilişsel düzenleme olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Schraw ve Moshman (1995), üstbilişsel bilgiyi bireyin kendi bilişsel işleyişine dair sahip olduğu farkındalık olarak tanımlar. Bu bilgi türü, bireyin nasıl öğrendiği, ne bildiği ve neyi bilmediği gibi konularda bilinçli olmasını içerir. Flavell'in (1979) öncülüğünde geliştirilen kişi, görev ve strateji bilgisi sınıflandırması temel alınarak, Schraw ve Moshman bu yapıyı daha da sistematik hâle getirmiştir. Onlara göre üstbilişsel bilgi şu üç başlık altında incelenmektedir.

Schraw ve Moshman'a (1995) göre üstbilişsel bilgi, bireyin kendi öğrenme süreçlerine dair farkındalığını ifade eder ve üç temel bileşenden oluşur: deklaratif bilgi, prosedürel bilgi ve koşullu bilgi. Deklaratif bilgi, bireyin nasıl öğrendiği, hangi alanlarda güçlü ya da zayıf olduğu gibi kişisel özelliklerini tanımasıdır. Örneğin, bir öğrencinin görsel materyallerle daha iyi öğrendiğini veya dikkatinin çabuk dağıldığını bilmesi bu kapsamdadır. Prosedürel bilgi, bireyin hangi stratejileri nasıl kullanacağını bilmesini ifade eder. Metin

altını çizme, kavram haritası oluşturma ya da kendi kendine tekrar yapma gibi öğrenme tekniklerinin uygulanması bu bilgi türüne örnektir. Koşullu bilgi ise bireyin hangi stratejiyi, ne zaman, hangi görevde ve nasıl kullanması gerektiğini bilmesiyle ilgilidir. Örneğin, karmaşık bir metni anlamak için özet çıkarma yöntemine başvurmak, koşullu bilginin kullanıldığını gösterir. Bu üç bilgi türü birlikte ele alındığında, bireyin öğrenme sürecini bilinçli bir şekilde yönetmesini sağlar.

Zimmerman'ın Öz-düzenleyici Öğrenme Modeli (2000)

Öz-düzenleyici öğrenme (ÖDÖ), bireyin kendi öğrenme sürecini planlayıp izlemesi ve bu süreci değerlendirme becerisiyle yönetmesidir. Zimmerman'a (2000) göre, ÖDÖ yalnızca öğretmen ya da dışsal etkenlerle değil, bireyin içsel motivasyonu, strateji kullanımı ve bilişsel farkındalığıyla şekillenen aktif bir süreçtir. Bu yaklaşım, öğrencinin öğrenmede daha bağımsız ve sorumluluk sahibi olmasını destekler. Zimmerman'a (2000) göre, öz-düzenleyici birey öğrenme sürecinin tüm aşamalarında aktif rol alarak hedef belirler, stratejiler geliştirir ve ilerlemesini izleyip değerlendirir. Bu yaklaşım, öğrencilerin bağımsız düşünen, eleştirel kararlar alabilen ve öğrenme sorumluluğunu üstlenen bireyler olarak gelişimini desteklemektedir.

gözden geçirilmesine ve öğrenme sürecinin geliştirilmesine zemin hazırlar (Zimmerman, 2000).

Üstbilişsel Farkındalık Kavramı ve Matematik

Schraw ve Dennison'a (1994) göre üstbilişsel farkındalık, bireyin öğrenme sürecinde başarısını artırmak amacıyla kullandığı planlama, izleme, düzenleme ve strateji uygulama becerilerini kapsamaktadır. Bu farkındalık, bireyin kendi düşünme süreçlerini anlamasına ve öğrenme hedeflerine yönelik daha etkili kararlar almasına olanak tanır. Üstbilişsel farkındalığı yüksek öğrenciler, hatalarını fark etme ve çözüm doğruluğunu değerlendirme gibi üst düzey zihinsel becerileri etkin bir biçimde kullanarak matematikte daha başarılı olmakta ve problem çözme yetilerini geliştirmektedir (Çelik & Arslan, 2022). Bu nedenle matematik öğretim programı, öğrencilerin üstbilişsel becerilerini geliştirmeye yönelik problem çözme etkinliklerine özel bir önem atfetmektedir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Nitekim problem çözme, yalnızca bilgi ve bilişsel becerilerin değil; aynı zamanda üstbilişsel süreçlerin ve bilginin ne zaman, nasıl kullanılacağına farkındalığının da gerekli olduğu temel bir matematiksel beceridir (Mayer, 1998).

Problem çözme sürecinde doğru stratejilerin seçilmesi ve kullanılan yöntemlerin değerlendirilmesi, öğrencilerin başarı düzeyini önemli ölçüde etkiler. Bu noktada üstbiliş, özellikle problem çözme adımlarının bilinçli tabirinde belirleyici bir rol oynar (Garofalo & Lester, 1985). Üstbilişsel becerileri gelişmiş bireylerin, matematiksel değerlendirme ve testlerde daha başarılı

performanslar sergilediği de yapılan çalışmalarla desteklenmektedir (Desoete, 2008). Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini planlayıp düzenlemesi ve bu süreci değerlendirmesi ise, akademik başarılarını olumlu yönde etkilemektedir; Zimmerman'ın (2002) öz-düzenlemeli öğrenme modeli bu durumu açıkça ortaya koymaktadır.

Üstbilişsel beceriler, öğrencilerin matematiksel etkinliklerde yalnızca mekanik işlemlerle sınırlı kalmayıp; anlam oluşturma, uygun stratejileri belirleme, çözüm süreçlerini değerlendirme ve elde edilen sonuçları sorgulama gibi ileri düzey zihinsel yetkinlikleri kullanmalarına imkân sağlar (Kramarski & Mevarech, 2003). Bu doğrultuda, öğrencilerin öğrenme süreçlerini izleyip yapılandırmaları, problem çözüme sürecinde daha sistemli düşünmelerine ve farklı çözüm stratejileri üretmelerine olanak tanımaktadır.

Üstbilişsel farkındalık ile öz-düzenleme becerileri arasında güçlü bir ilişki olduğu, literatürde sıklıkla vurgulanan bir bulgudur (Pintrich, 2000). Üstbilişsel farkındalık düzeyi yüksek olan öğrenciler, öğrenme sürecinde hedef belirleme, uygun stratejiler seçme, uygulamayı sürdürme ve süreci değerlendirme gibi adımları daha bilinçli ve etkili bir şekilde gerçekleştirebilmektedir. Bu yetkinlik, bireylerin kendi öğrenmelerini yönlendirme kapasitelerini artırarak bağımsız öğrenme alışkanlıklarının gelişimine de katkı sunmaktadır (Perry, VandeKamp, Mercer & Nordby, 2002).

Matematik öğretiminde üstbilişsel becerilerin geliştirilmesi, yalnızca öğrencilerin problem çözüme başarılarını artırmakla kalmaz; aynı zamanda kavramları daha derinlemesine anlamalarına da katkı sağlar (Artzt & Armour-Thomas, 1992). Özellikle yapılandırmacı yaklaşımlarla bütünleştirilen üstbiliş temelli stratejiler, öğrencilerin kendi düşünme süreçlerini sorgulamalarını mümkün kılarak öğrenme sürecini daha kalıcı ve anlamlı hâle getirmektedir.

Sistematiik biçimde yapılandırılan öğretim modellerinin, öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarını geliştirmede etkili olduğu çeşitli araştırma bulgularıyla desteklenmektedir (Kramarski & Mevarech, 2003; Mevarech & Fridkin, 2006). Bu kapsamda IMPROVE öğretim modeli, öğrencilere matematiksel problem çözüme sürecinde planlama yapma, çözüm sürecini kontrol etme ve elde edilen sonuçları değerlendirme gibi üstbilişsel stratejileri kazandırmayı amaçlamaktadır. Model, bu yönüyle matematik öğretiminde uygulanabilir ve işlevsel bir çerçeve sunmaktadır.

Sonuç olarak, matematik öğretiminin etkinliğini artırmak yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı değildir; öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini anlamalarına ve bu süreçleri yönetmelerine olanak tanıyan öğrenme ortamlarının oluşturulması gerekmektedir. Üstbilişsel farkındalık, bu bağlamda temel bir beceri olarak öne çıkmakta ve öğrencilerin matematiksel başarılarına doğrudan katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, öğrencilerin bilişsel süreçlerini izle-

melerine ve kontrol etmelerine olanak tanıyan öğretim uygulamalarına yer vermek, günümüz öğretim programlarının öncelikli hedefleri arasında yer almalıdır.

YÖNTEM

Bu araştırmada, ortaokul düzeyinde matematik dersinde IMPROVE öğretim modelinin, mevcut öğretim programı doğrultusunda gerçekleştirilen öğretimle karşılaştırıldığında, öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeyleri ve akademik başarıları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada mevcut olan sınıflardan biri deney diğeri ise kontrol gurubu olarak seçilmiştir. Bu araştırma yarı deneysel bir çalışmadır. Yarı deneysel araştırma desenlerinde, araştırmacı, bağımsız değişken üzerinde kontrol sahibi olmakla birlikte, katılımcıların gruplara dağıtımı çoğunlukla mevcut sınıflar ya da önceden oluşmuş gruplar üzerinden gerçekleştirilmektedir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2018). Hem deney hem de kontrol gruplarında uygulama öncesinde ve sonrasında bağımlı değişkenlere ilişkin ölçümler alınır (Karasar, 2016). Bu tür çalışmalarda her katılımcı yalnızca bir grupta yer alır; gruplar arasında geçiş yapılmaz ve her iki grup da deneysel sürece dâhil edilir (Büyüköztürk, 2016). Bu desen, araştırmacıya bağımsız değişken üzerinde planlı bir müdahalede bulunma ve uygulama tamamlandıktan sonra gruplar arasında bağımlı değişkenler açısından karşılaştırma yapma imkânı tanır (Creswell, 2012). Böylelikle, deney sonunda ortaya çıkan farklılıkların doğrudan bağımsız değişkenden kaynaklanıp kaynaklanmadığı daha açık biçimde değerlendirilebilir (Fraenkel, Wallen & Hyun, 2012).

Deney grubunda, IMPROVE öğretim modeline dayalı ders işlenmiştir. Bu model kapsamında “Anlama”, “Matematiksel Problem Kurma”, “Problem Çözme”, “Çözümün İncelenmesi”, “Çözüm Yöntemlerinin Tartışılması”, “Öz Değerlendirme” ve “Öğretmen Desteği” aşamaları sistematik şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise: MEB’in mevcut öğretim programına uygun olarak geleneksel yöntemlerle ders işlenmiştir. Bu yaklaşımda öğretmen merkezli anlatım, örnek soru çözümü ve alıştırma çalışmaları temel alınmıştır.

Bu araştırmanın örneklemini ortaokul 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Bunun tercih edilmesinin birkaç nedeni bulunmaktadır. Öncelikle, 6. sınıf matematik programı, öğrencilerin somut işlemlerden soyut düşünmeye geçiş yaptığı kritik bir evreyi temsil etmektedir. Piaget’nin bilişsel gelişim kuramına göre bu yaş grubu (yaklaşık 11–12 yaş) soyut işlemler dönemine adım atmakta; problem çözme, akıl yürütme ve üst düzey bilişsel becerileri daha etkin biçimde kullanmaya başlamaktadır (Inhelder & Piaget, 1958). Dolayısıyla, bu dönemde öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarının ve eleştirel düşünme eğilimlerinin desteklenmesi, yalnızca akademik başarılarına değil, aynı zamanda bilişsel gelişimlerine de anlamlı katkılar sunmaktadır. Bu bağ-

lamda, 6. sınıf düzeyi çalışmanın hedef kitlesi olarak uygun görülmüştür.

Bu kapsamda, bu çalışmanın amacı; üstbilişi destekleyen matematik öğrenme ortamlarının ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık düzeyleri, eleştirel düşünme eğilimleri ve akademik başarıları üzerindeki etkisini incelemek olduğu için, araştırmaya Adana ilindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 6. sınıf öğrencileri dâhil edilmiştir. Katılımcılar, IM-PROVE öğretim modeline dayalı öğretim uygulanan deney grubu ve Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) mevcut öğretim programına dayalı öğretim uygulanan kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

Örnekleme yöntemi olarak küme örnekleme tercih edilmiştir. Bu yöntem, özellikle geniş evrenlerde tüm bireylere doğrudan ulaşmanın zor olduğu durumlarda, sınıf veya okul gibi grupların örnekleme birimi olarak seçilmesine dayanmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2018). Küme örnekleme yönteminin tercih edilmesindeki temel neden, öğrencilerin mevcut sınıf yapısının bozulmadan araştırmaya dâhil edilmesi ve uygulamanın okulun doğal koşulları içerisinde yürütülmesinin sağlanmasıdır. Bu yaklaşım hem sürecin uygulanabilirliğini kolaylaştırmış hem de sınıflar arası karşılaştırmaların daha sağlıklı yapılabilmesine imkân tanımıştır.

Araştırmanın evreninin 6.sınıfta öğrenim gören öğrenciler oluştururken örneklemini, 2023–2024 eğitim-öğretim yılında Adana ilinde bulunan bir devlet ortaokulunda öğrenim gören toplam 100 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Çalışmada, Adana'daki X Ortaokulu'nun 6/A sınıfında öğrenim gören 50 öğrenci deney grubu, 6/B sınıfında öğrenim gören 50 öğrenci ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Her iki gruba da öğretim öncesinde ön test, öğretim sonrasında ise son test uygulanmıştır.

Araştırma kapsamında, “Açılar” ve “Alan Ölçme” ünitelerine yönelik olarak deney ve kontrol grupları için ayrı ders planları hazırlanmış ve bu planlar, 2023–2024 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde uygulanmıştır. Deney grubunda, üstbilişi destekleyen öğrenme ortamı temel alınarak yapılandırılmış ders planları araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Kontrol grubunda ise mevcut ortaokul matematik öğretim programına uygun olarak hazırlanan ders planları doğrultusunda araştırmacı tarafından öğretim gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada, üstbilişe dayalı öğretim yapılacak deney grubu ile Millî Eğitim Bakanlığı'nın mevcut öğretim programına göre eğitim alacak kontrol grubunun denkliklerini belirlemek amacıyla öğrencilere, güvenirlik ve geçerlik çalışmaları Kaplan ve Duran (2016) tarafından yapılmış olan Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ölçeği (MÜFÖ) uygulanmıştır. Elde edilen ön test sonuçları karşılaştırılmış ve deney ile kontrol gruplarının MÜFÖ puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. MÜFÖ ön test verileri için

yapılan Levene testi sonuçları varyansların eşit olmadığını göstermiştir. Bu doğrultuda değerlendirme eşit olmayan varyans varsayımına göre yapılmıştır. Deney grubunun ön test ortalaması 78.06, kontrol grubunun ise 74.58 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($t(91,019) = 1.246$; $p = .216$). Bu bulgu, her iki grubun uygulama öncesindeki üstbilişsel farkındalık düzeylerinin birbirine yakın olduğunu ve sürece benzer başlangıç koşullarıyla katıldıklarını göstermektedir.

Deney grubunda, IMPROVE öğretim tekniği esas alınarak hazırlanan ders planları ve etkinlikler uygulanmıştır. Ders programı ve etkinlikler üç farklı uzman tarafından incelenmiş ve düzeltmeler yapılmıştır. Araştırmada uygulama sürecinin planlı ve sistematik bir biçimde yürütülebilmesi amacıyla ayrıntılı bir uygulama takvimi hazırlanmıştır.

