



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Doktora Tezi

**ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE ARTIRILMIŞ  
GERÇEKLİK MATERYALLERİ GELİŞTİRME, UYGULAMA VE  
DEĞERLENDİRME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ**

Sevcan MERCAN ERDOĞAN  
ORCID: 0000-0002-1916-4502

Danışman  
Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN  
ORCID: 0000-0003-2024-4515

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından  
24DR10001 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Konya – 2026

## TEŞEKKÜR

Eğitim hayatımın önemli süreçlerinden biri olan doktora öğrenim sürecim boyunca desteği ile her zaman yanıma olan, yol gösteren, kendisinden çok şey öğrendiğim saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN'a teşekkür ederim.

Tez izleme komitesinde yer alarak değerli görüş ve düşünceleriyle tezimi zenginleştiren kıymetli hocalarım Prof. Dr. Ahmet Naci ÇOKLAR ve Doç. Dr. Ayşe YAVUZ hocalarıma; jürimde yer alarak çalışmama katkı sağlayan Doç. Dr. İbrahim ÇETİN ve Dr. Öğr. Üyesi Şaban Can ŞENAY hocalarıma destekleri ve emekleri için çok teşekkür ederim. Çalışmamı destekleyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne de teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda desteklerini esirgemeyen kıymetli dekanım Prof. Dr. Cihat ABDİOĞLU'na, değerli görüşleriyle tezime katkı sağlayan ve her zaman dostluğunu hissettiğim sayın hocam Doç. Dr. Nadide YILMAZ'a, sürecin benim için daha verimli ve kolay geçmesine yardımcı olan kıymetli çalışma arkadaşlarıma ve çalışmama katılmayı kabul ederek özveri ile çalışan öğretmen adaylarına sonsuz teşekkür ederim.

Eğitim-öğretim hayatım boyunca bilgi ve birikimleriyle üzerimde emeği olan bütün öğretmenlerime, hayatımın her döneminde sevgileriyle yanımda olan, bana inanan ve yolumu aydınlatan babam Abdullah MERCAN'a ve annem Fatma MERCAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Onların varlığı ve duaları bu sürecin en büyük güç kaynağı olmuştur. Ayrıca yaşam yolculuğumda beni her daim destekleyen, varlıklarıyla bana güç veren canım ablam Sencem ve abim Ali'ye gönülden teşekkür ederim.

Bana inanan ve benim kendime inanmamı sağlayan sevgili eşim Ali ERDOĞAN'a, varlığıyla hayatımı güzelleştiren canım kızım Nehir'e çok teşekkür ederim.

Sevcan MERCAN ERDOĞAN

Nisan, 2026

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU .....	vi
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ÖZET .....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Problem Durumu .....	1
1.2. Araştırmanın Amacı .....	4
1.3. Araştırmanın Önemi .....	4
1.3.1. Problem cümlesi .....	5
1.4. Sayılıtlar .....	6
1.5. Sınırlılıklar .....	6
1.6. Tanımlar .....	7
<b>2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....</b>	<b>8</b>
2.1. Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı .....	8
2.2. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) Kuramsal Çerçevesi.....	10
2.3. Dijital Materyal Tasarımı .....	21
2.4. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi .....	24
2.5. Eğitimde AG Teknolojisinin Kullanımı .....	28
2.6. Eğitimde Kullanılan Bazı AG Uygulamaları .....	30
2.7. Teknoloji Entegrasyon Stratejileri Modeli .....	32
2.8. İlgili Araştırmalar .....	35
2.8.1. Matematik eğitiminde TPAB'a yönelik çalışmalar .....	35
2.8.2. Eğitimde Dijital Materyal Kullanımıyla İlgili Çalışmalar .....	42
2.8.3. Eğitimde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik çalışmalar .....	46
2.8.4. Matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik çalışmalar .....	58
<b>3. YÖNTEM.....</b>	<b>65</b>
3.1. Araştırmanın Modeli .....	65
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu.....	66
3.3. Veri Toplama Araçları.....	67
3.3.1. Nicel veri toplama araçları .....	67
3.3.2. Nitel veri toplama araçları .....	69
3.4. Araştırma Süreci .....	72
3.4.1. Pilot çalışma .....	73

3.4.2. Öğretmen görüşleri.....	77
3.4.3. Asıl çalışma .....	77
3.4.4. Teknoloji entegrasyon stratejilerine uygun ders süreci .....	82
3.5. Verilerin Analizi.....	85
3.5.1. Nicel veri analizi .....	85
3.5.2. Nitel veri analizi .....	86
3.6. Geçerlik ve Güvenirlik .....	87
3.6.1. Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirlik .....	88
3.6.2. Nicel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirlik .....	89
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>90</b>
4.1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin TPAB düzeylerine etkisi var mıdır?.....	90
4.2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin dijital materyal hazırlama yeterliliklerine etkisi var mıdır?.....	92
4.3. Artırılmış gerçeklik materyali geliştirme süreci sonunda, öğretmen adaylarının dijital materyal hazırlama yeterlilikleri ile TPAB düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki var mıdır? .....	94
4.4. İlköğretim matematik öğretmen adayları matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyallerini ders planlarına nasıl entegre etmektedir?.....	100
4.5. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecindeki görüş ve deneyimleri nasıldır?.....	103
4.5.1. Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde TPAB deneyimlerine ilişkin bulgular .....	106
4.5.2. Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine ilişkin görüşlerine ait bulgular.....	112
4.5.3. Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci rollerine ilişkin bulgular.....	130
4.5.4. Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde tasarım özelliklerine ilişkin bulgular.....	134
4.6. Farklı TPAB seviyesindeki ilköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimleri nasıl değişmektedir? .....	138
4.6.1. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci TPAB deneyimleri .....	138
4.6.2. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine yönelik görüşler .....	139
4.6.3. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci rolleri.....	143
4.6.4. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci tasarım özellikleri .....	144
<b>5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>147</b>
5.1. Tartışma ve Sonuç .....	147
5.1.1. Birinci alt probleme ilişkin tartışma-sonuç .....	147
5.1.2. İkinci alt probleme ilişkin tartışma-sonuç .....	150
5.1.3. Üçüncü alt probleme ilişkin tartışma-sonuç .....	151
5.1.4. Dördüncü alt probleme ilişkin tartışma-sonuç .....	154
5.1.5. Beşinci alt probleme ilişkin tartışma-sonuç .....	157

5.1.6. Altıncı alt probleme ilişkin tartışma-sonuç .....	161
5.2. Öneriler.....	164
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>166</b>
<b>7.EKLER.....</b>	<b>184</b>



## TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

*Öğretmen Adaylarının Matematik Öğretiminde Artırılmış Gerçeklik Materyalleri Geliştirme, Uygulama ve Değerlendirme Süreçlerinin İncelenmesi* başlıklı tez çalışmamın toplam **198** sayfalık kısmına ilişkin, 22/04/2026 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%13** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
2. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
3. Önsöz hariç
4. İçindekiler hariç
5. Simgeler ve kısaltmalar hariç
6. Kaynaklar hariç
7. Alıntılar dahil
8. 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

22/04/2026

Sevcan MERCAN ERDOĞAN

Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN

## **BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ**

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

22/04/2026

Sevcan MERCAN ERDOĞAN

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

p: Anlamlılık değeri

N: Örneklem büyüklüğü

S: Standart sapma

sd: Serbestlik derecesi

$\bar{X}$ : Aritmetik ortalama

r: Korelasyon katsayısı

Cohen's d: Etki büyüklüğü

## **Kısaltmalar**

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

BİT: Bilgi İletişim Teknolojileri

YÖK: Yükseköğretim Kurulu

TB: Teknolojik Bilgi

PB: Pedagojik Bilgi

AB: Alan Bilgisi

TPB: Teknolojik Pedagojik Bilgi

TAB: Teknolojik Alan Bilgisi

PAB: Pedagojik Alan Bilgisi

TPAB: Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi

BB: Bağlam Bilgisi

AG: Artırılmış Gerçeklik

TPAB-Mat: Matematik İçin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği

DMTYÖ: Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği

TGY: Tasarım ve Geliştirme Yeterliği

TY: Teknik Yeterlik

TPY: Teknopedagojik Yeterlik

UDY: Uygulama ve Değerlendirme Yeterliği

TES: Teknoloji Entegrasyon Stratejileri

Gü\_ : Günlük

Gö\_ : Görüşme

## ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı  
Matematik Eğitimi Bilim Dalı  
Doktora Tezi

### ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK MATERYALLERİ GELİŞTİRME, UYGULAMA VE DEĞERLENDİRME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

Sevcan MERCAN ERDOĞAN

Artırılmış gerçeklik teknolojisine olan ilgi günden güne genişleyen kullanım alanıyla birlikte artmaktadır. Pek çok alanda kullanılan bu teknoloji, eğitim ortamlarında da hızla yaygınlaşmakta ve araştırmacılar tarafından birçok çalışmada kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının, ortaokul matematik öğretim programında yer alan kazanımların öğretimine yönelik artırılmış gerçeklik materyalleri tasarlama sürecindeki deneyimleri ile bu sürecin öğretmen adaylarının TPAB seviyelerine ve dijital materyal tasarlama yeterliliklerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma yöntem tercih edilmiş ve araştırma gömülü karma desen çerçevesinde desenlenmiştir. Araştırmanın nicel boyutunda ön-test son-test tek gruplu zayıf deneysel desen, nitel boyutunda ise çoklu durum deseni kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2024-2025 eğitim öğretim yılı güz döneminde İç Anadolu Bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinde 4. sınıfta öğrenim gören 5'i erkek 22'si kadın olmak üzere 27 ilköğretim matematik öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Araştırmada nicel veriler Matematik İçin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (TPAB-Mat) ve Dijital Materyal Tasarımı Yeterlilikleri Ölçeği (DMTYÖ) ile toplanırken nitel veriler; dokümanlar, odak grup görüşmesi ve günlükler ile toplanmıştır. Nicel verilerin analizinde SPSS programı kullanılmış ve Shapiro-Wilk, bağımlı örneklem t testi ile veriler çözümlenmiştir. Nitel verilerin analizinde hem tümevarımcı hem de tümdengelimci analiz yöntemi birlikte kullanılarak içerik analizi ve tematik analiz yöntemleri tercih edilmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin, öğretmen adaylarının TPAB seviyelerini ve dijital materyal tasarlama yeterliliklerini anlamlı bir biçimde arttırdığı; ayrıca öğretmen adaylarının TPAB seviyeleri ile dijital materyal tasarlama yeterlilikleri arasında pozitif ve anlamlı ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları incelenmiş ve AG materyallerini entegre ederken tercih ettikleri öğrenme alanlarının en çok sayılar ve işlemler öğrenme alanındaki kazanımlara yönelik olduğu; adayların sıklıkla 8. sınıf seviyesindeki kazanımları tercih ettikleri; ilk ders planında en fazla değerlendirme bölümünde, son ders planında keşfetme bölümünde materyal kullanmayı tercih ettikleri; ilk ders planında çoğunlukla dikkat çekme amacıyla materyal tasarlarlarken son ders planında kavramsal öğrenmeye yönelik bir eğilim olduğu tespit edilmiştir. AG materyali tasarlama sürecindeki öğretmen adaylarının görüş ve deneyimleri incelendiğinde ise bulgular "TPAB deneyimleri", "görüşler", "roller" ve "tasarım özellikleri" olmak üzere dört tema altında toplanmıştır. Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecine yönelik görüşlerinde AG materyalinin avantajlarına daha çok vurgu yaptıkları, dezavantajlara daha sınırlı sıklıkta yer verdikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama deneyimlerinin TPAB seviyelerine göre farklılaştığı tespit edilmiştir. Yüksek TPAB seviyesindeki adayların AG materyali tasarlama sürecinde bağlamsal bilgi bileşenine en fazla odaklanan, sürecin mesleki katkısına ve araştırmacı desteğine en çok vurgu yapan grup olduğu görülmüştür. Orta TPAB seviyesindeki adayların AG teknolojinin potansiyel faydalarına en fazla odaklanan, dezavantajları diğer gruplara kıyasla en az oranda dile getiren, akran etkileşimi en yüksek olan ve buna bağlı olarak materyal tasarımında pedagojik yaklaşımı en çok dile getiren grup olduğu belirlenmiştir. TPAB seviyesi düşük öğretmen adaylarının ise AG materyali tasarlama sürecinde dezavantajlara daha fazla odaklanan, akran ve araştırmacı etkileşimleri sınırlı düzeyde olan ve buna bağlı olarak materyal tasarlarlarken yüzeysel yaklaşımları tercih eden grup olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmanın sonuçlarının öğretmen yetiştirme programına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Artırılmış gerçeklik, öğretmen adayı, TPAB, dijital materyal tasarımı

## ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Educational Sciences  
Department of Mathematics and Sciences Education  
Mathematics Education Program  
Doctoral Thesis

### INVESTIGATION OF THE DEVELOPMENT, APPLICATION AND EVALUATION PROCESS OF AUGMENTED REALITY MATERIALS IN THE TEACHING MATHEMATICS OF PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS

Sevcan MERCAN ERDOĞAN

Interest in augmented reality technology is increasing day by day with its expanding areas of use. This technology, used in many fields, is rapidly becoming widespread in educational environments and is used in many studies by researchers. This research aims to examine the experiences of prospective primary school mathematics teachers in the process of designing augmented reality materials for teaching the learning outcomes included in the middle school mathematics curriculum, and the effect of this process on the prospective teachers' TPACK levels and digital material design competencies. To this end, a mixed-methods approach using both qualitative and quantitative methods was chosen, and the research was designed within the framework of an embedded mixed-methods design. The quantitative dimension of the research utilized a pre-test post-test single-group pre-experimental design, while the qualitative dimension employed a multiple case design. The study group consisted of 27 prospective primary school mathematics teachers (5 male and 22 female) studying in their 4th year at a state university in the Central Anatolia Region during the fall semester of the 2024-2025 academic year. In this study, quantitative data were collected using the Technological Pedagogical Content Knowledge Scale (TPACK-Math) for Mathematics and the Digital Material Design Competencies Scale (DMDCS), while qualitative data were collected through documents focus group interviews, and diaries. SPSS was used to analyze quantitative data, and the Shapiro-Wilk and dependent samples t-test were used to analyze the data. For qualitative data analysis, both inductive and deductive analysis methods were used, with content analysis and thematic analysis methods preferred. According to the findings of the study, it was determined that the experience of prospective primary school mathematics teachers in preparing augmented reality materials significantly increased their TPACK levels and digital material design competencies; furthermore, a positive and significant relationship was found between the TPACK levels of prospective teachers and their digital material design competencies. On the other hand, when the lesson plans prepared by the prospective teachers were examined, it was found that the learning areas they preferred when integrating AR materials were mostly related to the learning outcomes in the numbers and operations learning area; It was found that prospective teachers frequently preferred learning outcomes at the 8th-grade level; they preferred using materials most often in the assessment section of their first lesson plan and in the exploration section of their last lesson plan; and while they mostly designed materials to attract attention in their first lesson plan, there was a tendency towards conceptual learning in their last lesson plan. When the opinions and experiences of prospective teachers in the process of designing AR materials were examined, the findings were grouped under four themes: "TPACK experiences", "opinions", "roles", and "design characteristics". It was determined that prospective teachers emphasized the advantages of AR materials more in their opinions regarding the AR material design process, and mentioned the disadvantages less frequently. It was found that prospective teachers' experiences in designing AR materials differed according to their TPACK levels. Those with a high TPACK level were the group that focused most on the contextual information component in the AR material design process, and placed the most emphasis on the professional contribution of the process and researcher support. Candidates with a medium level of TPACK focused most on the potential benefits of AR technology, mentioned the disadvantages the least compared to other groups, had the highest peer interaction, and consequently, mentioned the pedagogical approach in material design the most. Teacher candidates with a low level of TPACK, on the other hand, were found to focus more on the disadvantages in the AR material design process, have limited peer and researcher interaction, and consequently prefer superficial approaches when designing materials. It is thought that the results of this research will contribute to the teacher training program.

**Keywords:** Augmented reality, prospective teacher, TPACK, digital material design

# BÖLÜM 1

## 1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, araştırmanın amacı, önemi, problem cümlesi, alt problemler, sayıtlar, sınırlılıklar ve tanımlar başlıkları yer almaktadır.

### 1.1.Problem Durumu

Matematik, bireyin yaşadığı dünyayı anlamasına yardımcı olan ve farklı durumlar karşısında ileri düzeyde düşünme yetilerini kullanmasını destekleyen temel bilim dallarından biridir (Biber vd., 2022). Soyut yapısı nedeniyle matematiksel kavramları anlamak birçok öğrenci için zor olabilir. Bu noktada öğretmenlerin öğretim yöntemleri oldukça önemlidir. Öğretmenlerin kullandığı yöntem ve teknikler öğrencilerin matematiğe karşı olumsuz düşüncelerinde ve başarısızlıklarında önemli rol oynamaktadır (Biber vd., 2022). Özellikle geleneksel öğretim yöntem ve teknikleri matematikteki başarısızlığın en önemli sebeplerinden biri olarak görülmektedir (Özdemir vd., 2020). Bu noktada geleneksel yöntemlerden ziyade, günümüz teknolojilerinin kullanıldığı öğretim yöntemlerinin tercih edilmesiyle öğrencilerin derse aktif katılımı desteklenebilir, problem çözme ve muhakeme becerileri geliştirilebilir (NCTM, 2000). Öğrencilerin matematiğe karşı ilgilerini arttırmak ve kavramsal öğrenmelerini desteklemek amacıyla öğretmenlerin, zengin öğrenme ortamları oluşturarak teknolojiyi derslerine entegre etmesi önemlidir. Ancak bu noktada öğretmenlerin teknolojiyi derslerine nasıl entegre ettikleri de oldukça önemli bir konudur. Matematik derslerinde teknoloji entegrasyonunu etkileyen faktörleri inceleyen Muslu (2021) teknoloji entegrasyonunu etkileyen en önemli faktörün öğretmen olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda öğretmenin bilgi ve becerilerinin, öğrenme sürecinin niteliğini doğrudan etkilediği söylenebilir. Nitekim, öğretmenin pedagojik yaklaşımı, alan bilgisi ve teknolojik yeterlilikleri teknolojiyi entegre etme sürecini şekillendirmektedir.

Öğretmen bilgisinin ölçülmesinde ve öğretmenin teknolojiyi derslerine etkili bir biçimde entegre etme noktasında ihtiyaç duyduğu bilgi yapısının açıklanmasında en yaygın başvurulan kuramsal çerçevelerden biri Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) modelidir (Koehler & Mishra, 2009; Mai & Hamzah, 2016). TPAB çerçevesi, Mishra & Koehler (2006) tarafından pedagojik bilgi, alan bilgisi ve teknolojik bilgi olmak üzere üç boyutu ve bu boyutların birbiri ile etkileşimini tanımlamak için geliştirilen bir kavramsal çerçevedir (Koehler & Mishra, 2009; Koehler vd., 2013). Bu kavramsal çerçeve, öğretmenlerin sadece teknolojiyi kullanma yeterliliklerini değil aynı zamanda dijital teknolojileri kullanma niyetlerini, sınıf içi

uygulamalarını ve mesleki bakış açılarını doğrudan etkilemektedir (Hidayat vd., 2024; Yıldız & Arpacı, 2024). Dolayısıyla günümüzde hızla gelişen ve sürekli değişen eğitim teknolojilerinin öğretim süreçlerine etkili bir şekilde entegre edilmesinde, öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB düzeyleri belirleyici bir rol oynamaktadır. Ayrıca TPAB'ın bu önemli etkisinin yanında, öğretim sürecinde kullanılan yöntem ve teknikler de öğrencilerin matematik başarısını doğrudan etkilemektedir.

Öğretim sürecinde öğretmenin kullandığı yöntem ve teknikler, öğretmenin sahip olduğu bilgisini uygulamaya nasıl yansıttığını ve öğrenme deneyiminin niteliğini göstermektedir. Bu noktada öğretmenin teknolojik, pedagojik ve alan bilgisi uygun öğretim stratejileriyle desteklendiği zaman öğrencilerin kavramsal anlamlarına destek olmakta ve öğretim sürecinin etkililiğini arttırmaktadır. Dolayısıyla öğretmenin tercih ettiği teknolojilerin niteliği ve öğretim amaçlarıyla olan uyumu da öğrenme sürecinin başarısında belirleyici bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda içerik odaklı teknolojilerin eğitim ortamlarına entegre edilmesiyle anlamlı sınıf içi katılım desteklenerek öğrencilerin öğrenme deneyimleri geliştirilebilir (Germain vd., 2021). Bu noktada günümüz eğitim ortamlarında sıklıkla tercih edilen artırılmış gerçeklik teknolojisi ön plana çıkmaktadır. Geleneksel öğretim araçlarına kıyasla artırılmış gerçekliğin öğrenme sürecini daha etkili hale getirdiği tespit edilmiştir (Lin & Yu ,2023). Ses, video, görsel ve animasyon gibi multimedya araçlarıyla zenginleştirilen öğrenme ortamları birden çok duyu organına hitap ederek öğrenme sürecini daha etkili hale getirmektedir (Boz & Ozerbas, 2020). Bu açıdan bakıldığında öğretmenlerin günümüz öğrenme ortamlarında artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamaları, etkileşimli videolar, simülasyonlar gibi teknoloji destekli öğrenme etkinliklerini kullanması gerekli hale gelmektedir (Biber vd., 2022). Artırılmış gerçeklik teknolojisi hem sanal hem de gerçek nesnelere etkileşime girmeyi, yaşayarak öğrenmeyi, dikkati ve motivasyonu artırmayı sağladığı için eğitim alanında dikkatleri üzerine çekmiştir (Singhal vd., 2012). Özellikle kısa bir süre içerisinde AG teknolojisinin üniversiteler de dahil olmak üzere eğitim merkezlerinde yüksek bir etki seviyesine ulaşacağı düşünülmektedir (Cabero & Barroso, 2016). Bu nedenle, öğretmenlerin sınıflarında teknoloji entegrasyondan en iyi şekilde yararlanabilmeleri için bu teknolojiyi bir an önce öğrenmeleri ve benimsemeleri gerekmektedir (Almoosa, 2018).

Matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik kullanımına ilişkin yapılan çalışmalarda bu teknolojinin öğrenci performansını olumlu yönde geliştirdiği (Fabian vd., 2018); öğrencilerin derse karşı tutumunu olumlu yönde değiştirdiği ve akademik başarılarını artırdığı (Özdemir &

Özçakır, 2019); öğrencilerin üç boyutlu düşünme becerilerini (İbili vd., 2020) ve uzamsal yeteneklerini (Özçakır, 2017) geliştirdiği gözlemlenmiştir. Son yıllarda artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanımına ilişkin ilkökul (Onbaşılı, 2018; Özbek & Ak, 2020), ortaokul (Çetintav, 2023; Fidan, 2018; Özçakır, 2017) ve üniversite öğretimi (Koenig, 2021; Özbay & Seferoğlu, 2023; Özçelik, 2024) kademelerinde farklı deneyimler ve araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırmalarda genel olarak artırılmış gerçekliğin; akademik başarıya etkisi, algı ve tutuma etkisi, uzamsal yeteneklere etkisi, motivasyon ve psikomotor performansa etkisi gibi konular araştırılmıştır. En yoğun çalışma alanı olarak akademik başarı ve öğrenmedeki kalıcılığa etkisi incelenmiş, öğretmen görüşleri ile ilgili çok az çalışma yapıldığı gözlemlenmiştir. Artırılmış gerçeklik teknolojisini sınıflarda kullanacak asıl kişilerin öğretmenler olduğu düşünüldüğünde, öğretmenlere yönelik daha fazla çalışma yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (Türker, 2021).

Bir eğitimcinin başarılı olabilmesi için güncel teknolojileri bildiğinin ve kullandığının farkında olan, sürekli öğrenen bir birey olmaya özen göstermesi gerekir (Benitez-Saza vd., 2018). Bu noktada eğitimcilerin gelişen teknolojiyi takip etmesi çok önemlidir. Teknoloji bu kadar hayatımızın içinde ve önemli olmasına rağmen MEB tarafından yapılan bir araştırmada öğretmenlerin büyük çoğunluğunun (%75) artırılmış gerçeklik teknolojilerini sınıflarında kullanmadıkları ve yine öğretmenlerin büyük çoğunluğunun (%81) artırılmış gerçeklik teknolojileri hakkında bilgi sahibi olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır (Boz, 2019). Bu bulgular, öğretmenlerin AG teknolojilerini yeterince bilmediklerini ve kullanmadıklarını göstermektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının bu teknolojiyi öğrenme ve deneyimleme süreci kritik önem taşımaktadır.

Öğrenme ortamlarında teknoloji destekli etkinliklerin tercih edilmesi ve kullanılması da farklı bir beceri gerektirmektedir. Öğretmenler genellikle teknoloji destekli etkinliklerin hazırlanması konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ve bu nedenle hazır etkinlikleri tercih ettiklerini belirtmektedir. Moss vd. (2007) matematik derslerinin hazır teknoloji destekli etkinlikler bulmak için uygun olduğunu ve büyük ölçüde meslektaşları tarafından hazırlanan hazır etkinlikleri ve uygun web sitelerini tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bu durum öğretmen yetiştiren kurumların ve öğretmenlere verilen hizmet içi eğitimlerin gözden geçirilmesini ve sorgulanmasını gerekli kılmaktadır.

Eğitimde kalitenin artırılması için öğretmenlerin mesleki gelişimlerine sürekli katkıda bulunmalı ve öğretme-öğrenme sürecinde teknoloji kullanımını desteklenmelidir. Uluslararası

veriler de öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin öğrenci başarısı üzerindeki kritik rolünü ortaya koymaktadır. TIMSS ve PISA verileri ile yapılan bir çalışmada öğrencilerin uluslararası sınavlarda başarılı olması için öğretmenlerin mesleki gelişimlerine yatırım yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Koca vd., 2024). Hizmet öncesi eğitimde öğretmen adaylarına artırılmış gerçeklik teknolojisinin tanıtılması ve öğretim materyallerinin tasarlanması, geleceğin öğretmenleri için önemli bir rehber olacaktır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama deneyimlerinin incelenmesinin oldukça değerli olduğu düşünülmektedir. Çünkü AG uygulama tasarımcılarının uygulamanın pedagojik özelliklerini ihmal ettiği, daha çok tasarımın teknik yönüne odaklandığı tespit edilmiştir (Radu, 2014). Bu sebeple mevcut araştırmada, öğretmen adaylarının hazırlanmış bir uygulamayı sınıflarda deneyimlemesi yerine uygulamayı kendilerinin tasarlamasına imkân tanınarak artırılmış gerçeklik teknolojilerinin pedagojik amaçlara uygun biçimde nasıl hazırlanabileceği ve derslere nasıl entegre edilebileceği araştırılmıştır. Mevcut araştırmada, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyallerini geliştirme süreci ve bu süreçteki deneyimleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışma, öğretmen adaylarının mesleki gelişim süreçlerine katkı sağlamayı ve onların teknolojiyi pedagojik bir araç olarak etkili bir şekilde kullanma kapasitelerini artırmayı hedeflemektedir.