Araştırma kapsamında, resmî ortaokulda öğrenim gören altıncı sınıf öğrencileri ile “Açılar” alt öğrenme alanı üzerinde çalışılmıştır. 6. sınıf matematik dersi, ünitelendirilmiş yıllık plan doğrultusunda dört hafta (20 ders saati) süresince uygulanmıştır. Deney grubunda dersler, IMPROVE öğretim modeli temel alınarak işlenmiştir. Hazırlanan ders planı ve etkinlikler, öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarını geliştirmeleri için yapılandırılmıştır. Uygulamalar şu aşamalardan oluşmuştur:

1. Introducing New Concepts (Yeni Kavramlara Giriş): Öğrencilerin günlük yaşamdan örneklerle açılarla ilişki kurmaları sağlanmıştır. “Kollarımız kaç derece açı yaptı?” gibi dikkat çekici sorular yöneltilmiş, öğrencilerin konuya yönelik ön bilgileri harekete geçirilmiştir.

2. Metacognitive Questioning (Üstbilişsel Sorgulama): Öğrencilere “Açı nedir?”, “Açı kelimesi size neyi çağırıştırıyor?”, “Açının tanımını yapabilir misiniz?” gibi yansıtıcı sorular sorularak, kendi düşünme süreçlerini fark etmeleri hedeflenmiştir.

3. Practicing (Uygulama): Öğrenciler, açıyı oluşturan ışın modellerini geometrik şeritlerle kurmuş, bunları sembollerle ifade etmişlerdir. Çalışma kâğıtları üzerinde bireysel ve grup etkinlikleri yaparak farklı açılar çizmiş ve ölçmüşlerdir.

4. Reviewing (Gözden Geçirme): Öğrenciler çözümlerini tekrar gözden geçirmiş; doğru-yanlış soruları, boşluk doldurma etkinlikleri ve kısa sorularla bilgilerini kontrol etmişlerdir.

5. Obtaining Mastery (Uzmanlık Kazanma): Daha karmaşık problem durumları üzerinde çalışılmış; öğrenciler farklı açılar arasındaki ilişkileri (ör. komşu açılar, tümler ve bütünlük açılar) keşfetmişlerdir.

6. Verification (Doğrulama): Öğrenciler birbirlerinin çözümlerini de-

ğerlendirmiş, öğretmen rehberliğinde çözümlerin doğruluğu tartışılmıştır. Akran değerlendirmesi ve öz değerlendirme formları kullanılmıştır.

7. Enrichment and Remedial (Zenginleştirme ve İyileştirme): Başarılı öğrenciler için daha ileri düzey sorular ve geometrik şekillerle yeni açılar kurma etkinlikleri uygulanmış; zorlanan öğrenciler için ek tekrar ve destekleyici etkinlikler sunulmuştur.

8. Bu araştırmada veri toplamak amacıyla üç farklı ölçme aracı kullanılmıştır: Matematiksel Üstbilis Farkındalık Ölçeği (MÜFÖ), Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği (EDEÖ) ve Matematik Başarı Testi (MBT). MÜFÖ ve EDEÖ ölçeklerinin kullanımı ile ilgili gerekli izinler alınmış ve Ek 7’ de sunulmuştur.

9. Deney grubunda, “Açılar” alt öğrenme alanının öğretimi süresince dört hafta boyunca toplam 20 ders saati boyunca IMPROVE öğretim yaklaşımına dayalı, üstbilis destekli bir öğrenme ortamı uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise dersler, Millî Eğitim Bakanlığı’nın mevcut matematik öğretim programına uygun şekilde işlenmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de sonrasında, her iki gruba MÜFÖ ve EDEÖ uygulanarak öğrencilerin üstbilisel farkındalık ve eleştirel düşünme eğilim düzeylerindeki gelişim izlenmiştir. Başlangıçta birbirine denk olan iki gruba da uygulama sonunda MBT uygulanarak deney ve kontrol grubunun matematik başarı düzeylerindeki farklılıklar izlenmiştir.

Üstbilis Farkındalık Ölçeği

Bu araştırmada, öğrencilerin üstbilis farkındalıklarını belirlemek amacıyla ile Kaplan ve Duran (2016) tarafından geliştirilen Matematiksel Üstbilis Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. Beşli Likert tipi yapılandırılan bu ölçek, toplam 23 madde ve üç alt faktörden oluşmaktadır. Alt faktörler şu şekilde tanımlanmıştır: Matematiksel bilgi, bireylerin kendi matematiksel düşünme süreçlerine ilişkin farkındalık düzeylerini ifade ederken; matematiksel izleme, bir matematiksel görev sırasında bireyin kendi performansını takip etme becerisini ölçmektedir. Üçüncü alt faktör olan matematiksel tespit ise bireyin öğrenme sürecinde kendi verimliliğini değerlendirme yeterliliğini kapsamaktadır. Ölçek maddeleri, “hiçbir zaman”, “nadiren”, “bazen”, “sık sık” ve “her zaman” şeklindeki derecelendirme seçenekleriyle yanıtlanmaktadır.

Yapılan analizler sonucunda, ölçeğin 23 maddeden oluştuğu ve .905 Cronbach Alpha güvenirlik katsayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmacının yaptığı ön test analizlerinde ise Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı .804 olarak hesaplanmıştır. Tüm bu bulgular, geliştirilen ölçeğin ortaokul düzeyinde matematik derslerinde kullanılabilecek geçerliliğe ve güvenilirliğe sahip bir ölçme aracı olduğunu desteklemektedir.

Veri toplama sürecine başlamadan önce, araştırma için etik kurul onayı ve ilgili kurumlardan gerekli resmî izinler alınmıştır. Çalışma etiğine uygun

olarak, öğrencilere araştırmanın amacı açıklanmış ve katılımları gönüllülük esasına dayalı olarak sağlanmıştır. Veri toplama araçları, okul yönetimi tarafından belirlenen uygun zaman dilimlerinde, eğitim-öğretim sürecini aksatmayacak şekilde okul ortamında uygulanmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilere veli onam formları dağıtılmış ve gerekli izinler de alınmıştır.

Araştırma kapsamında elde edilen veriler, hem betimsel hem de çıkarımsal istatistiksel yöntemler aracılığıyla analiz edilmiştir. Betimsel istatistikler çerçevesinde, verilerin genel eğilimini ve dağılım özelliklerini belirlemek amacıyla aritmetik ortalama ve standart sapma hesaplanmıştır. Bu araştırmada elde edilen nicel veriler, SPSS 25.0 (Statistical Package for the Social Sciences) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Öncelikle, veri setinin analizine başlamadan önce parametrik testlere uygunluk koşulları incelenmiştir. Bu kapsamda, verilerin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek amacıyla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri uygulanmıştır. Ayrıca, grupların varyanslarının homojenliğini test etmek için Levene's Test for Equality of Variances kullanılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda normallik açısından herhangi bir sorun oluşturmadığından dolayı parametrik analizler uygulanmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde, “Üstbiliş destekleyen matematik öğrenme ortamlarının, öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını belirlemek” amacına yönelik bulgulara yer verilmiştir.

Öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeylerini ölçmek için Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ölçeği (MÜFÖ) kullanılmış ve elde edilen veriler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. MÜFÖ Puanlarının Betimsel Analiz Sonuçları

Ölçek	Grup	Alt Kategori	N	$\bar{X}$	Ss	Minimum	Maksimum
MÜFÖ	Deney	Ön Test	50	78.06	15.79	47.0	112.0
		Son Test	50	81.38	13.5	38.0	111.0
	Kontrol	Ön Test	50	74.58	11.88	42.0	102.0
		Son Test	50	70.36	11.07	48.0	94.0

Tablo 1’de araştırmada kullanılan Matematiksel Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği (MÜFÖ) puanlarına ilişkin betimsel istatistikler sunulmuştur. Tabloya göre, deney grubunun ön testteki ortalama puanı 78.06 iken, son testte bu ortalama 81.38’e yükselmiştir. Bu artış, deney grubundaki öğrencilerin

uygulama sürecinde üstbilişsel farkındalık düzeylerinde gelişme yaşadığını göstermektedir. Deney grubunun puan aralığı, ön testte 47.00 ile 112.00 arasında iken, son testte 38.00 ile 111.00 arasında değişmektedir. Bu durum, son testte minimum puanın düşmesine rağmen genel başarının arttığını göstermektedir.

Kontrol grubunda ise ön test ortalaması 74.58 iken, son test ortalaması 70.36'ya gerilemiştir. Kontrol grubunun puan aralığı, ön testte 42.00 ile 102.00; son testte ise 48.00 ile 94.00 olarak gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda son testteki maksimum puan düşmüş, minimum puan ise artmıştır; bu da başarı dağılımında daralma olduğunu göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarının standart sapma değerleri incelendiğinde, deney grubunda son testte varyansın azaldığı; kontrol grubunda ise dağılımın son testte daha dar bir çerçevede kaldığı görülmektedir. Genel olarak, deney grubunda uygulama sonrasında ortalama yükselme, kontrol grubunda ise düşüş gözlenmesi, müdahalenin etkili olduğuna dair ilk bulguları sunmaktadır.

Tablo 2'de deney ve kontrol gruplarının Matematiksel Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği (MÜFÖ) puanlarına ilişkin ön test ve son test sonuçlarının karşılaştırmalı istatistikleri sunulmuştur. Her iki grup için betimsel istatistiklerin yanı sıra, bağımsız örneklem t-testi sonuçları da tabloya dahil edilmiştir. Bu sayede, uygulama öncesinde grupların başlangıç düzeyleri ile uygulama sonrasındaki olası farklılıklar istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Tablo 2. MÜFÖ, Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

Ölçek	Uygulama	Grup	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
MÜFÖ	Ön Test	Deney	50	78.06	15.79	91.019	1.246	0.216
		Kontrol	50	74.58	11.88			
	Son Test	Deney	50	81.38	13.5	98	4.464	0.0
		Kontrol	50	70.36	11.07			

Tablo 2'e deney ve kontrol gruplarının Matematiksel Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği (MÜFÖ) puanlarına ilişkin ön test puanları ve son test karşılaştırmaları bağımsız örneklem t-testi sonuçları verilmiştir. Uygulama sonrasında yapılan t-testi analizinde ise Levene testi varyansların eşit olduğunu göstermiş ve değerlendirme bu varsayıma göre yapılmıştır. Son test sonuçlarına göre deney grubunun ortalaması 81.38, kontrol grubunun ortalaması ise 70.36 olarak bulunmuştur. Gruplar arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($t(98) = 4.464$; $p = .000$). Bu sonuç, uygulama süresince deney gru-

buna yönelik gerçekleştirilen üstbiliş destekleyici etkinliklerin, öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeylerini artırmada etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın sonucunda, üstbiliş destekleyen öğrenme ortamlarının öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık düzeylerinde anlamlı bir artış sağladığını göstermektedir. Deney grubundaki öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ölçeği (MÜFÖ) son test puanlarının, ön test puanlarına göre anlamlı düzeyde arttığı, buna karşın kontrol grubunda bir düşüş yaşandığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, deney grubuna uygulanan üstbiliş temelli öğretim sürecinin öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini daha bilinçli bir şekilde planlama, izleme ve değerlendirme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, Schraw ve Moshman'ın (1995) üstbiliş modelini destekler niteliktedir. Onlara göre üstbilişsel farkındalık, bireyin kendi bilişsel süreçlerinin farkında olması ve bu süreçleri yönetebilme kapasitesiyle ilgilidir. Araştırma süresince kullanılan IMPROVE modeli, öğrencilerin problem çözme sürecinde düşünme süreçlerini açıklamalarını ve sorgulamalarını sağladığı için üstbilişsel farkındalık düzeylerinde anlamlı bir artış sağlamıştır. Kramarski ve Mevarech (2003) tarafından yapılan çalışmalar da IMPROVE modelinin özellikle matematik öğretiminde öğrencilerin üstbilişsel stratejileri kullanmalarını artırdığını ve bu durumun akademik başarıya da olumlu yansıdığını göstermektedir. Bu bağlamda, elde edilen sonuçlar literatürle tutarlıdır.

Araştırmada deney grubundaki öğrencilerin ön test puanlarına göre gelişme göstermeleri uygulamanın etkisini doğrular niteliktedir. Bu gelişmenin en önemli nedenlerinden biri, öğrencilerin yalnızca matematiksel işlemleri öğrenmekle kalmayıp, bu işlemleri neden ve nasıl gerçekleştirdiklerini de sorgulama fırsatı bulmalarıdır. Özellikle uygulama sürecinde kullanılan planlama, izleme ve değerlendirme soruları ile düşünme günlükleri, öğrencilerin kendi öğrenme sürecine yönelik farkındalık geliştirmelerine katkı sağlamıştır. Öğrencilerin üstbilişsel farkındalık düzeylerinin artması, öğrenmeye karşı daha etkin ve bilinçli bir tutum geliştirmeleri açısından önemlidir. Bu tür farkındalık, öğrencilerin sadece matematik dersinde değil, genel öğrenme yaşamlarında da daha öz-düzenleyici bireyler olmalarına katkıda bulunur. Bu bağlamda araştırmanın bulguları, Zimmerman'ın (2002) öz-düzenleyici öğrenme kuramıyla da örtüşmektedir. Zimmerman'a göre, bireylerin kendi öğrenmelerini planlayabilmeleri, izlemesi ve değerlendirmesi; akademik başarının yanı sıra yaşam boyu öğrenme becerilerinin temelini oluşturur.

Sonuç olarak, araştırmada, üstbiliş destekleyen öğrenme ortamlarının öğrencilerin düşünme süreçlerine doğrudan etki ettiğini ve onların öğrenmeye daha bilinçli katılmalarını sağladığını göstermektedir. Özellikle 6. sınıf

gibi bilişsel gelişimin hızlandığı bir dönemde bu tür öğrenme ortamlarının etkili olması, eğitim uygulayıcıları için önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

Özetle; IMPROVE modelinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin öğrenmeyi öğrenme becerilerini geliştirmede önemli bir rol oynadığını sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle, matematik öğretmenlerinin, planlama, izleme ve değerlendirme adımlarını içeren üstbilişsel öğretim stratejileri konusunda hizmet içi eğitimlerle desteklenmesi önerilebilir. Ayrıca bu çalışma altıncı sınıf düzeyinde “Açılar” ve “Alan Ölçme” konusu ile sınırlıdır. Başka sınıf düzeylerinde farklı öğrenme alanlarında da öğrencilerin üst bilişsel farklılıklarını destekleyici nitelikte çalışmaların yapılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Altun, M. (2015). Ortaokullarda Matematik Öğretimi, (11.Baskı). Bursa: Aktüel Yayıncılık.
- Artzt, A. F., & Armour-Thomas, E. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137–175.
- Brown, A. L. (1978). Knowing When, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glasser (Ed.), *Advances in instructional psychology*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Brown, A. L. (1980). Metacognitive development and reading. In R. J. Spiro, B. C. Bruce, & W. F. Brewer (Eds.), *Theoretical issues in reading comprehension* (pp. 453–481). Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 65–116). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Butterfield, E. C., Albertson, L. R., & Johnston, J. C. (1995). On making cognitive theory more general and developmentally pertinent. In F. E. Weinert & W. Schneider (Eds.), *Memory performance and competencies: Issues in growth and development* (pp. xx–xx). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). *Deneyisel desenler: Ön test-son test kontrol grubu desen ve veri analizi*. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (24. Baskı). Pegem Akademi.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson.
- Çelik, A., & Arslan, C. (2022). Üstbilişsel farkındalık düzeylerinin problem çözme becerilerine etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 18(2), 125–144
- Desoete, A. (2008). Multi-method assessment of metacognitive skills. *Learning and Individual Differences*, 18(2), 275–283.
- Desoete, A., & Roeyers, H. (2002). Off-line metacognition—A domain-specific retardation in young children with learning disabilities? *Learning Disability Quarterly*, 25(2), 123–139.
- Ennis, R. H. (2011). *The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities*. University of Illinois.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231–236). Lawrence Erlbaum.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911.
- Garofalo, J., & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mat-

- hematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(3), 163–176.
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking* (5th ed.). New York, NY: Psychology Press.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books.
- Kaplan, A., & Duran, M. (2016). Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Matematiksel Üst-biliş Farkındalık Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (32), 1-17.
- Karasar, N. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemi* (31. baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kramarski, B., & Mevarech, Z. R. (2003). Enhancing mathematical reasoning in the classroom: The effects of cooperative learning and metacognitive training. *American Educational Research Journal*, 40(1), 281–310.
- Mayer, R. E. (1998). Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science*, 26(1–2), 49–63.
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal*.
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (2006). Improving mathematical reasoning through metacognitive instruction. In A. Desoete & M. Veenman (Eds.), *Metacognition in mathematics education* (pp. 63–73). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- O'Neil Jr., H. F., & Abedi, J. (1996). Reliability and validity of a state metacognitive inventory: Potential for alternative assessment. *Journal of Educational Research*, 89(4), 234–245.
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing
- Özsoy, G. (2018). Üstbilişsel stratejilerin problem çözme başarısına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 43(194), 227–243.
- Perry, N. E., VandeKamp, K. O., Mercer, L. K., & Nordby, C. J. (2002). Investigating teacher–student interactions that foster self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 37(1), 5–15.
- Reeve, R. A., & Brown, A. L. (1985). Metacognition reconsidered: Implications for intervention research. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 13, 343–356.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. San Diego, CA: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. *Journal of Education*, 196(2), 1–38.

- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351–371.
- Shanahan, T. (1992). Reading comprehension as a conversation with an author. In M. Pressley, K. R. Harris, & J. T. Guthrie (Eds.), *Promoting academic competence and literacy in school*. San Diego, CA: Academic Press.
- Sternberg, R. J. (1988). *Intelligence applied*. Orlando, FL: Harcourt Brace Jovanovich.
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1(1), 3–14.
- 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). Academic Press.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64–70.
- Zohar, A., & David, A. B. (2009). Paving a clear path in a thick forest: A conceptual analysis of a metacognitive component in the teaching of higher-order thinking. *Metacognition and Learning*, 4(3), 177–195.



MEB-BİLSEM OKULLARINDA ÖĞRENİM GÖREN ORTAOKUL BİRİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ¹

“ ”

Ali ERASLAN²
Mualla DEMİRCİ³

1 Bu çalışma yazarların 'MEB-Bilsem Okullarında Öğrenim Gören Ortaokul Birinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin İncelenmesi' başlıklı tezinden üretilmiştir.

2 Prof. Dr., Ondokuzmayıs Üniversitesi, Eğitim Fak., İlköğretim Matematik Eğitimi ABD. ORCID: 0000-0003-4006-9363

3 Y. Lisans Öğr., Ondokuzmayıs Üniversitesi, Eğitim Fak. ORCID: 0009-0009-7410-4105

GİRİŞ

Matematik insanlar tarafından iyi bir yaşam ve kariyerin kapısını açan önemli bir araç olarak görülmektedir. Bu nedenle her alanda olduğu gibi matematik eğitimi alanında da yeniliklere ve değişimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Matematik eğitiminin hedefleri göz önüne alındığında günümüzde sadece rutin matematiksel işlem süreçlerini ezberlemek ve bunu benzer problem durumlarına uygulamak yeterli değildir (Lesh ve Zawojewsky, 2007). Matematik eğitiminde özellikle ihtiyaç duyulan şey matematiğin günlük yaşam ile bağdaştırılmasıdır. Yapılan çalışmalar öğrencilerin günlük yaşam matematiği ile okul matematiğini farklı algılayarak ilişkilendirmede zorluklar yaşadığını ortaya koymaktadır. (Lesh ve Zawojewsky, 2007). Matematiği günlük yaşam ile ilişkilendirmek matematiğe karşı tutum ve bakış açısını etkilemektedir. Bu nedenle öğrenciler matematiğin soyut ve gerçek dünyadan bağımsız bir disiplin olduğunu düşünmektedirler. Bu sorun için matematik eğitiminde kullanılan yöntem ve tekniklerde son yıllarda birtakım değişiklikler meydana gelmiştir. Öğrencileri gerçek yaşam problemleriyle bir araya getirip onlara çözüm önerileri getirmelerine ve matematiksel olarak ifade etmelerine imkân tanıyan matematiksel modelleme yaklaşımı ise bunlardan sadece birisidir (Kertil, 2008). Matematiksel modelleme gerçek yaşam ile matematiği ilişkilendirme konusunda etkili bir yöntemdir. Matematiksel modelleme sürecinde öğrenciler sadece problemdeki verileri değil gerçek yaşam bilgilerini de kullanarak matematik ve gerçek yaşamı ilişkilendirme deneyimi yaşamış olurlar. Öğrencilerin aktif olarak katıldığı gerçek hayat durumlarını temsil eden karmaşık problemlerin çözümünde matematiksel model ve modelleme perspektifinden faydalanılabilir (Sriraman ve Lesh, 2006). Modellemenin öğrencilere kendi yaşamlarında ve yaşadıkları toplumdaki önemli konular üzerinde düşünme, inceleme ve analiz etme olanağı sunması onların matematiği sevmesine ve matematik yapmanın önemini anlamalarına olanak tanımaktadır (Greer vd., 2007).

Model oluşturma etkinliklerinin öğrencilere sağladığı yararlar dikkate alındığında tüm dünyada matematik eğitimi alanında yapılan çalışmalarda matematiksel model ve modelleme araştırmaları yoğun şekilde ilgi görmektedir (Blum ve Ferri, 2009; Ferrando ve Albarracin, 2021; Wang, Zhang, Xie ve Liu, 2022). Benzer şekilde son yirmi yılda ülkemizde de matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir (Şahin ve Bedir, 2024; Pala, 2015; Karabörk, 2016; Şahin ve Eraslan, 2017a, 2017b ; Bakırcı, 2016; Cinislioğlu, 2017; Şahin ve Eraslan, 2019; Çavuş-Erdem ve Gürbüz, 2018; Çora, 2018; Eraslan ve Şahin, 2018; Alkan, 2019; Karakaş, 2020; Deniz, 2020; Dinç, 2020; Şahin ve Eraslan, 2016a, 2016b, 2016c ; Tatlı-Uluşık, 2023; Özulu , 2021; Özgen ve Şeker, 2021; Eraslan ve Şahin, 2024). Diğer taraftan ulusal literatürde özel yetenekli öğrencilere yönelik matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmaların sayısının oldukça az olduğu belirlenmiştir. Bu-

lunan tek çalışmada Şengil-Akar (2017) üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının matematiksel modelleme sürecine etkisini incelemiştir. Dolayısıyla yapılan bu çalışmanın amacı MEB-BİLSEM okullarında öğrenim gören ortaokul birinci sınıf özel yetenekli öğrencilerin model oluşturma süreçlerini incelemek, eğer varsa karşılaştıkları zorlukları tespit etmek ve bu konuda varolan literatürü zenginleştirmektir.

Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM)

Günümüzde özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler üstün veya özel yetenekli çocukların eğitiminde farklı yöntem ve uygulamalar kullanmaktadır. Birçok ülke özel yetenekli öğrencilerin potansiyellerini tam olarak ortaya çıkararak ekonomik olarak kalkınma ve rekabet edebilirliklerini artırmak istemektedirler. Bu nedenle özel yetenekli bireyler uygulanan farklı eğitim sistemleri ve yöntemleri ile desteklenmektedir (Özer, 2021). Ayrıca tanım olarak üstün yetenekliliğin sadece üstün genel zekâ potansiyeline sahip olma ile sınırlı olmamasından kaynaklı, günümüzde *üstün zekalı* yerine *üstün yetenekli* kavramının kullanımı tercih edilmektedir. Bunun bir diğer nedeni de zekanın daha çok etkileyici olmasındandır. *Üstün yeteneklilik* kavramının yanında *özel yeteneklilik* kavramını tercih edenlerinde olduğu bilinmektedir (Özbay, 2013). Ülkemizde ise özel yeteneklilerin eğitimi için en büyük katkıyı Bilim ve Sanat Merkezleri sağlamaktadır. BİLSEM'ler örgün eğitim kurumlarına devam etmekte olan genel zihinsel yetenek, görsel sanatlar ve müzik yetenek alanlarında özel yetenekli olarak seçilmiş öğrencilere yeteneklerini geliştirmelerinde destek olmaktadır.

Matematiksel Modelleme Süreçleri

Matematiksel modelleme gerçek dünyadaki bir durumun matematiksel bir probleme dönüştürülmesi sürecidir. Bu dönüşüm matematiksel bir model aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Blum ve Ferri (2009) matematiksel modelleme sürecini dört basamaktan oluşan bir döngü ile açıklamışlardır. Bu döngüde yer alan dört aşama sırasıyla: (a) *Problemi anlama*; problemin okunduğu anlamlandırıldığı ve zihinde canlandırıldığı aşamadır. Öğrenciler problemde verilenleri ve istenenleri ya da zihinlerinde canlandırdıklarını çizme eğilimindedirler, (b) *Model oluşturma*; problemde veri isteniyorsa istenen verilerin toplandığı, veriler varsa verilerin düzenlendiği aşamadır. Öğrenciler çözüme yönelik varsayımlar üretip çözüme en uygun modelleri oluşturmaya çalışırlar, (c) *Matematik kullanımı*; uygun olan matematiksel işlemlerin yapıldığı ve matematiksel sonuçların bulunduğu aşamadır ve (d) *Sonucu açıklama*; bulunan sonucun rapor şeklinde yazıldığı ve sonuca ulaşılan aşamaların açıklandığı basamaktır.

YÖNTEM

Bu çalışma BİLSEM’de öğrenim gören ortaokul birinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesini ve varsa süreç içerisinde ortaya çıkan güçlükleri belirlemeyi amaçlayan nitel bir çalışmadır. Çalışmanın deseni bir grup veya olayı derinlemesine inceleme ve analiz etme olarak tanımlanan *durum* çalışmasıdır. Durum çalışması bir veya birkaç durumu kendi sınırları içinde bütüncül olarak analiz etmektir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu çalışmada ortaokul birinci sınıf öğrencilerinden oluşan dörder kişilik iki ayrı odak grubu içeren çoklu durum desenini kullanılmıştır.

Araştırma Grubu

Araştırma Karadeniz Bölgesinde yer alan küçük bir şehrin MEB’e bağlı Bilim ve Sanat Merkezinde gerçekleştirilmiştir. 24 öğretmenin çalıştığı ve 11 derslik bulunan bu kurumda toplam 306 öğrenci öğrenim görmektedir. Araştırmanın katılımcı grubu Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme Programı (BYF) uygulanan 2023-2024 eğitim ve öğretim yılındaki ortaokul birinci sınıf kademesinde olan 12 öğrenciden oluşmaktadır. Her biri dört kişiden oluşan üç odak grup ile toplam beş hafta boyunca her hafta farklı bir model oluşturma etkinliği uygulanarak ön çalışma gerçekleştirilmiştir. Ön çalışmalar boyunca grupların uyumları ve model oluşturma etkinliklerindeki performansları incelenerek asıl çalışmaya katılacak dörder kişilik iki grup belirlenmiştir. Bu çalışmada zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına imkân tanıyan amaçlı örneklem yöntemlerinden *ölçüt örnekleme* kullanılmıştır (Patton, 2002). Belirlenen grupların seçilmesinde şu ölçütler kullanılmıştır: (a) gruptaki öğrencilerin beraber uyum içinde çalışması, (b) gruptaki öğrencilerin istekli ve başarılı olması ve (c) gruptaki öğrencilerin kendilerini açıkça ifade edebilen özgüveni yüksek bireyler olmasıdır.

Ön Çalışma ve Uygulama Süreci

Bu çalışmada daha önce model oluşturma etkinlikleri hakkında bilgi ve deneyimi olmayan 12 öğrenciye ön çalışma sürecinin başında 60 dakika boyunca matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleri hakkında bilgilendirme sunumu yapılmıştır. Daha sonra öğrencilere kendi istekleri doğrultusunda dört kişilik gruplara ayrılmaları ve gruplarına bir isim bulmaları söylenmiştir. Uygulanan örnek model oluşturma etkinliklerini tamamlayabilmeleri için 80 dakika süre verilmiştir. Ön çalışma ve asıl çalışma sürecinde modelleme etkinlikleri şu sırada uygulanmıştır: (a) hazırlık, (b) model oluşturma ve rapor yazma ve (c) raporun sunumu.

Veri Toplama Aracı: Pastacılar Yarışıyor Problemi

Ön uygulama sonrasında yapılan asıl uygulamada veri toplama aracı olarak *Pastacılar Yarışıyor* problemi kullanılmıştır. *Pastacılar Yarışıyor* problemi öğrencilerden problem metnini okuyup verilen tablo, pasta grafiklerine göre

yorumlayıp, verileri karşılaştırma, sıralama gibi bir takım matematiksel işlemler ile düzenleyip gerçek yaşam bağlamında model oluşturmalarını isteyen bir model oluşturma etkinliğidir (Eraslan ve Şahin, 2023).

Veri Toplama Yöntemi

Yapılan ön uygulama sürecindeki sergiledikleri performanslar ve grup içi beraber çalışma uyumları ölçüt alınarak üç grup içerisinde Pandalar ve Keçiler adlı dörder kişilik iki grup asıl problemin (Pastacılar yarışıyor) çözümü için beraber çalışmaları istenmiş, her bir süreç 80 dakika sürmüş ve ayrı ayrı video kaydına alınmıştır. Öğrencilerin mektup formatındaki raporları ve çalışma kağıtları da veri kaynakları olarak toplanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmada BİLSEM ortaokul birinci sınıf öğrencilerinin *Pastacılar Yarışıyor* isimli model oluşturma etkinliğinde ürettikleri varsayım ve çözümler, oluşturdıkları modeller betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Betimsel analizde elde edilen veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu amaçla elde edilen veriler önce sistematik ve açık biçimde betimlenir daha sonra yapılan bu betimlemeler açıklanır, yorumlanır, neden sonuç ilişkileri irdelenerek birtakım sonuçlara ulaşılır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu çalışmada BİLSEM’de öğrenim gören ortaokul birinci sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliği üzerindeki düşünme süreçleri boyunca elde edilen veriler (transkriptler, çalışma kâğıtları, gözlem notları ve sonuç raporları) Blum ve Ferri tarafından geliştirilen model oluşturma süreç döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Lincoln ve Guba (1985) nitel araştırmada güvenilirlik ve geçerlik kavramlarını, geleneksel paradigmadaki güvenilirlik geçerlik kriterlerine paralel kavramlar olarak yeniden oluşturmuşlardır. Bu kavramlar; uzun süreli etkileşim, derin odaklı veri toplama, üçgenleme (triangulation), uzman incelemesi, katılımcı teyidi, tutarlılık incelemesi, teyit incelemesi, aktarılabilirlik ve ayrıntılı betimlemedir. Creswell (1998) güvenilirlik ve geçerliği sağlamak amacıyla yukarıda verilen özelliklerden en az ikisinin sağlanmasının bir nitel araştırma için yeterli olacağını söylemiştir. Çalışma süreci boyunca bu özelliklerden uzun süreli etkileşim, derin odaklı veri toplama, üçgenleme (triangulation), uzman incelemesi ve ayrıntılı betimleme gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Gruplar kendi istekleri üzerine birinci grup *Pandalar* ikinci grup *Keçiler* olarak adlandırılmıştır. İki odak gruba *Pastacılar Yarışıyor* modelleme etkinliği verilerek öğrencilerin üzerinde çalışmaları istenmiştir.