## **1.2.Araştırmanın Amacı**

Artırılmış gerçeklik teknolojisi son yıllarda eğitim ortamlarında sıklıkla tercih edilen bir öğrenme aracı haline gelmiştir. Ancak yapılan çalışmalar, AG uygulamalarının tasarımında çoğunlukla teknik yönlerin ön plana çıkarıldığını ve pedagojik boyutun yeterince dikkate alınmadığını göstermektedir (Radu, 2014). Bu doğrultuda mevcut araştırmada, öğretmen adaylarının ortaokul matematik dersi öğretim programında yer alan kazanımların öğretimine yönelik artırılmış gerçeklik materyalleri tasarımları hedeflenmiştir. Araştırmada adayların AG materyali tasarlama sürecindeki deneyimlerini ve bu sürecin öğretmen adaylarının TPAB seviyelerine, dijital materyal tasarlama yeterliliklerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmanın bir diğer amacı ise öğretmen adaylarının AG teknolojisini matematik derslerine nasıl entegre edebileceğini incelemektir.

## **1.3.Araştırmanın Önemi**

Bu araştırma öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecindeki deneyimlerini, sürecin TPAB seviyelerine ve dijital materyal tasarlama yeterliliklerine etkisini incelemesi bakımından alan yazına önemli katkı sağlamaktadır. Eğitim teknolojileri alanında yapılan çalışmaların çoğunluğu öğrencilerin öğrenme çıktıları üzerine yoğunlaşmaktadır. Eğitim amaçlı

artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik yapılan çalışmalarda en fazla incelenen değişkenlerin akademik başarı, motivasyon, algı, kullanılabilirlik, memnuniyet gibi değişkenler olduğu tespit edilmiştir (Erbaş & Atherton, 2020). Ancak öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama deneyimlerine ilişkin çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Literatürde özellikle matematik öğretmen eğitiminde AG/SG teknolojilerinin rolü üzerine araştırma yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (Cevikbas vd., 2023). Bu bağlamda mevcut çalışma üç açıdan önemlidir:

1. Araştırma öğretmen adaylarının hazır uygulamaları kullanmalarından ziyade kendi artırılmış gerçeklik materyallerini tasarlama deneyimlerine olanak tanınması nedeniyle önemlidir. Böylece öğretmen adaylarının teknolojiyi pedagojik bağlama entegre etme becerilerini geliştirmeleri hedeflenmiştir.
2. Bu araştırma öğretmen adaylarının mesleki gelişimini destekleyerek ilerleyen yıllardaki öğretmenlik uygulamalarına rehberlik edecek deneyimler kazanmalarına olanak sağlaması bakımından önemlidir.
3. Araştırma politika yapıcılar için, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu yeterliliklerinin geliştirilmesine ışık tutması ve öğretmen yetiştirme politikalarına yol göstermesi bakımından önemlidir.
4. Literatür incelendiğinde AG ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunluğunun öğrenci merkezli veya öğretmen görüşü şeklinde olduğu görülmüştür. Bu araştırma öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama deneyimlerine odaklanarak literatürdeki önemli bir boşluğa değinmesi bakımından önemlidir.

### **1.3.1. Problem cümlesi**

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyallerini geliştirme süreci ve bu sürecin öğretmen adaylarının TPAB seviyeleri ile dijital materyal hazırlama yeterliliklerine etkisi nasıldır?

#### **Alt Problemler**

1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin TPAB düzeylerine etkisi var mıdır?
2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin dijital materyal hazırlama yeterliliklerine etkisi var mıdır?

3. Artırılmış gerçeklik materyali geliştirme süreci sonunda, öğretmen adaylarının dijital materyal hazırlama yeterlilikleri ile TPAB düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki var mıdır?
4. İlköğretim matematik öğretmen adayları matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyallerini ders planlarına nasıl entegre etmektedir?
5. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecindeki görüş ve deneyimleri nasıldır?
6. Farklı TPAB seviyesindeki ilköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimleri nasıl değişmektedir?

#### **1.4.Sayıtlar**

Bu araştırmada kabul edilen sayıtlar şu şekildedir;

- Öğretmen adaylarının TPAB-Mat, DMTYÖ ölçeklerine, doküman (ders planları, revize edilmiş ders planları), grup görüşmesi ve günlüklere verdikleri yanıtların samimi olduğu varsayılmaktadır.
- Öğretmen adaylarının araştırma kapsamında kullanılan ölçme araçlarını ve teknolojik uygulamaları yönergeler doğrultusunda doğru ve bilinçli bir biçimde kullandıkları varsayılmaktadır.
- Öğretmen adaylarının düşünce ve deneyimlerinin gerçeği yansıttığı düşünülmektedir.
- Araştırma sürecinde, öğretmen adaylarının elde ettikleri deneyim ve kazanımların, aynı dönemde aldıkları diğer derslerden bağımsız olduğu varsayılmaktadır.

#### **1.5.Sınırlılıklar**

Bu araştırma;

- Türkiye’de bulunan bir üniversitede öğrenim görmekte olan 4. sınıf İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programında öğrenim gören öğretmen adayları ile,
- Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi dersi ile,
- AG teknolojisine yönelik ücretsiz uygulamalar ile,
- Ortaokul matematik dersi kazanımlarına yönelik hazırlanan ders planları ve AG materyalleri ile,
- Uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan ölçeklerden (TPAB-Mat, DMTYÖ) elde edilen veriler ile,
- Uygulama sonrasında yapılan grup görüşmelerinden ve 14 hafta boyunca yazılan günlüklere elde edilen veriler ile,

- Uygulamaya katılan öğretmen adayı cevapları ile,
- 2024-2025 eğitim-öğretim yılı ile

sınırlıdır.

## **1.6.Tanımlar**

*Artırılmış gerçeklik (AG):* “Gerçek dünyadaki fiziksel nesne ve ortamların üzerine bilgisayar tarafından üretilen işitsel, görsel ve başka duyuşsal öğelerin eklenerek zenginleştirilmesini sağlayan teknolojidir” (Azuma, 1997).

*Artırılmış Gerçeklik Materyali:* “Öğretmen adaylarının ortaokul matematik öğretim programı kazanımlarına yönelik hazırladığı AG tabanlı öğretim materyalleridir”.

*Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB):* Öğretmen bilgisinin üç temel bileşeni Teknolojik Bilgi (TB), Pedagojik Bilgi (PB) ve Alan Bilgisi (AB) olmak üzere bu üç bilginin ortak kesişimi Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi’dir (TPAB).

*Dijital Materyal Tasarlama Yeterliliği:* Öğretmen adaylarının teknolojik materyal tasarlama noktasındaki “Tasarım ve Geliştirme Yeterliliği” “Teknik Yeterlik” “Teknopedagojik Yeterlik” ve “Uygulama ve Değerlendirme Yeterliliği” becerileridir.

## BÖLÜM 2

### 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

#### 2.1. Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı

Günden güne hızla ilerleyen teknolojideki gelişmelerle birlikte eğitim teknolojisine olan ilgi de artmaktadır. Literatürde eğitim teknolojisi, eğitimde kalitenin artırılması için günümüz teknolojilerinin uygulandığı organize ve sistematik bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Stošić, 2015). Kalem, kara tahta, abaküs ile başlayan eğitim teknolojisi yolculuğu daktilo ve bilgisayar kullanımıyla devam ederek internet ve sosyal ağların kullanımıyla hızlı bir gelişim kazanmıştır (Günaydın & Kurt, 2021). Eğitim teknolojilerinin matematik eğitimi alanında kullanımı ise 1980’li yıllarda hesap makinelerinin matematik derslerinde kullanımıyla başlamış ve sonraki yıllarda grafik hesap makineleri ile öğretimin yapılmasıyla devam etmiştir (Karaarslan vd., 2013). Bugün gelinen noktada teknolojik araçlar eğitim öğretim süreçlerinde sıklıkla tercih edilmeye başlamıştır.

Matematik eğitiminde bilişim teknolojileri, kullanım şekillerine göre alıştırmaya yapma, matematik yapma ve kavramsal öğrenme olmak üzere üç başlıkla ele alınmaktadır (Drijvers vd., 2010; Kissane, 2002). Alıştırma yapma rolü, teknolojinin öğrencilere alıştırmaya ve deneme fırsatı vererek öğrendikleri kavramı daha kalıcı hale getirmesine ve öğrenme eksikliklerini gidermesine olanak tanınmasını ifade etmektedir. Matematik yapma rolü, bireylerin sıkıcı ve zor olan hesaplamaları yapmak için teknoloji kullanması ve böylece gereksiz işlemlerden ziyade kavramın öğretimine odaklanmasını ifade etmektedir. Son olarak kavramsal öğrenme rolü ise bilişim teknolojisinin; anlık dönütlerle, çoklu gösterimlerle, problem durumunu inceleyerek ve araştırarak öğrencilerin aktif olarak keşif yapabildiği bir öğrenme ortamı sunarak kavramsal anlamlarını desteklemesini ifade etmektedir. Bilişim teknolojisinin tüm bu rolleri öğretim sürecinin planlanmasında dikkat edilmesi gereken temel işlevlerden biri olarak değerlendirilebilir. Eğitimde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı öğrenme ve öğretme sürecini kolaylaştırmaktadır (DeWitt vd., 2015).

Öğretim sürecinde bilişim teknolojileri içerik odaklı veya içerikten bağımsız araçlar olarak gruplanabilir (Thomas & Holton, 2003). İçerikten bağımsız araçlar, herhangi bir ders veya konunun içeriğine özel olmayan araçlar iken; içerik odaklı araçlar, herhangi bir konuya özgü geliştirilen ve belirli derslerde kavram öğretiminde kullanılabilen araçlardır (Özçakır, 2020). Matematik öğretiminde içerik odaklı araçlardan en yaygın kullanılanlardan biri dinamik

geometri yazılımlarıdır. Dinamik geometri yazılımlarının en önemli özelliği oluşturulan şekillerin sürüklenmesine olanak tanınmasıdır (Hoyles & Noss, 1994). Bu özellik öğrencilerin kâğıt-kalem çalışmalarına kıyasla soyut kavramlara daha fazla odaklanmasını sağlamaktadır (Hazzan & Goldenberg, 1997).

Dinamik geometri yazılımlarının en çok tercih edilenleri GeoGebra, Geometer's SketchPad, Cabri, Geometry Expression gibi yazılımlardır. Bu yazılımlar genel olarak okullarda ele alınan Öklid geometrisi aksiyomlarının ve nesnelerin görselleştirilmesini sağlar. Ayrıca öğrencilerin problemleri test etmesine, nesnelere hareket ettirmesine ve etkileşimli bir biçimde incelemelerine olanak sağlar. GeoGebra yazılımı ile matematik öğretim programında yer alan bütün öğrenme alanlarına yönelik etkinlikler tasarlanabilmektedir. Bu yazılım analitik geometri temelli bir programla sahiptir ve analitik düzlemede geometrik nesnelerin görsellerini ve denklemlerini oluşturmaya olanak sağlamaktadır. Geometer's SketchPad yazılımı ise Öklid geometrisi çizimlerinin dijital ortamda oluşturulmasına ve şeklin hareketine bağlı olarak meydana gelen değişimlerin incelenmesine fırsat sağlar. Cabri yazılımı dinamik geometri yazılımlarının ilki olarak bilinmektedir (Gillis, 2005, s.21). Bu yazılım öğrencilerin geometrik şekilleri oluşturmalarına ve keşfetmelerine izin veren hem hesap makinelerinde hem de bilgisayarlarda verimli bir biçimde kullanılabilen bir yazılımdır. Bir diğer dinamik geometri yazılımı olan Geometry Expression ise diğer yazılımlardan farklı olarak sadece sayısal verileri değil sembolik verilerin de gösterme ve hesaplama özelliğine sahiptir. Bu özelliği ile özellikle geometrideki teoremlerin ispatında kullanılabilir. Tüm bu dinamik geometri yazılımları iki boyutlu ve üç boyutlu görseller oluşturabilme imkanına sahip olsa da bu görseller genellikle iki boyutlu ekranlar üzerinde sunulmaktadır. Bu durum öğrencilerin iki boyutlu ekranda üç boyutlu nesnelere zihinsel olarak canlandırmalarını gerektirmektedir. Dolayısıyla üç boyutlu düşünme becerisinin desteklenmesine yönelik farklı teknolojik yaklaşımlara olan ihtiyaç ortaya çıkmakta ve bu noktada AG teknolojisi öne çıkmaktadır.

Matematik öğretiminde içerik odaklı araçlardan biri olan AG teknolojisi, öğrencilerin üç boyutlu geometrik yapıları gerçek ortamla bütünleşik bir biçimde deneyimlemesine olanak tanımaktadır. Artırılmış gerçeklik uygulamaları ile matematik dersleri daha eğlenceli ve dikkat çekici olabilmektedir. Ayrıca derslerde farklı teknolojik araçların kullanılması öğrencilerin yaratıcılarını desteklemekte ve eleştirel düşünme becerilerine katkı sunmaktadır. AG teknolojisiyle ilgili ayrıntılı bilgi ilerleyen bölümlerde sunulmaktadır.