1. Pandalar Odak Grubuna İlişkin Bulgular

Odak grup çalışmasında yer alan öğrencilerin matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları model oluşturma süreçlerinin bir kısmı sırasıyla ve meydana geldiği şekilde aşağıda sunulmuştur.

Model Oluşturma Süreçleri

Problemi Anlama Matematik Kullanımı

Gruba problem dağıtılmadan önce öğrencilere pastayı sevip sevmedikleri ve televizyonda *Masterchef* yarışmasını izleyip izlemedikleri sorulmuştur. Öğrencilerin izlediklerini belirtmeleri üzerine yarışmada dereceleri neye göre belirledikleri sorulmuş, şeflerin ve jürilerin görüşlerinin yarışmanın sonucuna nasıl etki ettiği tartışılmıştır. Daha sonra model oluşturma etkinliği gruba verilerek beraber çalışmalarını istenmiştir.

Ceylin: *Ece sesli oku!*

Mina: *Aa damla çikolatalı*

Mina: *Hangisinde damla çikolata daha güzel olur onu mu soruyor?*

Ece: *Geleceğin mucitlerine, Pastacılar Yarışıyor yarışmasında son dört yarışmacı kaldı ve son etaplarda onları zorlamak istiyorum. Yarışmacılardan damla çikolatalı kurabiye yapmalarını istedim... (Problemi sesli bir şekilde okur)*

Mina: *Devam et okumaya*

Ece: *Dördüncü Müşterilerin orta büyüklükteki damla çikolatalardan ...*

Bu bölümde Pandalar grubundan Ece problemi sesli olarak okumakta ve grupça problemi anlamaya çalışmaktadırlar. Devamında grup üyeleri yarışmacıları nasıl sıralayacaklarına karar vermeye çalışırken aynı zamanda çikolatanın erime hızlarını da hesaplamaya başlamışlardır.

Ece: *Bu verileri kullanarak, birinci yarışmacıdan, dördüncü yarışmacıya doğru sıralama yapacağız. Yani birlikte...*

Ceylin: *Yani bu tabloya bakarak kim daha iyi yapıyor birinci, ikinci, üçüncü diye sıralama yapacağız.*

Mina: *Hadi ya odaklanalım.*

Ceylin: *Çikolatanın erime hızları...*

Mina: *Onu az önce hesapladım 20'de 3, 20'de 4, 20'de 2*

Buket: *Yüzdelere mi baksak.*

Ece: *9'da 6, 9'da 1, 9'da 2 yani 9'da 9 oluyor (Hasan'ın damla çikolatalarına bakarak).*

Mina: 9'da 9 olan hangisi?

Ceylin: Bence Jale olamaz

Mina: Daha bakmadın bile neden Jale olamaz dedin?

Yukarıda Ece ve Ceylin sıralama yapmaları gerektiğini ifade etmişlerdir. Ceylin önce erime hızlarını dikkate almıştır. Mina, Ceylin ile aynı anda erime hızlarını hesapladığını ve bunun için paydaları 20'ye eşitlediğini ifade etmiştir. Burada bireysel olarak zihinden sıralama yapmaya çalıştıkları görülmektedir. Buket ise yüzde olarak hesaplama yapmayı teklif etmiştir. Ece, Hasan'ın damla çikolatalarını incelerken verilen tüm kesirleri toplamış ve bir tama ulaşmıştır. Ceylin ilk tahminini ortaya koyarken Mina hepsinin incelenmediğini ifade ederek itiraz etmiştir. Devamında grup üyeleri aşağıda çikolatanın erime hızı ile büyüklüğü üzerine aşağıdaki şekilde bir tartışma gerçekleştirmişlerdir.

Buket: Bizim ilk başta tablo oluşturmamız lazım.

Mina: 7 bölü 21 desem...bu arada ben Hasan'ın çikolatasının ağızda erime hızı fazla mı az mı hesaplayamıyorum. Çünkü 20 ile 21 arasında bir fark var.

Mina: 10'un çeyreği kaç ya? Herhalde en büyük çikolata Sude'nin çikolatası hesaplamalarımıza göre. 10'da 3, 4'te 1'ine mi eşit?

Buket: Ne sorduğunu anlasam söylicem (Gülerek).

Mina: Diyorum ki Jale' nin damla çikolatasındaki büyüklük 10'da 3 ya Sude'nin damla çikolatasındaki büyüklüğün kaçta kaç? Biri 10'da 3 biri 4'te 1. Biri çeyrek biri ... Biri çeyrekten biraz az. O zaman en büyük çikolata evet Sude'nin.

Buket: 1 yazsaydın ya.

Mina: Hayır ona göre karar veremeyiz. En fazla damla çikolatanın erime hızı... Neyse ona bakalım şu an. 5' te 1 kaç ediyor ya!

Ceylin: Erime hızı yani en hızlı olan Sude değil mi?

Mina: Hayır. En hızlı eriyen Sude mi? Abartma!

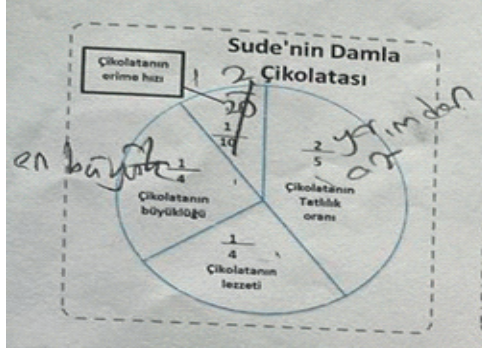
Ceylin: En hızlı eriyen Sude ya.

Mina: 20'den hesaplayacaksın.

Ceylin: Evet.

Yukarıda Buket tablo oluşturmak isterken Mina ile Ceylin sıralama yapmaya çalışmaktadırlar. Bu aşamada uygun işlemleri bulmaya çalışmaktadırlar. Mina erime hızlarında sıralama yaparken payda eşitlemeye çalışmaktadır fakat paydaların hepsinin 20'ye eşitlenmediğini görmüştür. Daha sonra çiko-

latanın büyüklüğü ile ilgili sıralama girişiminde bulunmuş burada da 3 bölü 10 kesrinin çeyrekten daha az ya da fazla olup olmadığına bakarak uygun işlemi bulmaya çalışmıştır. En büyük çikolatanın Sude'ninki olduğuna karar verdikten sonra Buket onu birinci olarak yazması gerektiğini söylemiştir. Fakat Mina birinciye sadece çikolatanın büyüklüğüne bakarak karar verilemeyeceğini belirtmiştir. Aşağıdaki şekilde sadece Sude'nin damla çikolatasının büyüklüğü yazan bölüme en büyük yazılmıştır. Ceylin ise hızlı erime konusunda aynı Mina gibi sıralama yapmaya çalışırken Sude'nin damla çikolatasının daha hızlı eridiğini belirtmiştir.



Şekil 4.1. Pandalar Grubuna Ait Damla Çikolatanın Büyüklük Kıyası

Model Oluşturma

Grup üyeleri çikolatanın erime hızı, lezzeti, tatlılık oranı ve büyüklüğü hakkında kendi aralarında tartışarak varsayımlar üretmeye ve modeller oluşturmaya başlamışlardır. Bunlardan çikolatanın büyüklüğü ve özellikleri üzerine kendi aralarındaki tartışma aşağıdaki gibi gelişmiştir:

Buket: Bak Çikolatanın büyüklüğü hakkında şey diyor.

Mina: İri taneli olsun diyor.

Ceylin: Arkadaşlar Hasan sonuncu bence çünkü Hasan'ın hiçbir şeyde en iyiliği yok zaten.

Mina: Yani iri taneli olmalı ki ağzına çok tat gelsin. Yani en büyük çikolata parçacıklı şu an aralarında en iyi olanlardan biri olmalı. En büyük olan Sude'nin.

Ece: Barış değil mi ya? (yazdığı kâğıda bakarak)

Mina: Şunu bi versene. Ne yapıyorsun?

Ece: Sıralamayı yazıyorum. Barış-Hasan o kesin bence.

Mina: Fiyatına göre yapma işte.

Ece: Ya fiyatına göre yapmıyorum. Çoğunlukla Barış'ın. Bence 1. ya da 2. Barış ama ilk ikide. Fiyatı da uygun.

Ceylin: Arkadaşlar Hasan kesin sonuncu çünkü hiçbir şeyde en iyi değil yani.

Bu kısımda Buket ve Mina çikolatanın büyüklüğü konusunda emin olmak için problemde verilen çikolatanın özelliklerini tekrar gözden geçirmektedirler. Bu süreçte hem kesirlerin büyüklük ve küçüklüğü hakkında tartışmalar yaşanırken hem de çikolata için istenen özellikleri dikkate alınarak seçilmeye çalışılmaktadır. Ece sıralama yaparken Mina ona sadece fiyata göre bakmaması konusunda müdahale ederken Ceylin ise Hasan'ın en iyi olduğu hiçbir kriter olmadığını 'Hasan kesin sonuncu' şeklinde dile getirilmiştir. Burada öğrenciler sistematik olmayan tahmine dayalı sıralamaları yazdıkları bir *tahmin tablosu* oluşturmuşlardır. Daha sonra damla çikolatalar için müşterilerin istedikleri özelliklere en uygun olacak şekilde yarışmacılara yaptıkları sıralamalara göre bir puan vererek yeni bir *puanlama sistemi* oluşturmuşlardır. *Puanlama sistemine* göre uygun özellikler doğrultusunda birinci sırada yer alan kişiye 1-puan, ikinciye 2-puan şeklinde devam eden aşağıdaki puanlama tablosu oluşturmuşlardır.

		Lezzet	Büyüklik	Erime Hızı	Tatlılık	Fiyat
Jale		1	1	2	4	3
Barış		2	4	3	1	2
Hasan		3	3	1	3	1
Sude		2	2	4	2	4
Jale	Jale	1. Jale	1. Jale	1. Hasan	1. Barış	1. Hasan
Hasan	Barış	2. Barış	2. Sude	2. Jale	2. Sude	2. Barış
Barış	Hasan	3. Sude	3. Hasan	3. Barış	3. Hasan	3. Jale
Sude	Sude	4. Hasan	4. Barış	4. Sude	4. Jale	4. Sude

Daha sonrada puanı az olan kişilerin müşterilerin en iyi kurabiyede aradıkları özelliklere sahip damla çikolatalar oldukları varsayımından hareket ederek en düşük puana *altın*, ortanca puana *gümüş* ve en yüksek puana *bronz* madalya vererek var olan modellerini *madalya sistemiyle* geliştirmişlerdir.

Sonucu Açıklama

Grup üyeleri çikolatanın büyüklüğü, lezzeti, erime hızı ve tatlılık oranı kriterlerini kullanarak oluşturdukları tablo üzerinden raporlarını yazmış ve tartışmayı sonlandırmışlardır.

2. Keçiler Odak Grubuna İlişkin Bulgular

Odak grup çalışmasında yer alan öğrencilerin matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları model oluşturma süreçlerinin bir kısmı

sırasıyla ve meydana geldiği şekilde aşağıda sunulmuştur.

Model Oluşturma Süreçleri

Problemi Anlama

Aynı şekilde gruba problem dağıtılmadan önce televizyonda *Masterchef* yarışmasını izleyip izlemedikleri sorulup bunun hakkında yeterli bir tartışılma yapıldıktan sonra model oluşturma etkinliği gruba verilerek beraber çalışmaları istenmiştir.

Özgür: *Bence Sude'nin damla çikolataları var ya Furkan en pahalıları en pahalıysa en kalitelidir diye düşünüyorum. Bence öyle.*

Murat: *Mesela Toros BMW'den daha sağlam ama daha ucuz.*

Özgür: *Ama sadece 100 gram.*

Murat: *Kaç gram kullandığını da hesaplamalıyız ona göre.*

Özgür: *Yani büyük ihtimalle şöyle yapacağız aldığı fiyat var ya ay fiyat diyorum aldığı gram var ya onu aldığı paket 100 gramlıkmiş kurabiyesinde ne kadar kullanmış onu bulmalıyız.*

Murat: *Evet*

Özgür: *Bakalım Sude dörtte birini kullanmış.*

Murat: *Tablo şurası değil mi*

Özgür: *Evet*

Murat: *Büyüklik tablosu nerede*

Furkan: *Bütün sayfa*

Murat: *Birinci yarışmacıdan dördüncü yarışmacıya kadar sıralayacağız. Yani sıralama yapacağız. Burada istatistikleri vermiş. Damla çikolata lezzetli olmalı...*

Yukarıdaki alıntılarda grup üyeleri problemde verilen nicelikleri bera-berce anlamlandırmaya çalışmaktadırlar. Özgür pahalı olan çikolatanın daha kaliteli olacağını belirtmiştir. Bu konuda araba modelleri üzerinden örnek vererek bu fikrini desteklemeye çalışmıştır. Ayrıca çikolatanın gram olarak 100 gram olarak yazıldığını belirtmiş ve 'kurabiyesinde ne kadar kullanmış' olduğunun bulunması gerektiğini ifade etmiştir. Murat ise Özgür'ü desteklemiş ve öncesinde kaç gramını kullandıklarını bulmaları gerektiğini belirtmiştir.

Matematik Kullanımı Model Oluşturma

Burada grup üyeleri çikolatanın erime hızı, lezzeti, tatlılık oranı ve büyüklüğü hakkında kendi aralarında tartışarak varsayımlar üretmeye başlamışlardır. Değişkenlerden 'çikolatanın erime hızının' yorumlanmasında yüz-

de hesabından hareket edilmesi konusunda Özgür ile Murat arasında aşağıdaki şekilde bir tartışma gelişmiştir.

Özgür: 100'ü 5'e böl 20, oranı ne kadar düşükse o kadar fazla çıkar sonuç. Yani ne kadar fazla çıkarsa o kadar yukarı süredir. 20'de 3 yine Barış.

Murat: O zaman çikolatanın bir dakika çikolatanın erime hızı 20'de 3 ... 15 dakika olarak alsak bunu hatta 15 dakika diyelim yazalım 15 dakika.

Özgür: Nasıl hesapladın?

Furkan: Tahmin.

Murat: 20'yi 3'e bölsek 6...

Özgür: Yok yok hayır hayır yüzdeden gidelim.

Murat: Tamam %15 diyelim

Özgür: Diğerlerinin erime oranına bakalım. Erime oranları nerede hah burada... Yasin hesap makinası çıkarır mısın? Yüzü üçe böleceğiz

Alıntılardan Özgür erime hızı konusunda yüzde hesabı yapmış ve buna göre de sonuçta çıkan sayının büyük olmasını sürenin büyük olması gibi değerlendirmiştir. Hız hesabı yapmasına rağmen süre olarak düşündüğü için Barış'ı dikkate almıştır. Murat da Özgür gibi yüzde hesabı yaparak diğer verilere bakmıştır. Hesaplama yaparken hesap makinasından yardım almışlardır. Verilen çikolatanın erime hızı kesirlerinin paydasını yüz yaparak hesap makinası yardımıyla hesaplamışlardır.

Model Oluşturma

Sonucu Açıklama

Sonucu açıklama aşamasına geçerken grup üyeleri damla çikolatasının fiyatının ucuz veya pahalı olması durumlarından hangisinin daha ideal olacağını kendi aralarında aşağıdaki şekilde tartışmışlardır.

Özgür: Kim birinci oldu peki? Aaa dedim dediim pahalı olan birincidir dedim.

Murat: Oğlum bu sadece puanda birinci zeki.

Özgür: Bak puanda birinci fiyat en pahalısı puanda ikinci fiyatta en pahalısı ikinci

Murat: Ama bunlar eşit fiyatlar farklı

Özgür: 10 kuruşluk bişey

Murat: Ona bakarsan bu da 30 kuruş. Tamam mı anladın mı?

Özgür: Bence pahalı olan daha iyi

Yasin: Bence de pahalı olan daha iyi.

Murat: Ama 0,10 TL farklar var 0,10 TL'den on tane alsan 1 TL kar ediyorsun. Koskoca pastane ne olduğunu düşün mesela.

Özgür: Barış bence 3. olabilir.

Murat: Bilmiyorum. Bence ucuz olanını alalım 0,10 TL yani 1 TL felanda fark yok arada.

Özgür: Peki şöyle olabilir mi 0,10 TL zarardasın ya atıyorum sen 1 TL zarar ettin o seni zararını azaltabilir.

Murat: Ya zarar ettiğin şey senin zararını nasıl azaltsın (gülerek).

Özgür: Yani 0,10 TL daha az ödüyorsun ya o şekilde.

Murat: Tamam işte 0,10 TL daha az ödeyen seçeceğiz tamam o zaman benim dediğime geldin Hasan üçüncü oluyor.

Yukarıdaki alıntılarda Özgür yaptıkları puanlama sistemine göre seçtikleri birincinin damla çikolatasının fiyatının da pahalı olduğunu görünce en pahalı olan en ideal olandır tahminine kanıt bulduğunu belirtmiştir. Ancak Murat puan açısından eşit olan iki kişinin fiyatlarının farklı olduğunu belirterek Özgür'ün iddiasını çürüttüğünü söylemiştir. Ayrıca *fiyata* bakmadan sıralama yapmak istemiştir. Özgür fiyatı *pahalı olan* çikolatanın daha kaliteli olduğunu belirterek *pahalı olanın daha ideal* olduğu fikrini öne sürmüşlerdir. Murat daha sonra fikrini değiştirerek *fiyatı ucuz olanın* daha ideal olduğunu söylemiştir. Özgür, Murat'ın verdiği örnek sonrasında arada çok fazla fiyat farkı olmadığını ve ucuz fiyatlı olan kişiyi en ideal olarak dikkate almayı kabul etmiştir. Böylece sıralamayı yeniden düzenleyerek *raporlarını* yazmaya başlamışlardır. Aşağıda *puanlama sistemine* göre yaptıkları tablo verilmiştir.

Sude	Barış	Jale	Hasan	
2.	2.	1.	3.	
2.	1.	4.	3.	
1.	4.	3.	2.	
2.	4.	1.	3.	
Puan:	7	11	9	11
Fiyat :	20.20	30.20	20.20	
30.50				

Keçiler Grubunun Puan Tablosu

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Karadeniz Bölgesinde yer alan küçük bir şehirde bulunan BİLSEM’de öğrenim gören ortaokul birinci sınıf öğrencilerinden oluşan dörder kişilik iki grubun Pastacılar Yarışıyor problemi üzerinde modelleme becerileri incelenmiş ve önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Bu araştırma BİLSEM öğrencilerinin problemi anlama, model oluşturma, matematik kullanımı ve sonucu açıklama aşamalarında birtakım zorluklarla karşılaştıklarını ortaya koymuştur. *Pandalar* grubu *problemi anlama* aşamasında problem metnini hep birlikte okuyarak anlamaya çalışmışlardır. Öğrenciler yazılı olarak verilen en iyi kurabiyede olması gerekirken özellikleri yüzeysel bir biçimde incelemiş ve yarışmacılara ait damla çikolataların sahip olduğu özellikleri kesirlerle ifade edilen daire grafiklerine odaklanmışlardır. Grup üyeleri müşterilerin en iyi kurabiyede aradıkları özelliklere sahip damla çikolataları sıralamak için en iyi damla çikolatalara ait özellikleri tekrar tekrar okumuşlar ve birlikte sunulan veri tablosunu inceleyerek anlamlandırmaya çalışmışlardır. Daha sonra hızlı bir şekilde sonuca ulaşmak için problemi tam olarak anlamadan kendilerine problemde sunulan sayısal veriler üzerinden matematiksel işlemler yapmaya çalışmışlardır. Benzer şekilde devlet okullarında ortaokul öğrencileri ile çalışma yapan Şahin ve Bedir (2024), Blum ve Ferri (2009), Blum ve Leiß (2007), İnan (2018), Kant (2011) ve Duman’ın (2019) çalışmalarında da öğrencilerin problemi anlama aşamasında güçlüklerle karşılaştıkları belirtilmiştir. Keçiler grubu da *problemi anlama* aşamasında yarışmacılara ait damla çikolataların yüz gramının fiyatını belirten *fiyat tablosuna* odaklanmışlardır. *Fiyat tablosunda* verilen damla çikolata fiyatlarına göre hangi damla çikolatanın daha ideal olacağı konusunda pahalı olan ve ucuz olan damla çikolataların fiyatlarını gerçek yaşamda araba satın alma örneği ile ilişkilendirmişlerdir. Gerçek yaşamda ucuz ve pahalı arabaların avantaj ve dezavantajlarını karşılaştırıp fiyat tablosunda damla çikolataları yapan yarışmacılara ait çikolatalardan hangisinin daha uygun olacağı hakkında değerlendirme yapmışlardır. Ayrıca fiyat tablosundaki damla çikolataların yüz gramlarının fiyatını daire grafiği şeklinde sunulan veriler ile ilişkilendirmeye çalışmışlardır.

Her iki grup da problemi anlama aşamasında damla çikolataların erime hızıyla ilgili olarak yarışmacılara ait verilen kesirlerden hangisinin ideal (kolay ve hızlı eriyen) olduğunu belirlemeye çalışırken büyük kesrin mi yoksa küçük kesrin mi daha ideal erime hızını ifade ettiği konusunda tartışmış ve süreç içerisinde sık sık aranan kurabiyenin özelliklerine dönerek en uygun damla çikolatanın özelliklerini daire grafiğindeki veriler ile ilişkilendirmeye çalışmışlardır. Öğrencilerin model oluşturma etkinliklerinde ilk olarak problem metninden ziyade problemde verilen tablo, grafik gibi görsel verilere odaklandıkları başka çalışmalarda da vurgulanmıştır. Devlet okulunda ortaokul ilk ve son sınıf öğrencileri ile çalışma yapan Aydoğan (2022) ile English

ve Watters (2005) çalışmalarında öğrencilerin görsel verilere odaklandıkları vurgulanmıştır.

Pandalar grubu *model oluşturma* aşamasında birçok varsayım geliştirmiştir. Problemden verilen yarışmacıları müşterilerin damla çikolatalarda aradığı özelliklere göre sıralamaları gerektiğini düşünmüşlerdir. Sıralama yaparken önce bireysel olarak sistematik olmayan tahmine dayalı sıralamaları yazdıkları bir *tahmin tablosu* oluşturmuşlardır. Daha sonra damla çikolatalar için müşterilerin istedikleri özelliklere en uygun olacak şekilde yarışmacılara yaptıkları sıralamalara göre bir puan vererek yeni bir *puanlama sistemi* oluşturmuşlardır. *Puanlama sistemine* göre uygun özellikler doğrultusunda birinci sırada yer alan kişiye 1-puan, ikinciye 2-puan şeklinde *puanlama tablosu* oluşturmuşlardır. Buna göre puanı az olan kişilerin müşterilerin en iyi kurabiyede aradıkları özelliklere sahip damla çikolatalar olduklarını belirlemişlerdir. Oluşturdukları puanlama tablosundaki sıralamayı gerçek hayatta spor yarışmalarında dereceye giren sporculara verilen *madalya sistemiyle* ilişkilendirerek puanlarına göre en düşük puana *altın*, ortanca puana *gümüş* ve en yüksek puana *bronz* madalya vererek var olan modellerini geliştirmişlerdir. Bu şekilde oluşturdukları modellerini gerçek yaşam ile ilişkilendirerek genellenebilir hale getirmeye çalışmışlardır.

Keçiler grubu *model oluşturma aşamasında* müşterilerin damla çikolatalarda aradıkları özelliklere göre yarışmacıları sıralamaları gerektiğini düşünmüşlerdir. Pandalar grubuna benzer şekilde bir *puanlama sistemi* kullanarak yarışmacılara sıralamalarına göre puanlar vermişlerdir. Ayrıca oluşturdukları modeli gerçek yaşamdaki *madalya sistemiyle* ilişkilendirerek Pandalar grubundaki gibi bir sıralama yapmayı planlamışlardır. Ancak madalya sıralama modelinden vazgeçip oluşturdukları puanlama sistemine göre hazırladıkları tablo üzerinden bir model geliştirmişlerdir. Her iki grupta da model oluşturma aşamasında *puanlama sistemi* geliştirmiş ve puanları oluşturdukları sıralamada az olan puana sahip bireyin daha ideal çikolataya sahip olduğu varsayımı üzerine kurmuşlardır. Benzer şekilde devlet okulunda ortaokul ilk ve son sınıflar ile çalışma yapan Aydoğan (2022), ortaokul üçüncü sınıflar ile çalışma yapan Kabar ve İnan (2018), beşinci sınıflar ile çalışma yapan English (2007), altıncı sınıflar ile çalışma yapan English ve Watters'ın (2005) çalışmalarında da öğrenciler verileri azaltıp yalınlaştırmak için *puanlama sistemi* geliştirmişlerdir.

Pandalar grubu *matematik kullanımı* aşamasında kesirleri sıralamak için payda eşitleme, yüzdelik gösterime çevirme, yarıma veya çeyreğe yakınlık gibi çeşitli yöntemlerden yararlanmışlar fakat bunlardan payda eşitleme ve yarıma yakınlık yöntemlerinin kullanımında güçlüklerle karşılaşmışlardır. Veri tablosunda verilen kesirler üzerinde matematiksel işlemler yapıp sıralayarak *puanlama sistemi* oluşturmuşlardır. Oluşturdukları puanlama sistemi tablosunda her bir yarışmacının bulunduğu sıralamadaki sayısal verilerin

toplamını alarak yeni bir veri seti elde etmiş ve bunu spor yarışmalarında ilk üçe girerek derece alanlara verilen *madalya sistemine* dönüştürmüşlerdir. Keçiler grubu ise veri tablosunda yer alan yarışmacılara ait damla çikolataların erime hızı, tatlılık, büyüklük ve lezzetlerinin oranını ifade eden kesirleri yüzdelik gösterime dönüştürmüşlerdir. Bu dönüştürme sürecinde zihinsel işlem yoluyla yaklaşık değeri bulmaya çalışırken aynı zamanda hesap makinesinden de yararlanmışlardır. Yüzdelik gösterime dönüştürdükleri kesirleri sıralayarak bir *puanlama sistemi* geliştirmişler daha sonra kesrin bulunduğu sıradan almış olduğu sıralama puanlarının toplamına göre en az puana sahip kişiyi birinci daha sonraki en az puana sahip olan ikinci olmak üzere tüm yarışmacıları sıralamışlardır.

Pandalar grubu *sonucu açıklama* aşamasında belirledikleri yarışmacıların sıralamalarını mektup formatında hazırladıkları raporda ifade etmişlerdir. Geliştirdikleri *madalya sistemi* modelini yazılı olarak rapora eklememiş sözlü olarak açıklamışlardır. Öğrenciler geliştirdikleri modeli süreç olarak yeniden kontrol etmişler fakat modelin genellenebilirliğini sorgulamamışlardır. Keçiler grubu ise *sonucu açıklama* aşamasında oluşturdukları *puanlama sistemini* raporlarında detaylandırmışlardır. Ayrıca fiyat açısından hangi yarışmacının damla çikolatasının en ideal olduğunu belirtmek oluşturdukları sıralamaya yer vermişlerdir. Pandalar grubuna benzer şekilde Keçiler grubu da geliştirdikleri modelin genellenebilirliğini sorgulamamışlardır.

Bu çalışma BİLSEM’de öğrenim gören öğrencilerin model oluşturma süreçlerinde bazı zorluklarla karşılaştığını ortaya koymuştur. Her iki grup da *problemi anlama* aşamasında problemde yer alan sayısal verilere yani en iyi kurabiyede aranan özelliklerin verildiği tabloya, daire grafiği tablosuna ve fiyat tablosuna odaklanmışlardır. Ardından hızlıca çözüme ulaşmak için matematiksel işlemler gerçekleştirmeye çalışmışlardır. *Model oluşturma* basamağında her iki grup da birçok varsayımda bulunmuş ve süreç sonunda *puanlama sistemi* ve *madalya sistemini* iki farklı model olarak ortaya koymuşlardır. Odak gruplardan Pandalar grubu *madalya sistemini* Keçiler grubu ise *puanlama sistemini* çözüme ulaşmada ana model olarak kullanmıştır. Süreç içerisinde oluşturdukları modelleri günlük yaşamdan örneklerle destekleyerek birbirlerine açıklamaya çalışmışlardır. Benzer şekilde ortaokul öğrencileri ile çalışma yapan Doruk (2014), Duman (2019), ile Şahin ve Bedir’in (2024) çalışmalarında da öğrencilerin günlük yaşam ile matematiği ilişkilendirdiği belirtilmiştir. Ayrıca English ve Watters (2005), English (2007) ile Lesh ve Doerr’in (2003) çalışmalarında da modelleme etkinliklerinin matematiği günlük yaşamı ilişkilendirme noktasında öğrencilere olumlu yönde katkı sağladığı ifade edilmiştir. Model oluşturma ve problemde sunulan verileri matematiksel temsile dönüştürme konusunda herhangi bir güçlükle karşılaşmamışlardır. *Matematik kullanımı* aşamasında Pandalar grubundaki öğrenciler kesirlerde karşılaştırma, genişletme, sadeleştirme ve payda eşitle-

me işlemlerinde zorluklar yaşamışlardır oysa MEB ilkokul dördüncü sınıf ve ortaokul birinci sınıf matematik müfredat programı kapsamında okullarda kesirleri karşılaştırma yöntemleri ve kesirlerin farklı gösterimleri konuları daha önceden öğrenilmiş kazanımlar arasındadır. Ayrıca her iki odak gruptaki öğrenciler de problemde verilen daire grafiklerinde kesirlerin bulunduğu daire dilimlerinin alanlarına dikkat etmeden sadece daire dilimlerini ifade eden kesirleri büyüklük- küçüklük bakımından karşılaştırmışlardır. Öğrenciler *sonucu açıklama* basamağında ulaştıkları sonuçları süreçler üzerinden kontrol etmişlerdir. Her iki odak grup da kendilerini ifade etme konusunda başarılı olmuş ve sunum sırasında yaptıkları aşamaları rahatlıkla açıklayabilmişlerdir. Benzer şekilde Kant (2011), Maaß (2006) ve Pala'nın (2015) çalışmalarında da öğrenciler sonucu açıklama aşamasında zorluk yaşamamış ve kendilerini rahatça ifade edebilmişlerdir.

Her iki gruptaki öğrencilerin aktif olarak katılım gösterdikleri, beraber uyum içinde çalıştıkları ve karşılaşılan problemlere birbirini dinleyerek ortak çözümler aradıkları tespit edilmiştir. Gruplarda liderlik rolü üstlenen öğrenciler olsa da diğer öğrencilerde grupta kendi fikirlerini ifade etmekten çekinmemişlerdir. Grup üyeleri birbirlerinin görüşlerini her zaman hemen kabul etmese de süreç içinde birbirlerini dinlemiş ve görüşlerini değerlendirme yoluna gitmişlerdir. Grup iletişiminin bu derecede etkili olmasında BİLSEM'e gelen öğrencilerin aynı MEB-okullardan gelmeleri, birbirlerini tanımaları ve daha önce birlikte çalışma deneyimine sahip olmalarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Modelleme etkinliklerinde gruptaki bireylerin birbirleri ile iş birlikli öğrenmenin temeli sayılan olumlu bağlılık içerisinde olmasının çalışmayı daha verimli kıldığı belirtilmiştir (Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Benzer şekilde Ikeda ve Stephens (2001), Aydoğan (2022), Duman (2019) ve İnan'ın (2018) çalışmalarında öğrencilerin iş birliği içerisinde çalıştıkları ve grup içi iletişimlerin aktif olduğu saptanmıştır.