Matematik eğitiminde teknoloji genellikle matematiksel kavramları basitleştirmek, öğrenci katılımını arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Sanchez, 2025). Teknoloji, öğretim sürecini zenginleştirerek öğrencilere daha anlamlı öğrenme fırsatı sunmaktadır. Bu teknolojilerin derslerde etkili ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi için öğretmenlerin teknoloji entegrasyonuna yönelik bilgi ve becerilere sahip olması gerekmektedir. Çünkü öğretim ortamlarında ve okullarda bu teknolojilerin nasıl entegre edilmesi gerektiği konusunda eksiklikler bulunmaktadır (Günaydın & Kurt, 2021). Bu bağlamda bilişim teknolojileri kullanımının etkili olabilmesi için üniversite iş birliğine dayalı, alan uzmanı öğretim elemanları tarafından verilen hizmet içi eğitimler oldukça önemlidir (Önal & Çakır, 2016). Öğretmenler derse uygun teknolojik aracı seçebilmeli ve pedagojik amaçlara uygun bir biçimde kullanabilmelidir. Gelecekte matematik eğitiminde teknoloji kullanımının artacağı düşünüldüğünde öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu konusunda gelişime açık olmaları önemlidir. Öğretmenlerin teknolojiyi derslerine etkili bir biçimde entegre edebilmesi için Mishra ve Koehler (2006) öğretmenlerin sadece pedagojik ve alan bilgisini bilmesinin yeterli olmayacağını, bunun yanında teknoloji bilgisinin de ve ayrıca bu bilgileri bütünleştirmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda bir sonraki bölümde Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) çerçevesi ele alınmıştır.

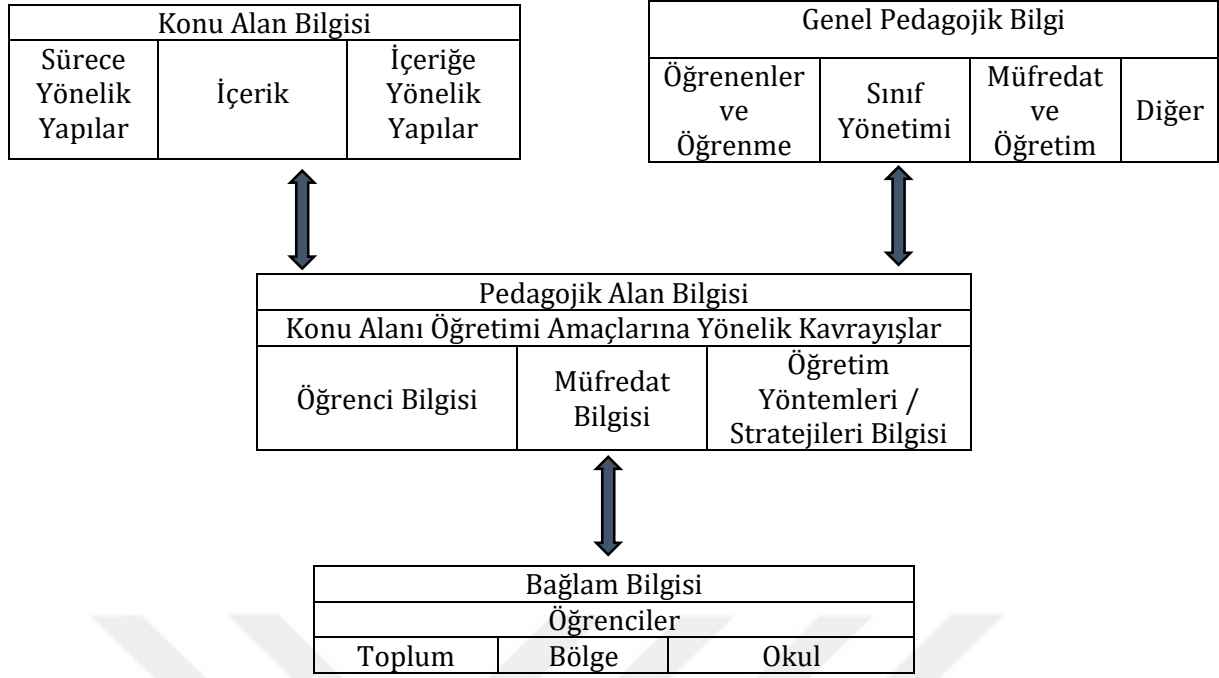
## **2.2. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) Kuramsal Çerçevesi**

Öğretmenlerin sınıf içindeki aldıkları kararlar, öğretim içeriğini sunma biçimleri, kullandıkları öğretim stratejileri, sahip oldukları mesleki bilgileri ile doğrudan ilişkilidir. Öğretmenlerin ne bildiği, bildiğini öğrencinin seviyesine ve öğrenme hedeflerine uygun bir biçimde anlatıp anlatmadığı, kullandığı materyal tercihleri, bilgisini öğrenme ve öğretme sürecine nasıl uyguladığı, öğretimin kalitesi için oldukça önemlidir. Bu nedenle öğretmen bilgisinin çok boyutlu ve dinamik bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Bu yapıyı tek bir modelle açıklamak zor olsa da bu bölümde öğretmen bilgisinin temellerini atan Shulman'ın Pedagojik Alan Bilgisi modelinden başlayarak teknopedagojik alan bilgisi yaklaşımına uzanan gelişim sürecine yer verilmiştir.

Shulman (1986) araştırmalarda, öğretim süreçlerine ilişkin olarak genellikle sınıf yönetimi, öğretim stratejileri, öğretmen davranışları gibi değişkenlere odaklanıldığını, buna karşın öğretmenin sahip olduğu alan bilgisini öğrencilere anlaşılır bir biçimde nasıl aktarabileceğine ilişkin boyutun ihmal edildiğini belirtmiş ve bu eksikliğe kayıp paradigma (missing paradigm) adını vermiştir. Ona göre bu ihmal, öğretmenlik mesleğinin “bilgiyi öğretilebilir forma dönüştürme” sürecinin anlaşılmasına engel olmuştur. Dolayısıyla bu kayıp

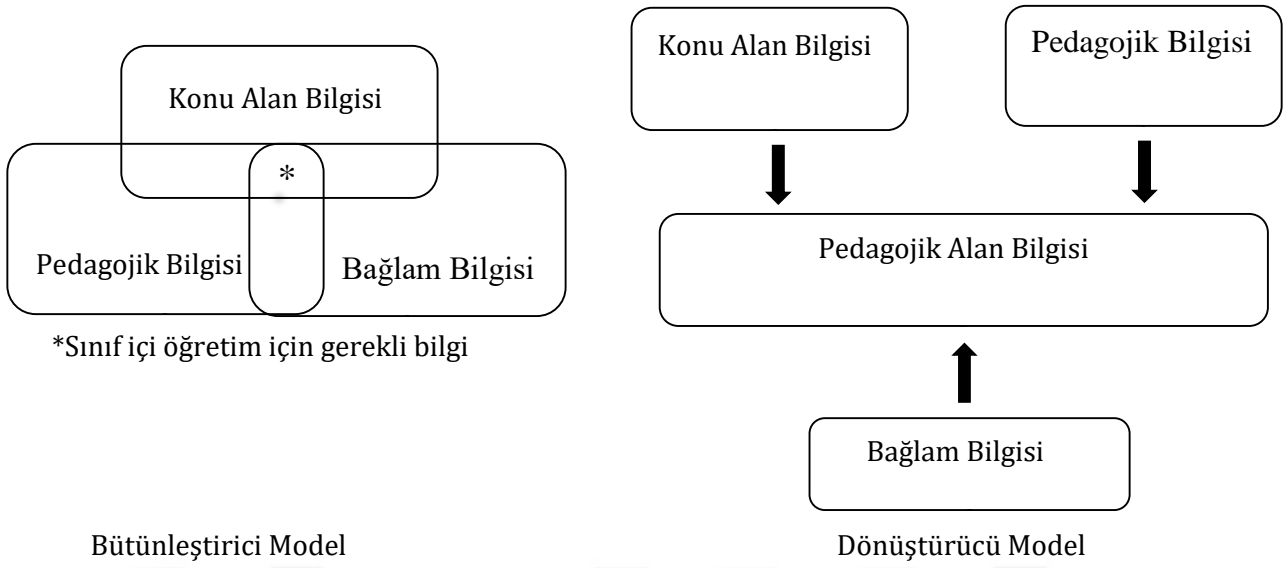
paradigmanın giderilebilmesi için öğretmenlik mesleğinin hangi bileşenlerden oluştuğu yeniden ele alınmıştır. Shulman (1986) öğretmen bilgisinin üç temel bileşenini; alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi ve müfredat bilgisi şeklinde açıklamıştır. Shulman'a göre alan bilgisi, öğretmenin kendi branşındaki disiplinin doğasını, ispat yöntemlerini, kavramları ve bu kavramların hangi koşullarda doğru olduğunu, hangi koşullarda geçerliğini yitirebileceğini bilmesini içermektedir. Pedagojik Alan Bilgisi ise alan bilgisinin ötesinde bu bilgiyi öğrencilere nasıl öğreteceğine ilişkin bilgiyi içermektedir. Pedagojik Alan Bilgisi, öğretmenin konuya ilişkin en kullanışlı temsil biçimlerini, örnekleri, açıklamaları, çizimleri, konunun öğretimini neyin kolaylaştırdığını veya zorlaştırdığını, kavram yanlışlarını ve bu kavram yanlışlarına nasıl müdahale edilmesi gerektiğini bilmesini içermektedir. Müfredat bilgisi ise öğretmenin programın yapısı, sınıf düzeylerini, ders kitaplarını öğretim materyallerini, konuların hangi sırayla, hangi sınıf düzeyinde ve hangi amaçla işlendiğini, konuların diğer disiplinlerle ilişkisini bilmesini içermektedir. Shulman (1986) öğretmenin müfredat bilgisinin PAB'ın uygulanmasını doğrudan etkilediğini belirtmiştir. Yaklaşık bir yıl sonra yaptığı çalışmada Shulman (1987) öğretmenin sahip olması gereken bilgiyi; alan bilgisi, genel pedagojik bilgi, pedagojik alan bilgisi, öğrenci bilgisi, öğretim programı bilgisi, eğitim felsefesi ve tarihi amaçları bilgisi, öğrenme ortamı bilgisi şeklinde yediye ayırmıştır.

Araştırmacılar Shulman'ın öğretmen bilgisi modelinden ilham alarak öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi türlerini ve bu bilgi türleri arasındaki ilişkileri incelemiş ve farklı modeller ortaya koymuşlardır (Ball vd., 2008; Fennema & Franke, 1992; Grossman, 1990; Gess-Newsome, 1999; Rowland vd., 2003). Grossman (1990) öğretmen bilgisini oluşturan bilgi türlerini alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi, pedagojik bilgi ve bağlamsal bilgi olarak sınıflandırmıştır. Bağlam bilgisini, öğretmenin sahip olması gereken bilgi türleri içerisine dahil eden Grossman (1990), öğrenmenin gerçekleştiği ortamın koşullarının değerlendirilmesinin oldukça önemli olduğunu belirtmiştir. Bağlam bilgisi kapsamında öğretmenin, öğrencinin ihtiyaçlarını, geçmiş bilgilerini, ailelerini, ihtiyaçlarını, güçlü ve zayıf yönlerini bilmesi ülkenin sosyopolitik durumuna, öğrenciye sağlanan fırsatlara veya imkansızlıklara göre öğretimi şekillendirmesi beklenmektedir. Grossman'ın (1990) öğretmen bilgisi modeli Şekil 2.1'de sunulmuştur.



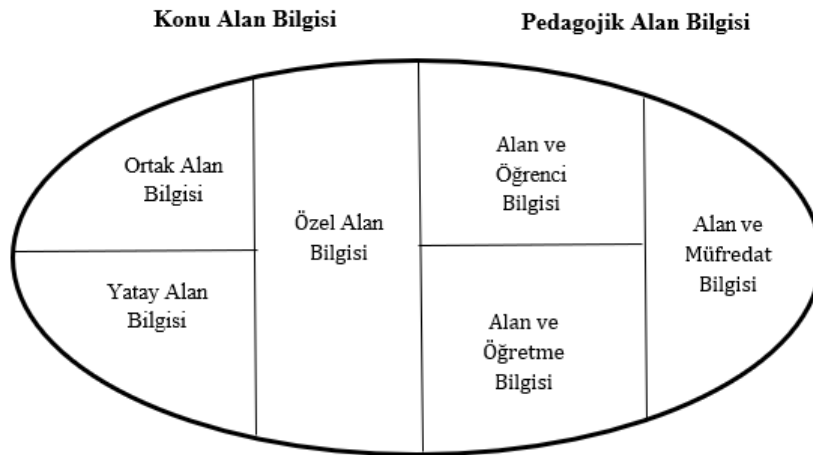
Şekil 2.1. Grossman'a (1990) göre öğretmen bilgisi

Öğretmenlerin bilgi türleri arasında bağlantıları nasıl kurduklarını ve bu bilgileri mesleki deneyimlerine nasıl entegre ettiklerini açıklayan bir kuramsal çerçeve de Gess-Newsome (1999) tarafından ortaya konmuştur. Bu çerçeveye göre iki temel model bulunmaktadır bunlar; bütüncü model ve dönüştürücü model. Bütüncü modele göre alan, pedagojik ve bağlam bilgileri ayrı ayrı ele alınmakta ve öğretim sürecinde birleştirilerek kullanılmaktadır. Bütüncü modele göre PAB, onu oluşturan bilgi türlerinin kesişimlerinden oluşmaktadır. Bu modelde öğretmen, konunun öğretimini gerçekleştirirken pedagojik ve bağlamsal bilgisini birleştirerek uygun öğretim yöntemini belirler ve öğrencilere sunar. Dönüştürücü modelde ise alan, pedagojik ve bağlam bilgisi harmanlanarak yeni bir bilgi türü olan PAB'a dönüşmektedir. Bu modelde öğretmen, konunun içeriğine göre bağlamsal bilgi ile pedagojik bilgiyi harmanlayan ve yeni bir bilgi türü olan PAB'a dönüştüren kişidir. Bu iki model arasındaki temel fark öğretme eyleminin gerçekleşme şeklidir. Bütüncü modelde öğretme eylemi bilgi türlerinin entegrasyonu sonucunda gerçekleşirken, dönüştürücü modelde bilgi türleri sentezlenerek yeni bir bilgi türüne dönüşmekte ve daha sonra öğretim yapılmaktadır. İki model de Şekil 2.2'de sunulmuştur.