KAYNAKÇA

- Alkan, Y. (2019). *Matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sürecinin 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine ve okuduğunu anlama becerilerine etkisinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Aydoğan, M. (2022). *Ortaokul ilk ve son sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi* [Yüksel lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Bakırcı, C. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin PISA matematik başarı düzeylerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Blum, W., & Ferri, B. R. (2009). Mathematical modeling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modeling and Applications*, 1(1), 45-58.
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics* (pp. 222-231). Horwood Publishing.
- Cinislıoğlu, B. (2017). *Matematiksel modelleme yöntemi ile doğrusal denklemler konusunun öğretiminin ortaokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Creswell, J. W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. SAGE Publications.
- Çavuş-Erdem, Z., & Gürbüz, R. (2018). Matematik modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamında yedinci sınıf öğrencilerinin alan ölçme bilgi ve becerilerinin incelenmesi. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 8(2), 86-115.
- Çora, A. (2018). *Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin otantik matematiksel modelleme etkinlikleri ile problem çözme becerilerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Deniz, Ş. (2020). *Ortaokul Öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri (MOE) aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Dinç, R. (2020). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme ve epistemolojik inançları üzerine bir çalışma* [Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Doruk, B. K. (2014). İletişim becerisinin gelişimi için etkili bir araç: matematiksel modelleme etkinlikleri. *Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-12.
- Duman, Y. (2019). *8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelenmesi: Atatürk Anıtı Problemi* [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

- English, L. D. (2007). Interdisciplinary modelling in the primary mathematics curriculum. In J. Watson, & K. Beswick (Eds.), *Mathematics: Essential research, essential practice* (pp. 275-284). MERGA.
- English, L. D., & Watters, J. J. (2005). Mathematical modeling in third grade classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 16, 59-80.
- Eraslan, A., & Şahin, N. (2023). *İlkokul ve ortaokulda etkinlik örnekleriyle matematiksel modelleme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Eraslan, A., & Şahin, N. (2024). Matematik öğretiminde modelleme döngülerinin gelişimi ve Singapur örneği. Pekdağ, B. (Ed.), *Fen ve Matematik eğitimi alanında uluslararası akademik çalışmalar* (ss.19-32). Ankara: Serüven yayınevi.
- Ferrando, I., & Albarracín, L. (2021). Students from grade 2 to grade 10 solving a Fermi problem: Analysis of emerging models. *Mathematics Education Research Journal*, 33(1), 61-78.
- Greer, B., Verschaffel, L., & Mukhopadhyay, S. (2007) Modelling for life: Mathematics and children's experience. In W. Blum, P. Galbraith, M. Niss, H. W. Henn (Eds), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 89-98). Springer.
- Ikeda, T., & Stephens, M. (2001). The effects of students' discussion in mathematical modelling. In J. F. Matos, W. Blum, S. K. Houston, & S. P. Carreira (Eds.), *Modelling and mathematics education* (pp. 381-390). Horwood Publishing.
- İnan, M. (2018). *7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Kabar, M. G. D., & İnan, M. (2018). Ortaokul yedinci sınıfların matematikselleştirme süreçlerinin ve matematiksel modellerinin incelenmesi: Çim biçme problemi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 339-366.
- Kant, S. (2011). *İlköğretim 8.sınıf öğrencilerinin model oluşturma süreçleri ve karşılaşılan güçlükler* [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Karabörk, M. A. (2016). *Model oluşturma etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi başarılarına etkisi ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşleri* [Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Karakaş, Ş. (2020). *Kırsal kesimde öğrenim gören 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma* [Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- Lesh, R. A., & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modelling perspectives on mathematic teaching and learning. In R. A. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A models and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving* (pp. 3-33). Lawrance Erlbaum.
- Lesh, R.A., & Zawojewski, J. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Eds.),

Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A Project of the national council of teachers of mathematics. Information Age Publishing.

- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Sage Publishing.
- Maaß, K. (2006). What do we mean by modeling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 113-142.
- Özulu, Y. E. (2021). *Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Özbay, Y. (2013). *Üstün Yetenekli Çocuklar ve Aileleri*. Ankara: Aile Eğitim Programı.
- Özer, M. (2021). Türkiye’de özel yeteneklilere yetenek geliştirme desteğinde Bilim ve Sanat Merkezleri: Mevcut durum ve iyileştirme alanları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 17(33), 727-749.
- Özgen, K., & Şeker, İ. (2021). 6. Sınıf öğrencilerinin farklı matematiksel modelleme problemlerindeki beceri gelişimlerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(230), 329-358.
- Pala, G. (2015). *8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi üzerine nitel bir araştırma* [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Sage Publications.
- Sriraman, B., & Lesh, R. (2006). Beyond Traditional conceptions of modeling. *Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik*, 38(3), 247-254.
- Şahin, N. ve Bedir, F.N. (2024). Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi Kapsamında 7. Sınıf Öğrencilerine Sürdürülebilir Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Uygulanması. *Sinop Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 423-456.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016a). İlkokul Öğrencilerinin Modelleme Süreçleri: Suç Problemi. *Eğitim ve Bilim*, 41 (183), 47-67.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016b). Ortaokul Öğrencilerin Modelleme Deneyimleri: Kağıttan Uçak Yapma Yarışması Problemi. *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 33-44.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2016c). Challenges of 4th-year middle-school students in the process of mathematical modeling: Summer Job Problem. *Research Highlights in Education and Science*, 1(1), 103-111.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2017a). Fourth-Grade Primary School Students’ Thought Processes and Challenges Encountered during the Butter Beans Problem. *Educational Sciences: Theory and Practice* 17 (1), 105-127.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2017b). Ortaokul 3. Sınıf Öğrencilerinin Okuma Yarışması Problemi Üzerinde Bilişsel Modelleme Yeterlikleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 19-51.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2018). İlkokulda Model Oluşturma Etkinlikleri Nasıl Uygulanmalı? *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4 (1), 99-117

- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2019). Ortaokul Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematik Uygulamaları Dersinde Modelleme Etkinliklerinin Kullanılmasına Yönelik Görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 373–393.
- Şengil-Akar, Ş. (2017). *Üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde incelenmesi* [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Tatlı-Uluşık, Ş. (2023). *Ortaokul öğrencilerinin problem kurma ve matematiksel modelleme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Wang, T., Zhang, L., Xie, Z., & Liu, J. (2022). How does mathematical modeling competency affect the creativity of middle school students? *Frontiers in Psychology*, 13, 1-12.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık
- Zawojewski, J. S., Lesh, R., & English, L. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 337-358). Lawrence Erlbaum Associates.



KAVRAM İMAJİ: KARMAŞIK SAYI KAVRAMI

“ ”

Emine Özgür ŞEN¹

¹ Doç. Dr. Emine Özgür ŞEN
Yozgat Bozok Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Bölümü

Giriş

16. asrın başlarında Geronimo Cardano, $x^2 + 2x + 2 = 0$ gibi hiçbir reel köke sahip olmayan denklemin $-1 \mp \sqrt{-1}$ kökünü $(\sqrt{-1}).(\sqrt{-1}) = -1$ kuralı ilave edildiğinde adi (bilinen) sayılar gibi muamele göreceğini ve dolayısıyla denklemini gerçekleyebileceğini ifade etmiştir. Geçmişte, $i = (\sqrt{-1})$ notasyonuna bir anlam verilemediğinden “hayali (imajiner)” terimi kullanılmaya başlanmış, 18. asırda L.Euler, ($e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$ Euler formülü) kompleks sayılar ile trigonometrik fonksiyonlar arasında derin bir ilginin var olduğunu belirlemesi imajiner sayılara bir anlam yüklemiştir. 19. asırda ise A. Cauchy kompleks fonksiyonlar teorisini geliştirmesi, daha sonra Peter Dirichlet, Karl Weierstrass ve G.F.B. Riemann gibi matematikçilerin kompleks fonksiyonlar teorisi üzerine çalışarak başlangıçta kompleks analizi ilgilendirmeyen birçok problemi, kompleks sayılar ile çözümlenebilir hale getirmiştir (Başarır, 2010).

“Complex numbers” ifadesinin Türkçe karşılığı olan “karmaşık (kompleks) sayı” ifadesi farklı kısımların bir arada olma durumunu ifade etmektedir. Aslında, karmaşık sayı anlaşılması zor bir sayıyı değil, birden fazla bileşeni içeren bir yapıyı ifade etmektedir (İpek, 2015). Chavez (2014) karmaşık sayıları bazı öğrenciler için zor veya zor olarak algılandığını belirtmektedir. Araştırmacı bunun nedenini; ikinci dereceden denklemini çözme gereğini anlayamamak, “sanal” olarak adlandırılan sayılara karşı isteksizlik ve karmaşık sayıların temel işlemlerini (toplama, çıkarma, çarpma ve bölme) ilk olarak cebirsel daha sonra karmaşık düzlemde vektör, kutupsal koordinat ve trigonometri kullanılarak geometrik olarak öğretilmesi olarak kategorize etmiştir. Diğer bir değişle, cebirsel ve geometrik yöntemlerin kesiştiği noktada karmaşık sayılar öğrenciler için kafa karıştırıcı ve zor olarak görülmeye başlamaktadır (Chavez, 2014).

Aşağıdaki Tablo 1, Wessel’in karmaşık sayıların farklı biçimlerinin tarihsel gelişim sırasına göre cebirsel ve geometrik temsillerini özetlemektedir. Her bir form farklı temsil biçimleriyle çalışabilme ve hücreler arasında hareket etme olanağı sağlamaktadır. Ayrıca, tablo karmaşık sayıların her bir formunu

farklı geometrik modellerle sonuçlanabilecek farklı sembolik ve cebirsel örnekleri de göstermektedir (Karakok vd., 2015).

Tablo 1. Karmaşık Sayı Formları ve Gösterimleri

Gösterim	Form			
	İmajiner i	Kartezyen $(a + ib)$	Kutupsal $r(\cos\theta + i\sin\theta)$	Üstel $r \cdot e^{i\theta}$
Cebirsel	$i, \sqrt{-1}, (0,1)$	$a + ib, (a, b), z$	$r(\cos\theta + i\sin\theta), z$	$r \cdot e^{i\theta}$
Geometrik	Karmaşık düzlemde bir nokta, dönme operatörü	Karmaşık düzlemde bir nokta, büyüklüğü $\sqrt{a^2 + b^2}$ ve reel eksen ile pozitif yönde $\tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\right)$ açılı bir vektör, dönme ve genişleme operatörü	Orijin merkezli r yarıçaplı bir çember üzerinde bir nokta, büyüklüğü r ve pozitif reel eksen ile θ açılı bir vektör, dönme ve genişleme operatörü	Büyüklüğü r ve pozitif reel eksen ile θ açılı bir vektör, merkezi orijin ve yarıçapı r olan bir çember üzerinde bir nokta, dönme ve genişleme operatörü

(Karakok vd., 2015)

Kavram İmajı

Tall ve Vinner'in ortaya koyduğu kavram imajı ve kavram tanımı yapısı, öğrencilerin zihinsel imajları ile kavramları nasıl anladıklarını belirlemeye imkân sağlamaktadır (Gülkalık, 2008). Kavram tanımı ve kavram imajı “kavram” ile ilişkili tanımlardır (Simon, 2017). Ancak, Tall ve Vinner (1981) bu iki kavramı ayrı ayrı vurgulayarak, kavram tanımı ve kavram imajı tanımları arasında bir ayırım yapmaktadır. Kavram tanımı “*o kavramı belirlemek için kullanılan kelime*” anlamına gelmekte iken kavram imajı bireyin aklındaki belirli bir kavrama yönelik olarak oluşturduğu tüm bileşenleri kapsar (Tall & Vinner, 1981). Aynı zamanda kavram imajı,

öğrencilerin zihinde kavram adlarıyla ilişkilendirilen tüm zihinsel resimlerin bir grubunu ve bunları karakterize eden tüm özellikleri ifade etmektedir (Vinner & Dreyfus, 1989). Diğer bir deyişle; tüm zihinsel resimler, kavram ile ilgili özellik ve süreçler kavram imajı ile ilgili bilişsel yapıyı tanımlamak için kullanılır (Tall & Vinner, 1981). Kavram imajı, kavram tanımı yoluyla ve onun kontrolü altında oluşmaktadır. Bu nedenle, bireyler kendilerine özgü kavram imajları üretir ve bir kavram ile farklı durumda karşılaştıklarında farklı tepkiler gösterebilirler (Vinner, 1983). Bu bakımdan, kavram imajı kişiden kişiye değişebilir bir yapıya sahiptir (Tall & Vinner, 1981). Bireyin doğru kavram imajına sahip olması oldukça önemlidir. Çünkü birey düşünme veya problem çözme aşamasında kavramın formel tanımı yerine zihinde yaratmış olduğu kavram imajını kullanır (Sağlam vd., 2012). Resmi bir kavram tanımı, matematik topluluğu tarafından kabul edilen bir tanımdır, bireysel bir kavram tanımı ise zaman ve duruma bağlı olarak değişiklik gösterir (Tsamir vd., 2015). Örneğin; çıkarma kavramı ile genellikle pozitif tam sayıları içeren bir işlem olarak karşılaşılr ve bu aşamada birey bir sayının çıkarılmasını daima cevabı azalttığını görür. Bu durum bireyin kendi kavram imajının bir parçasıdır ancak birey negatif sayıların çıkarılması durumu ile karşılaştığında ise bazı problemler ile karşılaşabilir. Bu nedenle, bilinçli veya bilinçsiz olarak yaratılan tüm zihinsel nitelikler kavram imajına dahil edilmelidir (Tall & Vinner, 1981). Kavram imajları, bir kavram üzerindeki düşünce ve zihin haritalarından elde edilen bilgiler ile ortaya çıkmaktadır (Keşan vd., 2017). Matematikteki kavramlar insan zihninde yaratılan kavramlar olduğundan bu kavramların kazanılması için onların zihinde oluşturulması gerekir (Baykul, 2016). Bu bakımdan bireylerin bir kavram ile ilgili öğrenim hayatları ve deneyimleri sonucunda oluşturdukları kavram imajlarını anlamak, kavramı zihinlerinde ne derece yapılandırdıklarını belirlemek o kavram hakkındaki eksikliklerin görülmesi açısından oldukça önemlidir (Yavuz & Hangül, 2016).

Öğrencilerin karmaşık sayılar kavramına ilişkin oluşturdukları kavram imajları üzerine yapılan en kapsamlı çalışma, Nordlander ve Nordlander (2012) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmada mühendislik fakültesi öğrencilerinin karmaşık sayı kavramını nasıl benimsediklerine dair kavram imajları incelenmiştir. Sonuçta, katılımcıların karmaşık sayıların temel

özelliklerini ayırt etmekte ve herhangi bir sayıyı karmaşık sayı olup olmadığını gösterme konusunda sıkıntı yaşadıkları belirlenmiştir. Panaoura vd. (2006) ise lise öğrencilerinin karmaşık sayıların farklı temsil biçimleri arasındaki dönüşüm süreçlerini nasıl ele aldıklarını incelemiştir. Sonuçta, öğrencilerin geometrik yaklaşımı daha sık, cebirsel yaklaşımı ise daha tutarlı ve daha kalıcı kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, geometrik yaklaşımı kullanan öğrencilerin karmaşık sayıları parçalı bir şekilde anladığı olgusu da ortaya çıkmıştır. Conner vd. (2007) öğretmen adaylarının karmaşık sayıların aritmetiğine ilişkin statik görüşe sahip olduklarını belirlemiştir (Akt: Soto-Johnson vd., 2012). Karakok vd. (2015) matematik öğretmenlerinin çeşitli karmaşık sayı kavramlarını ve bu kavramların farklı temsilleri arasındaki geçiş yollarını nasıl anlamlandırdıklarını araştırmıştır. Sonuçta, öğretmenlerin karmaşık sayıların üstel formu için operasyonel düzeyde uğrattıklarını ancak bu form için yapısal bir anlayışa sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, araştırmacılar öğretmenlerin karmaşık sayıların kartezyen formunu farklı temsil biçimleri ile göstermekte daha başarılı olduklarını ifade etmişlerdir. Bu araştırmaların yanı sıra karmaşık sayılar üzerine yapılan çalışmalar genellikle tutum ve kavram yanılgıları üzerine olduğu söylenebilir (Turanlı vd., 2007; Çelik & Özdemir, 2011; Keçeli & Turanlı, 2013; Karaaslan & Turanlı, 2018). Özdemir (2006) karmaşık sayıları matematiğin önemli kavramlarından biri olduğunu belirtmektedir. Literatürde, karmaşık sayılar ile yapılan çalışmaların yeterli sayıda olmadığı görülmek ile birlikte karmaşık sayıların kavram imajlarını belirleme üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırma, öğretmen adaylarının zihinlerinde oluşturdukları karmaşık sayı kavramını anlamayı ve bu sayıları öğrenme sürecinde ortaya çıkabilecek farklı durumları belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu açıdan araştırmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırma, “*İlköğretim matematik öğretmen adaylarının karmaşık sayı kavramı ile ilgili kavram imajları nelerdir?*” sorusuna cevap aramayı amaçlamaktadır.

Yöntem

Nitel araştırma yöntemi şekilde tasarlanan araştırmada durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması, bir durum hakkında detaylı betimlemeler yapmak ve o durumu var olduğu şekliyle anlamak (Büyüköztürk vd., 2018) ve durumu derinliğine araştırmayı amaçlanmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu araştırmada, öğretmen adaylarının karmaşık sayı ile ilgili kavram imajları hakkında derinlemesine bilgi edinmek amaçlandığından çalışma durum çalışması olarak belirlenmiştir.

Çalışma Grubu

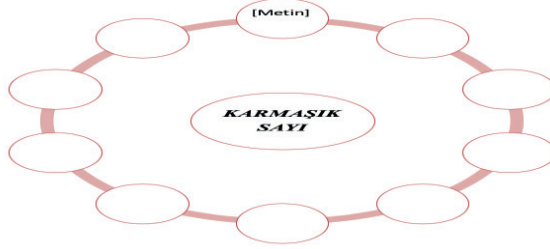
Araştırmaya, İç Anadolu bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenli son sınıfına devam eden 38 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmanın örneklemi kolay ulaşılabilir durum örneklemesi olarak belirlenmiştir. Bu örnekleme yönteminde yakın olan ve erişilmesi kolay olan grup ile çalışılır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Araştırmaya katılan öğretmen adayları alan içi seçmeli ders olan Kompleks Sayılar ve Kompleks Değişkenli Fonksiyonlar dersini seçmeli ders olarak almışlardır. Dersin içeriği kompleks sayıların özellikleri ve kompleks değerli fonksiyonları kapsamaktadır.

Veri Toplama Aracı

Araştırma verileri, öğretmen adaylarının karmaşık sayı kavramına ilişkin kavram imajlarını belirlemeyi amaçlayan açık uçlu üç sorudan oluşan yazılı form aracılığı ile toplanmıştır. Soruların oluşturulması aşamasında uzman görüşleri alınarak anlaşılması zor ve amaca hizmet etmeyen sorular üzerinde düzenleme yapılarak, yazılı forma son hali verilmiştir. Sorular öğretmen adaylarının karmaşık sayı kavramını nasıl tanımladıkları ve zihinlerinde oluşturduğu imajları belirlemeye yönelik hazırlanmıştır. İlk soru Nordlander ve Nordlander'ın (2012) çalışmasından alınmıştır. Bu sorunun amacı, öğretmen adaylarının karmaşık sayı kavramını düşündüklerinde zihinlerinde oluşan imajlarını belirlemektir. İkinci soru karmaşık sayı tanımını nasıl oluşturdukları, üçüncü soru ise karmaşık sayılar kümesine yönelik kavram imajlarını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

1. Karmaşık sayı kavramı zihninizde hangi kelimeleri canlandırıyor?

Aşağıdaki zihin haritasını karmaşık sayı kavramını en iyi tanımlayan kelimeler ile doldurunuz.



2. Karmaşık sayı nedir? Açıklayınız. Kavram ile ilgili örnek veriniz.
3. Karmaşık sayılar kümesinin diğer sayı kümeleri ile olan ilişkisini yazınız.

Veri Analizi

Veri analizi için betimsel analiz kullanılmıştır. Betimsel analizde amaç, elde edilen verilerin önceden belirlenen kategorilere göre özetlenip yorumlamasıdır. Bu amaçla elde edilen veriler, önceden sistematik ve açık bir biçimde betimlenir. Yapılan bu betimlemeler ile neden-sonuç ilişkisi irdelenir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu amaçla öğretmen adaylarının karmaşık sayı kavramı ile ilgili yapmış oldukları tanımlamalar için kodlar belirlenmiştir. Birinci sorunun analizi için Nordlander ve Nordlander'in (2012) çalışmalarında kullandığı kodlar kullanılmıştır. Aşağıdaki Tablo 2 karmaşık sayı kavram imajı kodları ve açıklamaları hakkında bilgiler sunulmuştur.

Tablo 2. Karmaşık Sayı Kavram İmajı Kodları ve Açıklamaları

Kavram imajı	Özellikleri
Matematiksel yapı	Reel sayıların bir uzantısı olarak karmaşık sayıların geliştirilmesine ilişkin kavram imajlarını simgelemektedir.
İki boyutlu	Bu kavram imajı ile karmaşık sayıları sadece iki ayrı kavram (öge) olarak görebilirler. Karmaşık sayı, bir sayı olarak

Karmaşık sayı kavram imajı (Nordlander & Nordlander 2012)	kavramsallaştırır yani $a + ib$ reel ve imajiner sayıyı birleştiren tek bir varlıktır. Ancak iki bileşen gibi cevaplar verdiklerinde karmaşık sayıları bu şekilde görmemektedirler. Karmaşık sayıların karmaşık yapısı dikkate alınmalıdır.
Sembolik	Cebirsel olarak karmaşık sayıların doğasını anlama ve kavramayı ifade etmektedir. Bu kavram imajı i^2 veya basitçe i sembolüne dayanır. Karmaşık sayıları sembolik bir ifadeye indirgeyen tüm cevaplar karmaşık sayıları soyutlamayı azaltma ve onları daha somut bir şekilde tasavvur etme girişimi olarak yorumlanabilir.
Duyuşsal	Karmaşık sayıları anlaşılmayan bir bakış açısı ile sınıflandıran öğrenciler dikkatlerini bilişsel boyuttan duyuşsal boyutta kaydırmaktadır. Görselleştirme eksikliği ile karmaşık sayıların soyut ve teorik doğası, kavramın anlaşılmasını güçleştiren bir engel teşkil etmektedir.

İkinci soruda karmaşık sayı tanıma yönelik kavram imajları araştırıldığında veri analizinde Tablo 1'deki açıklamalar kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının cevapları önce cebirsel ve geometrik formdan hangisinde yer aldığına daha sonra bu formlar içinde uygun olan kategoriye göre imajiner, karteyen, kutupsal ve üstel gösterim olarak kodlanmıştır. Üçüncü sorunun verileri için içerik analizi yapılmıştır. Verilerin analiz aşaması bir matematik öğretmeni ve araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Analizler ilk önce bireysel olarak yapılmış, daha sonra birlikte değerlendirme yapılmıştır. $Güvenirlilik = (Görüş Birliği) / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı)$ formüllü güvenirlilik için kullanılmıştır (Miles & Huberman, 1994). Analiz süreci fikir birliğinin sağlanana kadar devam etmiştir.

Bulgular

Bu bölümde, öğretmen adaylarının cevapları doğrultusunda elde edilen bulguların analizleri tablolar halinde sunulmuştur.

1. Öğretmen adaylarının karmaşık sayı kavramına ilişkin kavram imajları

Öğretmen adaylarından birinci soruda yer alan zihin haritasını karmaşık sayı ile ilgili olarak akıllarına gelen kelime, notasyon, işlem vb. gibi ifadeler ile doldurmaları istenmiştir. Tüm gösterimleri doldurmaları için herhangi bir sınırlandırma yapılmamıştır. Katılımcıların yazmış olduğu ifadeler bize karmaşık sayı kavramı ile ilgili zihinlerinde oluşturdukları kavram imajları hakkında bilgiler sunmaktadır. Öğretmen adayları zihin haritasını doldurmak için karmaşık sayı kavramı ile ilgili fikir, görüş, kavram, sembol ve ifadeler kullanmışlardır. Aşağıdaki Tablo 3 öğretmen adaylarının zihin haritasına verdikleri cevaplar ve karmaşık sayı kavramına ilişkin kavram imajları hakkında bilgiler sunmaktadır. Ayrıca öğretmen adaylarının kavram imajlarını oluşturan tüm örneklerin frekans ve yüzde değerleri ile ilgili bilgiler de yer almaktadır.

Tablo 3. Öğretmen Adaylarının Karmaşık Sayı Kavram İmajları (Zihin Haritası Sonuçları)

Kavram imajı	Örnekler	n	%	n	%
Matematiksel yapı	C	13	6,0	21	9,3
	reel kök olmayan durumlar	3	1,3		
	kökü negatif olan ikinci dereceden denklem	1	0,4		
	karesi negatif olan sayı	1	0,4		
	karekökün içindeki ifade negatif olduğunda $\sqrt{\quad}$ 'nın alabileceği değerler	1	0,4		
	reel kök yok	1	0,4		
	kök	1	0,4		
	İki boyutlu imajiner (sanal) kısım	31	13,8	110	48,7
	reel kısım	29	12,9		

	$z=x+iy$	16	7,1		
	Cis	10	4,4		
	koordinat eksen	6	2,6		
	kutupsal gösterim	5	2,2		
	$e^{ix} = \cos x + i \sin x$	4	1,8		
	Sinüs	3	1,3		
	Kosinüs	2	0,9		
	kompleks düzlem	2	0,9		
	sıralı ikili	1	0,4		
	$z = r \cdot (\cos \theta + i \sin \theta)$	1	0,4		
Sembolik	i	24	10,6	41	18,1
	Z	6	2,6		
	$\sqrt{-1} = i$	4	1,8		
	$e^{i\theta}$	3	1,3		
	$i^2 = -1$	2	0,9		
	i nin kuvvetleri	2	0,9		
duyuşsal	karışık	10	4,4	54	23,9
	zor	10	4,4		
	Sanal	7	3,4		
	kolay	4	1,8		
	eğlenceli	4	1,8		
	zevkli	4	1,8		
	sıkıcı	2	0,9		
	geçek hayatta kullanılmaz	2	0,9		
	güzel	2	0,9		
	hoş	1	0,4		
	iyi	1	0,4		
	canlı	1	0,4		
	müfredattan kaldırılmalı	1	0,4		
	bulmaca gibi	1	0,4		
	uğraştırıcı	1	0,4		
	gereksiz	1	0,4		
	matematiğin en kolay sayı kümesi	1	0,4		
	anlamsız	1	0,4		
Toplam		226	100	226	100

Öğretmen adaylarının karmaşık sayı kavramına ilişkin kavram imajları incelendiğinde, karmaşık sayıları zihinlerinde en fazla iki boyutlu %48,7 (110)

kavram imajı ile temsilleştirdikleri tespit edilmiştir. Daha sonra %23,9 (54) duyuşsal, %18,1 (41) sembolik ve %9,3 (21) matematiksel yapı kavram imajı ile temsilleştirmektedirler. Öğretmen adaylarının matematiksel yapı kavram imajı için en fazla C ve reel kök olmayan durumlar; iki boyutlu kavram imajı için reel kısım ve imajiner (sanal) kısım; sembolik kavram imajı için i; duyuşsal kavram imajı için karışık, zor ve sanal şeklinde ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Katılımcıların bu kategorilerin dışında kalan cevapları olmuştur. Bu cevaplar norm, Euler, eşlenik, mod(4), trigonometri, küme, logaritma, sayı doğrusu, çözüm kümesi, açı olarak tespit edilmiştir.

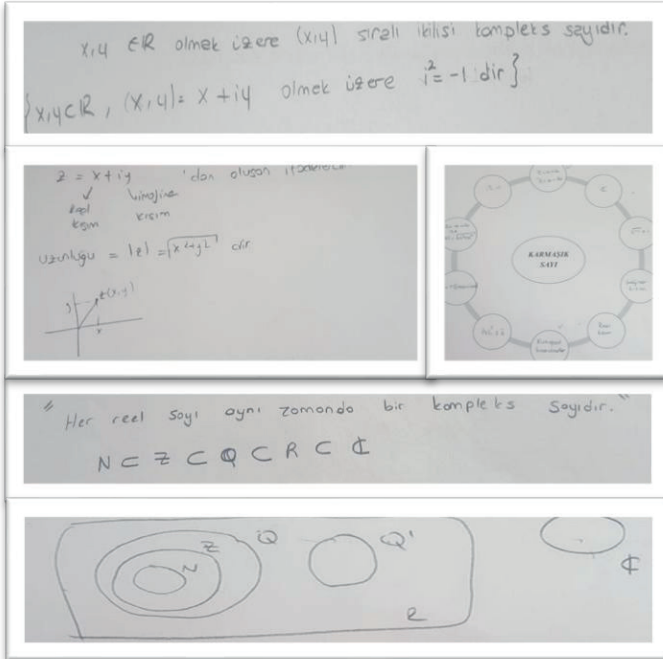
2. Öğretmen adaylarının karmaşık sayı tanımına ilişkin kavram imajları

İkinci soruda öğretmen adaylarından karmaşık sayıyı tanımlamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları karmaşık sayı tanımları cebirsel ve geometrik olmak üzere iki alt kavram imajı olarak gruplandırılmıştır. Birden fazla tanımın bulunduğu tüm açıklamalar değerlendirmeye alınmıştır. Öğretmen adaylarından bir kişi bu soru ile ilgili olarak herhangi bir açıklama yapmadığından değerlendirme dışında bırakılmıştır. Tablo 4 öğretmen adaylarının karmaşık sayının tanımına ilişkin kavram imajları verilmiştir.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının Karmaşık Sayı Tanımına İlişkin Kavram İmajları

Kavram imajı		n	%	n	%
Cebirsel	İmajiner	6	15,8	33	86,9
	Kartezyen	23	60,6		
	Kutupsal	3	7,9		
	Üstel	1	2,6		
Geometrik	İmajiner	1	2,6	5	13,1
	Kartezyen	4	10,5		
	Kutupsal	---	---		
	Üstel	---	---		
Toplam		38	100	38	100

Elde edilen bulgulara baktığımızda öğretmen adaylarının %86,9'u ($n=33$) karmaşık sayının cebirsel gösterimi, %13,1'i ($n=5$) ise geometrik gösterimi kullanarak tanımladığı görülmektedir. Karmaşık sayının cebirsel gösterimini kullanan öğretmen adaylarının %60,6'sı ($n=23$) kartezyen, %15,8'i ($n=6$) imajiner, %7,9'u ($n=3$) kutupsal ve %2,6'sı ($n=1$) üstel formunu kullanarak tanımlamıştır. Geometrik gösterimi kullanarak karmaşık sayıyı tanımlayan öğretmen adaylarının %10,5'i ($n=4$) kartezyen ve %2,6'sı ($n=1$) üstel formu kullanarak tanımladıkları görülmektedir. Öğretmen adayları geometrik gösterimin kutupsal ve üstel formunu kullanarak tanımlama yapmayı tercih etmemiştir. Beş öğretmen adayının vermiş olduğu cevap bu kategoriler içinde yer almadığından değerlendirme dışı bırakılmıştır. Kategori dışında bırakılan katılımcıların cevapları "Kök içerisindeki negatif sayıların tanımlı olduğu sayılar kümesi / Reel kökü olmayan denklemleri ifade etmek için kullanılır / Reel kökü olmayan denklemlerin kökleri / Reel sayılarla açıklanmayan sayılar / İrrasyoneller" olarak tespit edilmiştir. Aşağıdaki Şekil 1 de öğretmen adaylarının vermiş olduğu yanıtların örnekleri yer almaktadır.