**Şekil 2.2.** Bütünleştirici ve dönüştürücü modeller (Gess-Newsome'dan (1999) uyarlanmıştır)

Matematik eğitimine özel öğretmenlik bilgisi çalışmaları yapan Ball (1988-2008) 20 yıllık bir çalışmanın sonucunda, matematik öğretiminde etkili bir uygulama yapabilmek için öğretmenin sahip olması gereken bilgiyi “Öğretim için Matematik Bilgisi (ÖMB)” olarak adlandırmıştır. Ball vd. (2008) Shulman’ın (1986) öğretmen bilgisine yönelik kuramsal yaklaşımını temel alarak, matematiğin etkili bir biçimde öğretilmesi için öğretmenin sahip olması gereken bilgi türlerini iki ana başlıkta toplamıştır; konu alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisi (Şekil 2.3)



**Şekil 2.3.** Öğretim için Matematik Bilgisi (ÖMB) (Ball vd., 2008).

Şekil 2.3’te görüldüğü gibi konu alan bilgisi kendi içinde, ortak alan bilgisi, özel alan bilgisi ve yatay alan bilgisi olmak üzere üç alt bilgi türüne ayrılmıştır. Ortak alan bilgisi,

matematiği bilen ve kullanan kişilerle ortak olarak bilinen bilgi türü olarak tanımlanmıştır. Özel alan bilgisi, matematiğe özgü bilgi ve becerileri içermektedir. Yatay alan bilgisi ise öğretmenin müfredatta yer alan konular arasında nasıl bir ilişki olduğunu bilmesini içermektedir.

Pedagojik alan bilgisi ise alan ve öğrenci bilgisi, alan ve öğretme bilgisi, alan ve müfredat bilgisi olmak üzere üç alt bilgi türüne ayrılmıştır. Alan ve öğrenci bilgisi hem alan hem de öğrenci hakkında bilgi sahibi olmayı içeren bilgi türüdür. Ball vd.'e (2008) göre öğretmenler konuyla ilgili öğrencinin nasıl düşündüğünü, olası kavram yanılgılarını önceden tahmin etmeli ve öğretim sürecini ona göre şekillendirmelidir. Alan ve öğretme bilgisi, öğretmenin öğretim stratejileri bilgisini, kullandıkları temsillerin, öğretim yöntemlerinin avantaj ve dezavantajlarını değerlendirmesini içeren bilgi türüdür. Alan ve müfredat bilgisi ise öğretmenin konuların öğretim programında hangi sırayla işleneceğini bilmesini içeren bilgi türüdür. Shulman (1987) modelinde alan bilgisi pedagojiden ayrı bir bilgi türü olarak değerlendirilirken Ball vd. (2008) alan bilgisini ortak alan bilgisi, yatay alan bilgisi ve özel alan bilgisi olarak üçe ayırmıştır. Ayrıca Ball vd. (2008) geliştirdikleri modelle birlikte geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmeyi hedeflemiştir. Bu yönden alanda öncü modellerden biridir. Diğer taraftan bazı araştırmacılar Ball vd. (2008) modelinin bazı sınırlılıklarını dile getirmiştir. Örneğin Askew (2008) ÖMB'nin alt bileşenlerinin öğretmen bilgisinin karmaşık ve birbiri ile etkileşimli yapısının anlaşılmasını güçleştirebileceğini ifade etmektedir. Bu noktada, öğretmen bilgisini ayrıntılı biçimde incelemek veya ölçek geliştirmek amacıyla yapılan söz konusu parçalama işlemi, bütüncül yapının gözden kaçmasına ve öğretmen bilgisinin bir bütün olarak nasıl işlediğinin yeterince görülememesine yol açabilir. Ayrıca ÖMB modeli öğretmenlerin inanç ve tutumları ile bunların öğretime yansımaları boyutunu göz ardı etmiştir. Bu ve buna benzer sebeplerle matematik öğretmenlerinin bilgisini incelemek amacıyla ÖMB modeli dışında modeller geliştirilmiştir (Rowland vd., 2005).

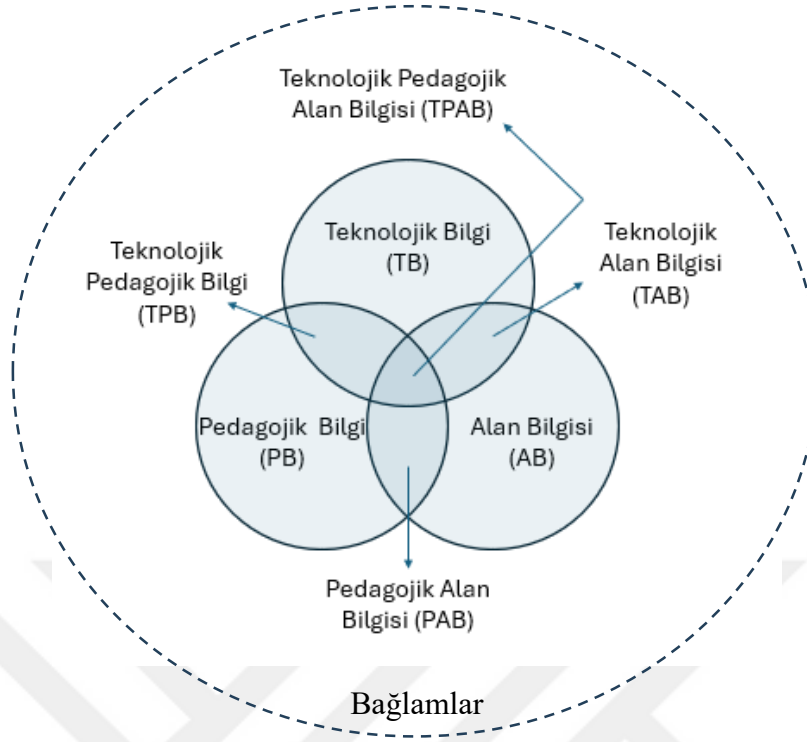
Matematik öğretmenlerinin alan ve alan öğretimi bilgisinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir model arayışı sonucunda Rowland vd. (2003) tarafından Dörtlü Bilgi Modeli (DBM) ortaya konmuştur. Daha sonra yapılan çalışmalarla birlikte Rowland vd. (2009) tarafından DBM'nin kodları ve ayrıntılı açıklamaları literatüre kazandırılmıştır. Bu modelde öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi türleri, temel bilgi, dönüşüm bilgisi, ilişki kurma bilgisi ve beklenmeyen olaylar bilgisi olmak üzere dört alt bileşen ile açıklanmıştır. Temel bilgi, öğretmenin matematik ve matematik öğretimiyle ilgili sahip olması beklenen teorik bilgiyi ve inançlarını kapsamaktadır. Dönüşüm bilgisi, öğretmenin kendi bilgisini öğrencinin anlayabileceği biçimde sunma bilgisidir. Bu bilgi, öğretmenin temsil kullanımını, materyal

seçimini, örnek seçimini kapsamaktadır. İlişki kurma bilgisi, öğretmenin işlemler ve kavramları ilişkilendirme bilgisini, öğrencilerin zorlandıkları konularda konuyu aşamalarla öğretme bilgisini içermektedir. Beklenmeyen olaylar bilgisi ise öğretmenin, derste planlamadığı halde meydana gelen olayları yönetme bilgisini kapsamaktadır.

Shulman (1987), Grossman (1990), Gess-Newsome (1999), Ball vd. (2008) ile Rowland vd. (2009) modelleri incelendiğinde öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi türleri arasında teknoloji entegrasyonuna yönelik ayrı bir bilgi türünün ele alınmadığı görülmektedir. Teknoloji entegrasyonunu öğretmen bilgisi kapsamında ele alan ilk modelin Koehler ve Mishra'nın (2005) Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) modeli olduğu söylenebilir. Mishra ve Koehler (2008) TPAB'ı öğretmenlerin sınıflarında etkili bir biçimde teknolojiyi entegre etmeleri için sahip olmaları gereken bilgi türlerini anlamaya yönelik bir yaklaşım olarak ifade etmektedir. TPAB yalnızca pedagojik, teknolojik, alan bilgisi değil aynı zamanda bu bilgi türlerinin birbiriyle etkileşimini de anlamayı gerektirmektedir. Bu yaklaşım teknoloji bilgisini de içerecek şekilde Lee Shulman'ın (1986) pedagojik alan bilgisi (PCK) yapısını temel almaktadır. Mishra ve Koehler'e (2008) göre TPAB çerçevesi

Teknoloji kullanılarak kavramların temsillerinin anlaşılmasını; öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına göre farklılaştırılmış yollarla alan öğretmek için teknolojileri yapıcı yollarla uygulayan pedagojik teknikleri; kavramların öğrenilmesini zorlaştıran veya kolaylaştıran unsurların ve teknolojinin kavramsal zorlukların giderilmesine nasıl yardımcı olabileceğinin bilgisini; öğrencilerin içerikle ilgili önceki anlayışlarını ve epistemolojik varsayımlarını; ve teknolojilerin yeni epistemolojiler geliştirmek veya eskilerini güçlendirmek için mevcut anlayış üzerine nasıl inşa edilebileceğini bilmeyi kapsar. (s.3)

Bu çerçevede öğretmen bilgisinin üç ana bileşeni vardır. Bu bileşenler ve kesişimleri Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Orijinal TPAB Modeli (Koehler & Mishra, 2009)

Şekil 2.1’de öğretmen bilgisinin üç temel bileşeni olan Pedagojik Bilgi (PB), Teknolojik Bilgi (TB) ve Alan Bilgisi (AB) ile bunların ikili kesişimlerinden oluşan Teknolojik-Alan Bilgisi (TAB), Teknolojik-Pedagojik Bilgi (TPB) ve Pedagojik-Alan Bilgisi (PAB) gösterilmektedir. Üç bilginin ortak kesişimi ise Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi’ni (TPAB) temsil etmektedir.

Teknolojik bilgi, öğretmenlerin eğitim bağlamında teknoloji kullanımına yönelik bilmesi gereken bilgidir. Öğretmenin eğitim bağlamında teknolojik bilgisinin olması, hesap makineleri, e-posta, elektronik tablolar, belgeler, dosyalar vb. gibi öğretim kaynaklarını kullanma becerisini geliştirmesi anlamına gelir (Mishra & Khoeler, 2006). Aslında günden güne hızla gelişen teknolojik ortamda teknolojik bilgiyi tam olarak tanımlamak mümkün olmayabilir. Gur ve Karamete (2015) teknolojik bilgiyi bilgisayar ve ilgili yazılımların nasıl çalıştırılacağı bilgisi olarak tanımlamaktadır. Ancak bir öğretmenin kullanacağı teknolojiyle ilgili sahip olduğu teknik bilgi, süreçte oluşan bir teknik sorunun nasıl çözüleceği bilgisi, temel teknolojik donanımları kullanabilme bilgisi onun teknolojik bilgisi hakkında bilgi verebilir.

Shulman (1986) alan bilgisini, öğretim uygulamasında öğrenilmesi ve öğretilmesi gereken bir bileşen olarak ifade etmektedir. Ona göre alan bilgisi öğretmenin uzmanlaşması gereken bilgi türüdür. Mishra ve Khoeler (2009) alan bilgisini öğretmenin öğreteceği konu

hakkındaki bilgisi olarak ifade etmektedir. Ortaokul matematik dersinde öğretilecek bir içerikle fen bilgisi öğretmenliği lisans programında öğretilecek içerik farklıdır. Her alan için alana özgü teoriler, kuramlar, yaklaşımlar vardır. Matematik eğitiminde alan bilgisi göstergesi olarak; öğretmenin sahip olduğu geometri öğrenme alanı bilgisi, müfredat bilgisi gibi bilgiler örnek verilebilir.

Pedagojik bilgi, Shulman'a (1986) göre öğretim uygulamalarına dair didaktik boyutları, öğrenci ile öğretmen arasındaki iletişim ve etkileşim sürecini, öğrenme ve öğretme stratejilerini, öğrencilerin sosyal yönlerini ve öğretmen yetiştirmeye yönelik pedagojik unsurları içeren bilgidir. Mishra ve Khoeler (2009) ise pedagojik bilgiyi öğretmenlerin öğretme ve öğrenme süreçleri, yöntemleri ve uygulamaları hakkındaki derin bilgisi olarak ifade etmektedir. Yani aslında pedagojik bilgi, bir öğretmenin nasıl öğreteceğini bilmesini ifade eder. Bu noktada pedagojik olarak yetkin bir öğretmen, öğrencilerin nasıl öğrendiğini, hangi yöntem ve tekniklerin uygun olduğunu, öğrencilerin öğrenmelerini nasıl destekleyeceğini bilir ve genel sınıf yönetimi becerileri ile süreci yönetir. Örneğin böyle bir öğretmen, matematik derslerinde kesirler konusunda öğrencilerin hangi kavram yanlışlarına sahip olabileceğini bilir ve dersi ona uygun bir biçimde planlar. Bu süreçte öğretmenin sahip olduğu bilişsel, sosyal ve gelişimsel öğrenme teorileri bilgisi ve bunların sınıfta nasıl uygulanacağı bilgisi de pedagojik bilgi kapsamında değerlendirilir.