Şekil 1. Öğretmen adaylarının örnek cevapları

3. Öğretmen adaylarının karmaşık sayılar kümesine ilişkin kavram imajları

Öğretmen adaylarının karmaşık sayılar kümesine ilişkin kavram imajlarını belirlemek için karmaşık sayıların diğer sayı kümeleri ile olan ilişkisine dair görüşlerine başvurulmuştur. Bu amaçla karmaşık sayıların diğer sayı kümeleri ile olan ilişkisini yazınız şeklindeki üçüncü soruya verdikleri cevaplar incelenmiştir. Aşağıda Tablo 5 de bu sorunun cevabına ait bulgular yer almaktadır.

Tablo 5. Öğretmen Adaylarının Karmaşık Sayılar Kümesine Ait Kavram İmajları

Kavram imajı	f	%
Karmaşık sayılar kümesi reel sayılar kümesini kapsar	12	31
Her reel sayı aynı zamanda bir karmaşık sayıdır	7	18
Karmaşık sayılar kümesi reel sayılar kümesinin alt kümesidir	3	8
Reel sayılar imajiner kısmı 0 (sıfır) olan bir karmaşık sayıdır	3	8
Reel sayılar kümesinin dışında kalan sayılar	4	11
Reel kökün olmadığı durumlarda ihtiyaç duyulan sayılar	5	13
Küme gösterimi	2	5
İrrasyoneldir	1	3
Yanıt vermeyen	1	3
Toplam	38	100

Tablo 5 incelendiğinde, öğretmen adaylarının %31'i (n=12) reel sayılar kümesini karmaşık sayılar kümesinin alt kümesi olarak tanımlamıştır. Karmaşık sayılar kümesini %18 (n=7) öğretmen adayı her reel sayı aynı

zamanda bir karmaşık sayıdır ve %4 (n=11) öğretmen adayı ise reel sayılar kümesinin dışında kalan sayılar olarak tanımlamıştır. Burada dikkat çeken bir nokta ise öğretmen adaylarının %8 (n=3) karmaşık sayılar kümesini reel sayılar kümesinin alt kümesi ve %3 (n=1) irrasyonel olarak ifade etmiştir. Bu bulgular öğretmen adaylarının karmaşık sayılar kümesi ile ilgi bazı kavram yanlışları olduğunu göstermektedir. %13 (n=5) reel kök olmadığı durumlarda ihtiyaç duyulan sayılar olduğunu söylemektedir. Sadece %5 (n=2) katılımcı karmaşık sayıların diğer sayı kümeleri ilişkisini tanımlarken küme gösterimi olan Venn şemasından yararlanmıştır. %3'i (n=1) ise bu soruya cevap vermemiştir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, matematik öğretmen adaylarının karmaşık sayı kavramına ilişkin kavram imajları incelenmiştir. Öğretmen adayları karmaşık sayıların iki boyutlu, duyuşsal, sembolik ve matematiksel yapı olarak belirlenen dört kategoriye ait kavram imajına sahiptir. Bunun ile birlikte, matematik öğretmen adaylarında karmaşık sayıların iki boyutlu görüntü kavram imajının baskın olduğu tespit edilmiştir. Nordlander ve Nordlander (2012) iki boyutlu kavram imajını karmaşık sayıların formel kavram tanımına en yakın kategori olarak kabul etmektedir. Ancak, bu durum karmaşık sayıları diğer sayı kümelerinden ayrı tuttukları anlamı da taşıyabilir. Karmaşık sayıların karmaşık yapısının bu kavram imajının baskın olmasında etkili olabileceği söylenebilir. Öğretmen adaylarının karmaşık sayı kavramı ile zihinlerinde oluşturduğu baskın kavram imajlarından diğeri duyuşsal kategorisinde olduğu görülmektedir. Bu kategori içinde, karmaşık sayıları ile ilgili negatif kavram imajları karmaşık, zor, soyut, uğraştırıcı; pozitif kavram imajları eğlenceli, kolay, zevkli olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak, karmaşık sayıların işlenişinde doğal olarak kullanılan soyut, hayali, karmaşık gibi terimler bireylerin zihninde negatif imajın oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada elde edilen diğer bir bulgu ise, öğretmen adayları karmaşık sayıların tanımı için çoğunlukla cebirsel gösterimi, az bir kısmı ise geometrik gösterimi kullanmıştır. Bu nedenle, öğretmen adaylarının karmaşık sayıların

cebirsel gösterimine ilişkin kavram imajları daha baskın olduğunu söylenebilir. Karmaşık sayıların cebirsel gösterimini kullanarak tanımlayan katılımcıların yarısından fazlası kartezyen formu kullanarak tanımlamıştır. Öğretmen adaylarının karmaşık sayı tanımına ilişkin kavram imajları cebirsel gösterimin kartezyen formu baskın olduğu görülmüştür. Geometrik gösterimin kutupsal ve üstel formuna ilişkin kavram imajına sahip öğretmen adayı bulunmamaktadır. Yapılan bu çalışmanın aksine, Panaoura vd. (2006) yaptıkları çalışmada öğrencilerin karmaşık sayıların geometrik gösterimini daha çok tercih ettiklerini tespit etmiştir. Tan ve Toh (2013) öğrencilerin karmaşık sayıların cebirsel ve geometrik gösterimlerini karıştırdıklarını belirtmektedir. Karakok vd. (2015) ise öğretmenlerin karmaşık sayıların hem geometrik hem de cebirsel gösterimin Kartezyen formunu kullanma konusunda daha başarılı olduklarını belirtmektedir.

Her tanımlanmış matematik kavramın kesin bir tanımı olmasına rağmen, öğrenciler bu kavramı anlamak için (belki de zihinsel olarak) anlam verme ihtiyacı hisseder (Mai vd., 2017). Matematikte bir matematiksel kavramın inşası için tanımlar oldukça önemlidir (Panaoura vd., 2017). Bu bakımdan kavram tanımları ve kavram imajları matematik eğitiminde önemli bir yapıdır (Bingolbali & Monaghan, 2008). Ayrıca, kavram imajlarını inceleme çalışmaları, öğrencilerin bazı kavram yanlışları hakkında da bilgiler verme açısından da önemlidir. Çünkü, bireylerin sahip olduğu imajlar bilimsel görüşler ile çelişmesi kavram yanlışlığı olarak ortaya çıkmaktadır (Sağlam vd., 2012). Araştırmaya katılan bazı öğretmen adaylarının kavram tanımı yapmakta sıkıntı yaşadıkları ayrıca karmaşık sayıları irrasyonel sayı olarak tanımlayan katılımcıların bulunduğu dikkat çekmektedir. İkinci ve üçüncü sorunun bulguları bu sonucu göstermektedir.

Özdemir (2006) öğrencilerin karmaşık sayılar kümesine olan ihtiyacı anlama noktasında bilgi eksiliği yaşadığını belirtmektedir. Reel sayılar kümesi ile karmaşık sayılar kümesini karıştırma, bu iki sayı kümesi arasındaki ilişkileri görme ve küme işlemlerini yapmada sorunlar yaşamaktadırlar (Özdemir, 2006). Yapılan bu araştırma öğretmen adaylarının karmaşık sayılar kümesi ile ilgili kavram imajlarına ışık tutmaktadır. Öğretmen adaylarının

üçüncü soruya verdikleri yanıtlarda “Karmaşık sayılar reel sayıların alt kümesidir” ve “İrrasyoneldir” ifadeleri öğretmen adaylarının karmaşık sayılar kümesinin tanımlamalarında eksik veya yanlış kavram imajlarına sahip olduklarını göstermektedir. Karmaşık sayılar kümesi reel (gerçek) sayılar kümesinin genişletilmesiyle oluşturulan daha büyük bir kümedir. Bazı denklemlerin çözümüne reel sayılar kümesinde ulaşılmadığından reel sayılar kümesi genişletilerek bu denklemlerin çözümünü içeren daha büyük bir sayı kümesi olan karmaşık sayılar kümesine ihtiyaç duyulmuştur. Öğretmen adayları, karmaşık sayılar kümesini tanımlarken küme kavramından daha ziyade karmaşık sayıların varlığına dair olan ihtiyacı tanımlamaya odaklandıkları görülmektedir. “Reel kökün olmadığı durumlarda ihtiyaç duyulan sayılar” şeklindeki ifadeleri bu sonucu göstermektedir. “Her reel sayı aynı zamanda bir karmaşık sayıdır” ve “Reel sayılar imajiner kısmı 0 olan karmaşık sayılardır” şeklindeki kavram imajları, öğretmen adaylarının karmaşık sayıları bir küme olarak tanımlamada güçlük yaşadığını göstermektedir. Benzer şekilde Karaaslan ve Turanlı’nın (2018) araştırması öğrencilerin karmaşık sayıların diğer sayı kümelerini kapsamadığına dair kavram yanlışlarının olduğunu göstermektedir. Turanlı vd. (2007) ise öğrencilerin sayı kümeleri ve aralarındaki alt küme ve kapsama ilişkileri ile ilgili hatalar yaptığını belirtmektedir. Örneğin, $-2, 0, \sqrt{-4}, \sqrt{3}, 5 + i$ sayılarından $\sqrt{-4}$ ve $5 + i$ sayılarını karmaşık sayılar kümesine dahil ettikleri halde diğer sayıları bu kümeye dahil etmediklerini ayrıca kümeler arasındaki geçişlerde hatalar yaptıklarını ifade etmişlerdir. Karmaşık sayılar kümesi ile reel sayılar kümesi arasında güçlü bağlar olmasına rağmen, reel sayılar kümesi ile karmaşık sayılar kümesi arasındaki en temel farklılıklardan biri sıralama bağıntısı ile ilgilidir. Reel sayıları sıralamak mümkün iken karmaşık sayılar kümesi için bu durum söz konusu değildir (İpek, 2015).

Öner ve Ertekin (2015) öğretmen adaylarının kavram tanımlarına ilişkin kavram imajlarının farkında olmalarının öğretim sürecinin şekillenmesinde önemli olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, Yavuz ve Hangül (2016) bireylerin sahip olduğu kavramsal bilgiyi belirlemede kavram imajlarını ortaya çıkaran açıklamaların önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle, öğrencilerin

karmaşık sayı kavramına yönelik kavram imajları üzerine gözlem ve görüşme gibi farklı ölçme araçları ile desteklenen çalışmalar yapılabilir.

Kaynakça

- Başarır, M. (2010). *Kompleks değişkenli fonksiyonlar teorisi*. Sakarya: Sakarya Yayıncılık.
- Baykul, Y. (2016). *İlkokulda matematik öğretimi*. Ankara: Pegem.
- Bingolbali, E. & Monaghan, J. (2008). Concept image revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 68(1), 19-35.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Chavez, E.G. (2014). *Teaching complex numbers in high school*. Master's Theses, Louisiana State University.
- Çelik, A., & Özdemir, M. F. (2011). Ortaöğretimde kompleks sayılarla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi ve çözüm önerileri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 203-229.
- Gülkılık, H. (2008). Öğretmen adaylarının bazı geometrik kavramlarla ilgili sahip oldukları kavram imajlarının ve imaj gelişimlerinin incelenmesi üzerine fenomenografik bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İpek, A.S. (2015). Karmaşık sayılar: gerçek ve sanalın birlikteliği. İçinde Zembat, İ.Ö., Özmentar, M.F., Bingölbalı, E., Şandır H. & Delice, A. (Eds.) *Tanımlar tarihsel gelişimiyle matematiksel kavramlar* (ss. 129-137). Ankara: Pegem.
- Karakok, G., Soto-Johnson, H., & Dyben, S. A. (2015). Secondary teachers' conception of various forms of complex numbers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 18(4), 327-351.
- Karaaslan, G. & Turanlı, N. (2018). Karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışları ve hataları belirlemek için alternatif bir araç: Tanılayıcı dallanmış ağaç. *Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 72-89.
- Keçeli, V. & Turanlı, N. (2013). Karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışları ve ortak hatalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1), 223-234.
- Keşan, C., Erkuş, Y. & Coşar, M.Ç. (2017). Öğretmen adaylarının üçgen kavramına yönelik kavram imajlarının görselleştirilmesinde som ve ward kümeleme

- algoritmalarının kullanımı. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 6(1), 46-57.
- Mai, T., Feudel, F., & Biehler, R. (2017, February). A vector is a line segment between two points?-Students' concept definitions of a vector during the transition from school to university. In *CERME 10*.
- Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative Data Analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Nordlander, M.C. & Nordlander, E. (2012). On the concept image of complex numbers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 43(5), 627-641.
- Öner, A., & Ertekin, E. (2015). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının periyot kavramıyla ilgili kavram imajları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 333-353.
- Özdemir, M.F. (2006). *Ortaöğretimde kompleks sayılarla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi ve çözüm önerileri*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Panaoura, A., Michael-Chrysanthou, P., Gagatsis, A., Elia, I. & Philippou, A. (2017). A structural model related to the understanding of the concept of function: definition and problem solving. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 723-740.
- Panaoura, A., Elia, I., Gagatsis, A. & Giatilis, G.P. (2006). Geometric and algebraic approaches in the concept of complex numbers. *International journal of mathematical education in science and technology*, 37(6), 681-706.
- Sağlam, Y., Kanadlı, S., & Uşak, M. (2012). Bağlamin öğrencilerin kavram imajları üzerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(4), 131-145.
- Simon, M.A. (2017). Explicating mathematical concept and mathematical conception as theoretical constructs for mathematics education research. *Educational Studies in Mathematics*, 94(2), 117-137.
- Soto-Johnson, H., Oehrtman, M., Noblet, K., Roberson, L., & Rozner, S. (2012, February). Experts' reification of complex variables concepts: The role of metaphor. In *Proceedings of the 15th annual conference on research in undergraduate mathematics education* (pp. 443-447).

- Tall, D. & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational studies in mathematics*, 12(2), 151-169.
- Tan, S.H. & Toh, T.L. (2013). On the teaching of the representation of complex numbers in the argand diagram. *Learning Science and Mathematics*, 8, 75-86.
- Tsamir, P., Tirosh, D., Levenson, E., Barkai, R. & Tabach, M. (2015). Early-years teachers' concept images and concept definitions: triangles, circles, and cylinders. *ZDM*, 47(3), 497-509.
- Turanlı, N., Keçeli, V. ve Türker, N. K. (2007). Ortaöğretim ikinci sınıf öğrencilerinin karmaşık sayılara yönelik tutumları ile karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışları ve ortak hataları. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 135-149.
- Vinner (1983) Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 14(3), 293-305, doi: 10.1080/0020739830140305
- Vinner, S. & Dreyfus, T. (1989). Images and definition for the concept of function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20, 356-366.
- Yavuz, İ. & Hangül, T. (2016). Mühendislik öğrencilerinin kavram imajları üzerine bir çalışma: Fonksiyon nedir? *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 231-254.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.

Not: Bu çalışma, 25-28 Nisan 2019 Ankara düzenlenen 28. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresin (ICES-UBEK 2019) de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.