Teknolojik Alan Bilgisi (TAB), teknoloji ile alan bilgisinin birbirini nasıl etkilediğini ve sınırlandırdığını anlamayı ifade etmektedir (Mishra & Khoeler, 2009). Öğretmenlerin yalnızca öğrettikleri içeriği bilmeleri yeterli görülmemektedir; aynı zamanda öğretmenlerden bu içeriğin ya da onun farklı temsillerinin belirli teknolojiler aracılığıyla nasıl dönüştürülebileceğini de kavramaları beklenmektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin, alanlarındaki öğrenme hedeflerini desteklemede hangi teknolojilerin daha uygun olduğunu, içeriğin teknolojiyi nasıl yönlendirdiğini ya da kimi durumlarda teknolojinin içeriği nasıl değiştirdiğini bilmesi gerekmektedir.

Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB) ise belirli teknolojilerin belirli biçimlerde kullanılmasıyla öğretim ve öğrenme süreçlerinde ortaya çıkan değişimleri anlamayı ifade etmektedir (Mishra & Khoeler, 2009). Bu bilgi türü, öğretmenin teknolojik araçların pedagojik açıdan sağladığı imkânları ve sınırlılıkları, öğrencilerin gelişim düzeyine uygun öğretim tasarımlarını ve stratejilerini birbiriyle ilişkilendirme bilgisini içermektedir. TPB'nin

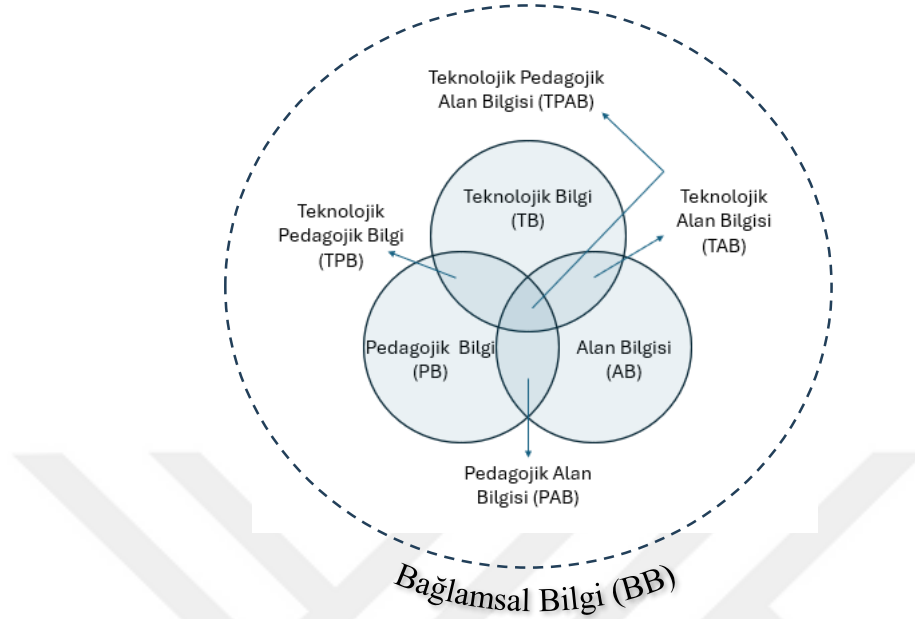
gelişebilmesi için, teknolojilerin sunduğu fırsatlar ve kısıtlamaların yanında bu araçların işlev gördüğü disipline özgü bağlamların da derinlemesine anlaşılmasını gerektirir.

Pedagojik Alan Bilgisi (PAB), Shulman'ın (1986, 1987) ifade ettiği gibi, belirli bir içeriğin öğretimine özgü pedagojik bilgi ile ilişkilendirilmektedir. Bu yaklaşımın merkezinde, konu bilgisinin öğretim amacına yönelik dönüştürülmesi yer almaktadır. Shulman'a (1986) göre bu dönüşüm; öğretmenin konuyu yorumlaması, farklı temsil biçimleri geliştirmesi, öğretim materyallerini öğrencilerin önceki bilgileri ve alternatif kavrayışları doğrultusunda uyarlaması ile gerçekleşir. PAB, öğretim ve öğrenmenin temelini oluşturan müfredat, ölçme-değerlendirme ve raporlama süreçlerini kapsamaktadır. Ayrıca öğrenmeyi kolaylaştıran koşulların anlaşılması, program-ölçme-pedagoji arasındaki bağlantıların kurulması, öğrencilerde sık karşılaşılan kavram yanlışlarının tanınması, içerikler arası ilişkilerin fark edilmesi, farklı öğretim stratejilerinin denenmesi ve aynı kavram ya da probleme çeşitli açılardan bakabilme esnekliği, etkili öğretim için kritik görülmektedir.

Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB), alan, pedagoji ve teknoloji bilgisi bileşenlerinin tek tek ele alınmasının ötesine geçen, bu üç alanın etkileşiminden doğan bütüncül bir bilgi türüdür (Mishra & Koehler, 2009). Etkili teknoloji entegrasyonuna dayalı öğretimin temelini oluşturan TPAB, yalnızca bu üç bileşenin ayrı ayrı bilinmesiyle sınırlı değildir. Aksine, kavramların teknolojiler aracılığıyla nasıl temsil edileceğini, teknolojiyi alan öğretiminde yapıcı biçimde kullanabilecek pedagojik teknikleri, öğrencilerin öğrenmede karşılaştıkları güçlükleri ve bu sorunların teknoloji ile nasıl aşılabileceğini anlamayı içerir. Bunun yanında öğrencilerin önceki bilgilerini, öğrenme kuramlarını ve teknolojinin mevcut bilgileri geliştirmede ya da yeni bilgi yapıları oluşturmada nasıl kullanılabileceğini kavramayı da gerektirir. (Mishra & Koehler, 2009, s. 15-16).

Orijinal TPAB modelinde bulunan yedi bilgi türü kesikli bir çember ile temsil edilen “Bağlamlar” bileşeninin içerisinde yer almaktadır. Bu kesikli çember dış faktörlerin TPAB oluşumunu nasıl etkilediğini sembolize etmektedir (Petko vd., 2025). 2006 yılındaki ilk TPAB modelinde bulunmayan bu çember 2008 yılında eklenmiş ve 2009 yılında kesikli bir çember haline gelmiştir. 2009 yılında TPAB modelinde yer alan “Bağlamlar” kavramı öğretmen bilgisinin dış koşullar tarafından şekillendiğini ima etmekteydi. Ancak yıllar içinde araştırmacılar ve uygulayıcılar bu “Bağlamlar” ı anlama ve etkili bir şekilde kullanma noktasında zorlanmışlardır. Süreç içerisindeki yapılan araştırmalarla birlikte 2019 yılında

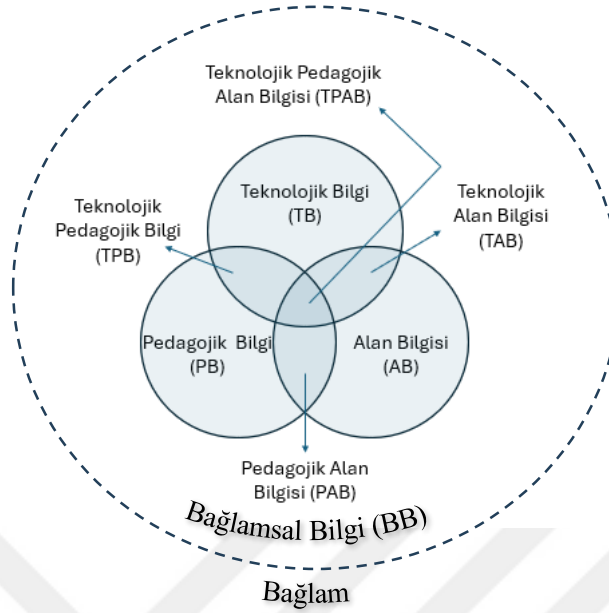
Mishra “Bağlamlar” yerine “Bağlamsal Bilgi” kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Güncellenen model Şekil 2.5’te sunulmuştur.



Şekil 2.5. Güncellenen TPAB Modeli (Mishra, 2019).

Güncellenen TPAB modelinde bağlam sadece dışsal bir unsur olarak değil ayrı bir bilgi türü (ConteXtual Knowledge- XK) olarak ilk kez modele eklenmiştir. Bağlamsal bilginin modele eklenmesi ile TPAB’ın sadece teknolojik-pedagojik-alan bilgisinin kesişiminden oluşmadığı, öğretmenin içinde bulunduğu bağlamı da bilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Öğretmen bilgisine yönelik yapılan bazı çalışmalarda bağlamsal bilginin, uzman öğretmeni acemi öğretmenden ayıran önemli bir unsur olduğu ifade edilmektedir (Anderson & Taner, 2023). Ancak bu modelde bağlamsal bilginin katmanları ve öğretmen bilgisinin nasıl şekillendiği ele alınmamıştır. Diğer taraftan önerilen 2019 modelinin ortaya koyduğu yapıda TPAB’ın yalnızca bağlamsal bilgi mi, bağlamsal bilginin eklenmesiyle oluşan bilgi alanlarının birleşimi mi yoksa her ikisi yaklaşımı da içeren ayrı bir model mi olduğunun anlaşılması gerekiyordu (Petko vd., 2025). Bu noktada literatürde yapılan araştırmalar düşünüldüğünde dinamik bir yapıya sahip olan TPAB modelinin güncellenmesini öneren Petko vd. (2025) “Bağlamlar” kavramının TPAB çemberinin dış kısmında, “Bağlamsal Bilgi” kavramının çemberin iç kısmında olması gerektiği ifade etmektedir. Çünkü ona göre TPAB, öğretmenin uygulama sürecinde şekillenen; pratik durumlar ve değişen öğretim bağlamları içerisinde gelişen bir öğretmen bilgisi modelidir. Bu modelde öğretmenin bağlamsal bilgisi sürekli gelişmekte ve değişmektedir. Modelde yer alan çemberdeki noktalı çizgi, birbiriyle etkileşimde

olan dışsal etkiler (bağlamlar) ile içsel etkileri (bağlamsal bilgi) ayırmaktadır. Model Şekil 2.6’da sunulmuştur.



Şekil 2.6. Bağlamda TPAB Modeli (Petko, Mishra ve Koehler, 2025).

Oluşturulan yeni modelde TPAB, hem dış bağlamların şekillendirdiği bilgiyi (bağlam) hem de öğretmenin eğitim ortamına ilişkin kendi bilgisini (bağlamsal bilgi) aynı anda yansıtmaktadır. Ayrıca Petko vd. (2025) bağlamsal bilginin katmanları olduğunu ve bu katmanların Bronfenbrenner’ın (1979) önerdiği insan gelişiminin ekolojik modelleri ile açıklanabileceğini ifade etmektedir. Ona göre mikro düzey bağlamsal bilgi öğrenci ile öğretmenin sınıftaki etkileşimleri; mezosistem düzey bağlamsal bilgi, farklı öğretmenler, farklı sınıflardaki öğrenciler veya öğretmen ile veli arasındaki etkileşimleri; ekzosistem düzey bağlamsal bilgi okul ortamı, müfredat gibi bilgileri; makrosistem bağlamsal bilgi, eğitim politikaları, küresel teknolojik gelişmeleri; kronosistem bağlamsal bilgi zamanla değişen koşulları bilmeyi içermektedir.

Öğretmen bilgisinin gelişiminin belirli bağlamlar içerisinde geliştiği ve bu bağlamların katmanlarının açıklandığı düşünüldüğünde güncellenen modelin alan yazına dahil edilmesi oldukça önemlidir. Bu yönüyle 2025 modeli TPAB teorik çerçevesini daha tutarlı bir yapıya kavuşturmakta ve aynı zamanda öğretmen eğitimi uygulamalarında modelin kullanımını daha işlevsel hale getirmektedir.

Güncellenen modelin sınıflarda uygulanabilir olması önemlidir. Öğretmen bilgisinin öğrencinin bilgisini şekillendirdiği düşünüldüğünde (Aktürk & Öztürk, 2019), öğretmenlerin sahip olduğu bilgilerinin değerlendirilebilmesi gereklilik arz etmektedir. Bu değerlendirmeler

sonucunda öğretmenlerin güçlü ve geliştirilmesi gereken yönleri belirlenebilir, böylece öğretim sürecinin niteliği arttırılabilir ve öğretmen eğitimi uygulamalarının verimli bir şekilde yapılmasına olanak sağlanabilir. Ayrıca öğretmenlerin TPAB deneyimleri de oldukça önemlidir. Bu bağlamda Kapıcı ve Akcay (2023) sanal platformlarda sorgulamaya dayalı ders planı tasarlamının öğretmen adaylarının TPAB öz yeterliliklerini arttırdığını belirlemiştir. Başka bir çalışmada Tatlı vd., (2016) web 2.0 materyallerinin öğretmen adaylarının TPAB özgüvenlerine etkisini incelemiştir. Söz konusu çalışmada web 2.0 materyallerinin kullanımının öğretmen adaylarının TPAB öz güven seviyelerinde anlamlı bir artışa neden olduğu belirlenmiştir. Benzer biçimde Önal ve Alemdag (2018) eğitim amaçlı web sitesi tasarlama sürecinin öğretmen adaylarının TPAB yeterliliklerini arttırdığını, dijital materyallerin sahip olması gereken özelliklere ilişkin farkındalık kazanmalarını sağladığını tespit etmiştir. Bu noktada öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna ilişkin tecrübelerinin TPAB seviyelerinin gelişimine önemli katkı sağladığı söylenebilir (Çetin, 2017). Nitekim Öğretmenlerin TPAB yeterliliklerini geliştirmenin etkili yollarından birinin, onları teknoloji destekli öğrenme ortamlarının tasarımına aktif olarak dahil etmek olduğu düşünülmektedir (Koehler vd., 2007). Dolayısıyla öğretmen yetiştirme programlarında daha fazla teknolojik materyallere yer verilmesi, geleceğin öğretmenlerinin TPAB seviyesini arttırması bakımından önemlidir. Bu doğrultusunda, öğretmen ve öğretmen adaylarının teknolojiyi pedagojik amaçlarla etkili biçimde kullanabilmelerini destekleyen dijital materyal tasarımı konusu ön plana çıkmaktadır.

### **2.3.Dijital Materyal Tasarımı**

Öğretim sürecinde verimliliği ve etkileşimi arttırmak amacıyla materyaller kullanılmaktadır. Teknolojide meydana gelen gelişimlerle birlikte eğitim ortamlarında dijital materyallerin kullanımı da artmıştır. Dijital materyaller, elektronik cihazlar aracılığıyla üretilen, görüntülenen, depolanan ve erişilebilen öğretim araçları olup; bilgisayar yazılımları, dijital ses ve görüntüler, web siteleri, veri tabanları ya da elektronik kitaplar gibi pek çok unsuru kapsamaktadır (Jones & Fox, 2017; Günaydın & Kurt, 2021). Dijital materyal denince ilk olarak akla animasyonlar, videolar, simülasyonlar, dijital metinler gelmektedir (Taşlıbeyaz vd., 2015). Bu materyaller öğrencileri yönetme ve dikkat çekme konusunda durağan materyallere kıyasla daha etkili olmakla birlikte (Coşkun & Alper, 2019) soyut kavramların somutlaştırılmasında, teorik ve karmaşık içeriklerin görselleştirilmesinde önemli katkılar sağlamaktadır (Liarokapis & Anderson, 2010). Dijital materyaller öğrencilere kendi öğrenme hızlarında öğrenme fırsatı ve tekrar tekrar kullanım imkânı sunmaktadır.

Okullarda matematik derslerinde kullanılan dijital materyaller, öğrencilerin kavramsal anlamalarını desteklemektedir (Churchill, 2011; Churchill & Hedberg, 2008). Bu araçlar öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını yani aktif öğrenmeyi teşvik eden bilişsel araçlar olarak kabul edilmektedir (Churchill, 2011; Mayer, 2009). Ayrıca sınıf ortamında kullanılması riskli olan ya da mümkün olmayan deneysel çalışmalarda dijital materyallerin kullanımıyla süreç sanal ortamda güvenli bir biçimde gerçekleştirilebilmektedir (Lee, 2012). Araştırmalar, dijital materyallerin hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin özgüven ve motivasyonlarını arttırdığını, dersleri monotonluktan kurtararak ilgiyi yükselttiğini ve farklı zekâ tiplerine hitap ettiğini göstermektedir (Soydan, 2018). Ayrıca dijital materyallerin öğrenme sürecine sunduğu katkılar da oldukça önemlidir. Bu materyaller soyut kavramaları somutlaştırma, motivasyon sağlama, dikkat çekme, etkileşimli bir öğrenme ortamı sağlama yönünden öğrenme sürecine katkı sunmaktadır (Temel & Gür, 2022; Tıkman, 2022; Yılmaz, 2024). Ayrıca dijital materyaller öğrencilerin aktif katılımını ve zamandan tasarruf etmesini sağlamaktadır (Özen, 2019).

Öğrenme ortamlarındaki katkısının yanında dijital materyallerin nasıl tasarlanacağı noktası da önemli bir konudur. Bu noktada dijital materyallerin etkinliğini arttırmak için farklı temsil kullanımına, görsel vurgulara ve materyalin sade- net olmasına dikkat edilmesi önemlidir (Chiu & Churchill, 2015). Dijital materyal tasarımının yalnızca teknik bir yeterlilik değil aynı zamanda pedagojik uygunluk ve işbirliği içeren bütüncül bir süreç olduğu söylenebilir. Dijital materyal tasarlarken materyalin eğitim boyutunun daha kaliteli olması ve sunum kalitesinin artırılmasına yönelik dikkat edilmesi gereken iki öneri ön plandadır: Öğretim tasarımı ve çoklu ortam tasarımı (Çoklar & Kuş, 2018).

Dijital materyal tasarımının öğretim tasarımı boyutunda *analiz* aşamasında öncelikle problem ve problemin kaynağı analiz edilir, ikinci aşama olan *tasarım aşamasında* hedef davranışlar ve kullanılacak içerikler belirlenir, öğrenme yöntem tekniğine karar verilir, *geliştirme aşamasında* materyal geliştirilir ve uygulama aşamasında maliyetler, çevre koşulları değerlendirilir. Öğretim tasarımı boyunca *değerlendirmeler* ile tasarım sürecindeki hata ve eksiklikler giderilmeye çalışılır.

Çoklu ortam tasarımı boyutunda ise içeriğin etkili bir biçimde aktarılmasına yönelik unsurlara yer verilmiştir. Bu unsurlar (Çoklar & Kuş, 2018);

*Çoklu Ortam İlkesi:* Materyalin ne kadar çok duyu organına hitap ederse o kadar kalıcı ve verimli olacağını ifade eder.

*Tutarlılık İlkesi:* Sadece konuya özgü materyal tasarımı yapılması gerektiğini, konun dışına çıkılmaması gerektiğini ifade eder.

*Dikkat Çekme İlkesi:* Materyalde konunun önemli noktalarının vurgulanması gerektiğini ifade eder.

*Gereksizlik İlkesi:* Materyalde aynı anda birçok öğeye yer verilmesi yerine gerekli öğelere yer verilmesinin daha iyi sonuçlar verdiğini ifade eder.

*Konumsal Yakınlık İlkesi:* Materyalde birbiriyle ilişkili öğelerin aynı sayfa veya ekranda verilmesinin daha uygun olduğunu ifade eder.

*Zamansal Yakınlık İlkesi:* Materyalde birbiriyle ilişkili resim ve metinlerin aynı anda sunulması gerektiğini ve böylece daha iyi bir öğrenme sağlanacağını ifade eder.

*Kişileştirme İlkesi:* Materyalde günlük dil kullanımının akademik dil kullanımına oranla daha iyi olduğunu ifade eder.

*Ses İlkesi:* Materyalde sözlü içeriğin insan sesi ile verilmesinin makine sesine göre daha iyi olacağını ifade eder.

*Resim İlkesi:* Materyalde bir seslendirme varsa bu sesin sahibinin öğrenenle aynı ortamda olması tercih edilmektedir. Eğer sesin sahibi aynı ortamda değilse sunum sırasında o kişinin resminin verilmemesi gerektiğini ifade eder.

*Biçim İlkesi:* Materyalde resim ile sözel anlatımın kullanılmasının resim ve yazının birlikte kullanılmasına göre daha etkili olduğunu ifade eder. Hem resim hem de yazı görsel duyu organına hitap ettiği için görsel olarak aşırı yüklemeye neden olabilir.

*Ön Alıştırma İlkesi:* Öğrenenlere konuyu anlatmadan önce konunun akışının anlatılmasının daha iyi olacağını ifade eder.

*Parçalama – Bölme İlkesi:* Konunun uygun bir biçimde parçalar bölünerek anlatılmasının bir bütün olarak anlatılmasına göre daha iyi olacağını ifade eder.

Yukarıda açıklanan tüm ilkeler iyi bir materyal tasarımı için materyali tasarlayan kişinin dikkat etmesi gereken önemli unsurları ifade etmektedir. Eğitim ortamlarında kullanılan dijital materyallerin doğru bir şekilde hazırlanması ve pedagojik bilgi ile öğretim kazanımlarının harmanlanması oldukça önemlidir (Roblyler, 2006). Bu noktada öğretmenlerin dijital materyal tasarım yeterlilikleri ön plana çıkmaktadır. Nitekim dijital materyallerin eğitim öğretim sürecinde katkı sağlayabilmesi, süreci yöneten öğretmenlerin dijital materyal yeterliliklerine bağlıdır (Bozkurt vd., 2021). Bu yeterlilikler doğrultusunda öğretmenler farklı araç ve uygulamalardan faydalanarak çeşitli öğretim materyalleri tasarlayabilmektedir.

Öğretmenler kendi dijital materyal tasarımlarını yapabildikleri gibi ücretsiz bir biçimde Algodoo, Educaplay, Padlet, Kotobee, Edpuzzle, Thinglink, Kahoot vb. uygulamalardan yararlanabilmektedir. Bu uygulamalarda öğretmenler temel dijital okur yazarlık becerilerini

kullanarak çeşitli ders materyalleri tasarlayabilmektedir. Ancak bu materyallerin büyük bir bölümünde öğelerin sunumunu ekranla sınırlı tutulmakta ve fiziksel dünya ile bütünleştirme bağlamında belirli sınırlıklar barındırmaktadır. Bu durum, dijital materyallerin daha bütüncül, gerçek dünya ile uyumlu ve deneyim fırsatı sunan bir öğrenme yaklaşımıyla desteklenmesini gerekli kılmaktadır. Bu gereksinimle birlikte günden güne eğitim ortamlarında kullanım alanı hızla genişleyen AG teknolojisi yenilikçi bir dijital materyal türü olarak öne çıkmaktadır. AG, mevcut dijital materyal anlayışını aşarak öğrenme sürecini yalnızca ekrana bağlı olmaktan çıkarıp fiziksel öğrenme ortamıyla etkileşimli hâle getirmesi bakımından önemli bir dönüşüm sunmaktadır. Aşağıda bu teknolojiye ayrıntılı bir biçimde yer verilecektir.

#### **2.4.Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi**

Eğitim ortamlarında uygun teknolojilerin kullanımının öğrencilerin öğrenme davranışını etkilediği ve onları teşvik ettiği söylenebilir. Yapılan araştırmalar, teorik bilgilerin öğretiminde farklı medya araçlarının kullanımının hem öğrencilerin bilgilerini hem de öğrenciler arasında iş birliğini geliştirildiğini göstermektedir (Radu vd., 2010). Bu teknolojik araçlardan biri olan AG teknolojisi öğrencilere gerçekçi deneyimler sunma potansiyeli ile araştırmacıların ve uygulayıcıların dikkatini çekmektedir. AG teknolojisi bilgisayar tarafından oluşturulan iki veya üç boyutlu sanal nesnelere akıllı telefon, tablet, kamera veya başa takılan ekranlar (HMD) aracılığıyla gerçek dünyadaki fiziksel ortamla bütünleştiren ve bu nesnelere gerçek zamanlı etkileşime girmelerine olanak tanıyan bir teknolojidir (Dhiyatmika vd., 2015). Bu teknolojiyle bireyler dijital bilgiyle fiziksel bilgiyi aynı anda deneyimleme fırsatı elde ederek öğrenme sürecinde daha somut deneyimler kazanabilmektedir.

AG teknolojisinin tarihi yaklaşık 125 yıl öncesine dayanmaktadır. ABD’li yazar L. Frank Baum 1901 yılında yazdığı “The Master Key” isimli eserinde gerçek hayat bağlamına yerleştirilen bir elektronik ekrandan bahsetmekte ve buna “karakter işaretleyicisi” adını vermektedir (Polat & Ayan, 2020). Bu eser artırılmış gerçeklik düşüncesinin temelini atıldığı ilk çalışma olarak değerlendirilmiştir. İlerleyen yıllarda AG konusunda yaşanan derin bir sessizliğin ardından 1957 yılında film yapımcısı Morton Heilig “Sensorama” isimli cihaz tasarlamıştır. Bu cihazda kullanıcı, sokaklarda motosiklet sürmektedir ve oyunda rüzgar, titreşim, şehrin kokusu gibi her detay düşünülmüştür. Geleceğin sinemasını tasarlamak isteyen Heilig’in geliştirdiği bu cihaz sanal gerçekliğin öncüsü kabul edilmektedir (Polat & Ayan, 2020). 1966 yılına gelindiğinde Ivan Sutherland, literatürde “Demokles’in Kılıcı” olarak bilinen sistemi geliştirmiştir.



**Şekil 2.7.** Demokles'in Kılıcı (Schmalstieg & Hollerer, 2016).

Şekil 2.7'deki başlık AG teknolojisi için lenslerle donatılmıştır. Aşırı ağır olması nedeniyle tavana monte edilen başlık, helikopter pilotlarının geceleri inişlerini kolaylaştırmak için baş hareketlerine duyarlı kameralarla tasarlanmıştır.

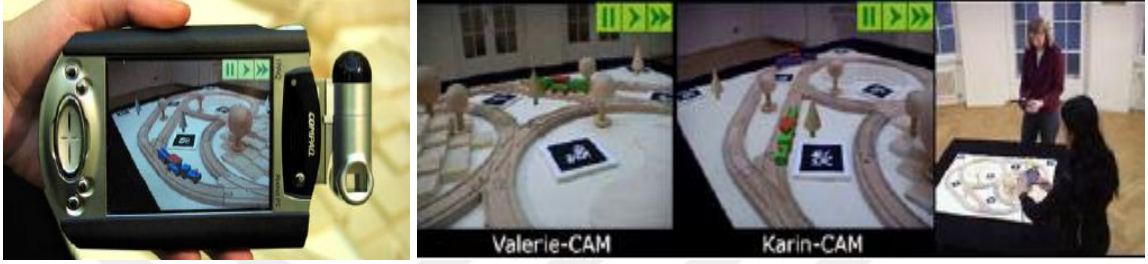
Araştırmacılar 1990'lı yılların başına kadar artırılmış gerçeklik kavramından çok sanal gerçeklik kavramına yönelik çalışmalarla ilgilenmişlerdir (Azuma, 1999). Doksanlı yıllarla birlikte artırılmış gerçeklik çalışmaları hız kazanmıştır. 1990 yılında Boeing araştırmacısı Thomas P. Caudell ilk kez "Artırılmış Gerçeklik" ifadesini kullanmıştır (Polat & Ayan, 2020). Boeing mühendisi Thomas Caudell ve David Mizell yaptıkları çalışmada, uçak fabrikasında çalışan işçilere uçakların kablo demeti montaj şemalarını göstererek yardımcı olmayı amaçlamışlardır.



**Şekil 2.8.** Boeing'deki araştırmacılar, saydam bir başa takılan görüntüleme cihazı (HMD) kullanmışlardır (Schmalstieg & Hollerer, 2016).

1993 yılında Fitzmaurice tarafından mekânsal farkındalığa sahip ilk taşınabilir ekran geliştirilmiş ve bu cihaz taşınabilir AG cihazlarının öncüsü olmuştur (Schmalstieg & Hollerer,

2016). 1999 yılına kadar AG yazılımları özel laboratuvarlarda geliştirilmiştir. 1999 yılında Kato ve Billinghurst ilk açık kaynaklı AG yazılımı olan ARToolKit'i yayımlamıştır. Ardından 2000 li yıllar itibariyle cep telefonları ve mobil cihazlar hızla ilerlemiş ve 2003 yılında ilk elde taşınabilir AG cihazı Wagner ve Schmalstieg tarafından geliştirilmiştir. Wagner ve arkadaşları tarafından geliştirilen “Invisible Train” uygulaması gerçek bir ahşap tren yolu üzerinde dolaşan sanal trenlerin kişisel dijital asistan kamera görüntüsü üzerinden görülmesi prensibine dayanmaktadır.



Şekil 2.9. Invisible Train, elde taşınabilir ve çok kullanıcıli bir AG oyunudur (Wagner vd., 2004).

Şekil 2.9’da görüldüğü gibi “Invisible Train” uygulaması, kullanıcılara trenin hareket ettiği yolu kontrol edebilmesi için makasları ve bağlantı noktalarını değiştirebilme imkânı sunan ve böylece trenlerin çarpışmasını önlemeye yönelik iş birlikli bir yapıya sahiptir. Bu uygulama mobil AG’nin gelişiminde bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir (Schmalstieg & Hollerer, 2016). 2016 yılı AG teknolojisi için önemli bir kırılma noktası olarak değerlendirilmektedir (Polat & Ayan, 2020). AG teknolojisi kullanan Pokemon Go oyunu dünyanın en popüler oyunlarından biri olmuş ve bununla birlikte 2017 ile 2018 yıllarında AG teknolojilerine daha fazla önem verilmiştir. Dolayısıyla bu yıllarda yapılan araştırmalarda pek çok alanda AG teknolojilerinin kullanımı incelenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir.

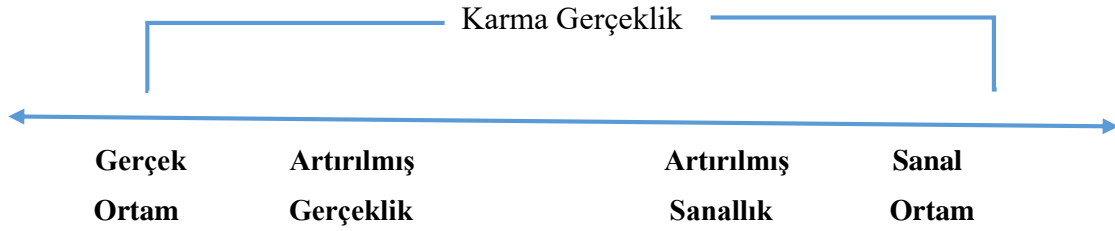
AG teknolojisinin tarihine bakıldığında bazı araştırmacılar AG teknolojisini SG’nin bir türü olarak tanımlamışlardır (Azuma, 1997). Bazı araştırmacılar ise AG yi genel bir kavram olarak kabul edip SG’yi AG’nin özel bir durumu olarak görmektedir (Martín-Gutiérrez vd., 2010). Aslında AG teknolojisi kullanıcıların tamamen sanal bir ortama daldığı sanal gerçeklikten farklıdır (Dutta, 2015). SG teknolojisi kullanıcıyı dış dünyadan tamamen soyutlayarak sanal bir ortamın içine sokarken AG teknolojisi kullanıcının gerçek dünyayı ve gerçek dünya üzerine bindirilmiş sanal nesnelere görmesini sağlamaktadır (Saleeb & Dafoulas, 2011). Bu bağlamda AG teknolojisinin aşağıdaki üç özelliği gerektirdiği söylenebilir:

- Gerçek ve sanal dünyayı birleştirir.
- Gerçek zamanlı etkileşim sağlar.

- 3B olarak kaydedilir.

(Azuma, 1997).

AG teknolojisi, hem fiziksel ortamın hem de sanal nesnelerin görünürlüğünü sağlaması nedeniyle sanal ve karma gerçeklikten ayrılmaktadır (Brigham, 2017). Bu farkı Milgram ve Kishino (1994) sanallık sürekliliği grafiği ile görselleştirmiştir.



Şekil 2.10. Sanallık sürekliliği (Milgram & Kishino, 1994'ten uyarlanmıştır.)

Şekil 2.10'da görüldüğü gibi “gerçek ortam” sürekliliğinin bir ucunda bulunurken “sanal ortam” diğer uca gösterilmektedir. Gerçek ortam sadece gerçek nesnelere oluşan ortamları tanımlarken sanal ortam yalnızca sanal nesnelere oluşan ortamları tanımlamaktadır. Artırılmış gerçeklik terimi gerçek ortamın sanal nesnelere aracılığıyla “artırıldığı” her türlü durumu ifade etmek için kullanılmaktadır. Artırılmış sanallık ise AG teknolojisine tersine, sanal ortama gerçek ortam görüntüsünün aktarıldığı teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Milgram & Kishino, 1994). Karma gerçeklik sanallık sürekliliğinin uç noktalarının, yani gerçek dünya ile sanal dünyanın, aynı anda sunulduğu ortam olarak tanımlanmıştır (Milgram & Kishino, 1994).

Artırılmış gerçeklik teknolojisine yönelik farklı sınıflamalar mevcut olsa da genel olarak konum tabanlı uygulamalar ve işaretleyici tabanlı uygulamalar olmak üzere iki temel biçimde sınıflandırılmaktadır (Zhuravlov-Galchenko, 2018). Konum tabanlı uygulamalar GPS gibi sensörlerle içeriğin belirli bir zamanda belirli bir konumda görüntülenmesini sağlar. Bu uygulamalardan en bilinen örnek Pokemon-Go uygulamasıdır. İşaretleyici tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamaları ise QR kodları, görsel işaretleyiciler ve belirli resimler ile sanal içeriğin görüntülenmesini sağlamaktadır.



Şekil 2.11. İşaretleyici tabanlı ve konum tabanlı AG uygulama örneği (Ulusoy, 2022)

Şekil 2.11’de gösterildiği gibi artırılmış gerçeklik teknolojisine yönelik çeşitli uygulamalar bulunmaktadır. Bu uygulamalar pazarlama, sağlık, sanayi, eğitim gibi pek çok sektörde kullanım amacına göre tasarımcılar tarafından geliştirilmektedir.

### 2.5.Eğitimde AG Teknolojisinin Kullanımı

Gerçek ortam üzerine yerleştirilen sanal içerikler, AG kullanıcılarının gerçek dünya algılarını geliştirerek gerçek nesnelere daha iyi anlamalarına katkı sağlayabilmektedir (Dutta, 2015). AG teknolojisinin bu işlevi öğrenme ortamlarında kullanımı için büyük bir avantaj olarak değerlendirilmektedir. Eğitimde kalitenin sürdürülebilirliği için öğrenme ve öğretme sürecinde yenilikçi teknolojilerin kullanılması önemlidir (Mu & Wang, 2022). Mobil cihazların kullanımının yaygınlaşması ile öğrenciler arasında mobil cihazların ve bilgisayarların kullanımı artmış (Goundar & Kumar, 2022) böylece AG teknolojisi eğitim ortamlarında tercih edilen ve kullanılan bir uygulama haline gelmiş (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018) ve öğrenme ortamlarında hızla yaygınlaşmıştır (Hadi vd., 2022).

Eğitim bağlamında yapılan araştırmalar AG teknolojisinin öğrenme ve öğretme faaliyetleri için yeni fırsatlar sunabileceğini göstermektedir (Bower vd., 2014). AG teknolojisi öğrenciler ve öğretmenler için umut vadeden özelliklere sahiptir. Örneğin, AG teknolojisi nesnelere üç boyutlu şekli kullandığı için öğrenme içeriğinin üç boyutlu görüntülenmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede üç boyutlu bir biçimde sınıf ortamında gösterilmesi mümkün olmayan veya kavramsal olarak karmaşık olan olgular görselleştirilerek öğrencilerin kavramsal anlamalarına destek olunabilir. Bu noktada Alkhattabi (2017) AG’nin eğitim ortamlarında kullanılmasının olumlu öğrenme ve öğretim çıktıları sağladığını ifade etmektedir. Literatürde yer alan bazı araştırmalarda AG teknolojisinin kinestetik öğrenmeyi teşvik ettiği (Chien vd.,

2010), öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirerek akademik faaliyetlere katılımlarını arttırdığı (Squire & Klopfer, 2007), öğrencilerin derse ilgilerinin artmasıyla birlikte kavramsal öğrenmelerini geliştirdiği (Santos vd., 2013) vurgulanmaktadır. Ayrıca AG teknolojisinin öğrenciler ile öğretmenler arasındaki iş birliğini geliştirme potansiyeli (Billinghurst, 2002) de dikkat çekicidir. AG teknolojisinin öğrenmeyi ilgi çekici hale getirirken, iş birliğini, entelektüel merakı teşvik ettiği ve öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği (Baidoo-Jackson, 2025) düşünülmektedir.

AG uygulamaları, sanal bilgileri fiziksel orama getirerek kullanıcıların sanal içerikle etkileşime girmesini sağlayarak deneyimi eğlenceli ve ilgi çekici hale getirmektedir (Dutta, 2015). Bu teknolojinin eğitim ortamlarında, özellikle öğrenme sürecini destekleyen bir pedagojik araç olarak pek çok katkısı bulunmaktadır (Avila-Garzon vd., 2021). AG teknolojileri karmaşık ilişkilerin görselleştirilmesi, soyut kavramların somutlaştırılması, öğretim ortamının etkileşimli hale getirilmesini sağlar (Çelik, 2024; Luck, 2024; Perifanou vd., 2023). Yapılan çalışmalar AG teknolojilerin öğrencilerin motivasyonunu arttırdığını (Bursalı & Yılmaz, 2019; Garzón & Acevedo, 2019; İnce, 2023; Koenig, 2021), akademik başarılarını geliştirdiğini (Arıcan & Özçakır, 2024; Yakınlar-Görgeç & Süral, 2025; Özay, 2025), öğrenmeyi kolaylaştırdığını (Perifanou vd., 2023; Peder-Alagöz, 2020), kullanımının kolay olduğunu (İnce, 2023; Özay, 2025) ve bilişsel yükü azaltarak öğrencilerin daha verimli bir şekilde öğrenmelerine katkı sağladığını (Lin & Yu, 2023) göstermektedir. Diğer taraftan uygulamaların dezavantajına ilişkin olarak bazı araştırmacılar, AG sistemlerinin yüksek bilişsel yük oluşturabileceğini ve bunun öğrencilerin dikkatinin dağıtabileceğini (Radu, 2014) öğrencilerin teknik sorunlar ve karmaşık arayüz nedeniyle AG kullanmayı zor bulabileceğini (Lin & Yu, 2023) derste öğretmenin fazla yönlendirici olması nedeniyle düşük katılıma sebep olabileceğini (Kerawalla vd., 2006), eğitim için tasarlanmış araçların eksikliğini ve genel amaçlı AR uygulamalarının eğitim odaklı olmamasını (Cubillo vd., 2014), uygulamayla ilgili zorluklar olabileceğini (Akçayır & Akçayır, 2017; Dünser & Billinghurst, 2011; Galati vd., 2019), internet bağlantısı sorunlarını (Sat vd., 2023) ifade etmektedir. Bu dezavantajlara ilişkin çözüm olarak hem öğretmenlere hem de öğrencilere AG teknolojisini kullanma konusunda eğitim verilmesi (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018) uygulamanın iyi tasarlanmış bir arayüze sahip olması ve bu konuda iyi bir rehberlik yapılması (Akçayır & Akçayır, 2017) ve deneyim karmaşıklığının yönetilmesi (Dunleavy & Dede, 2014) önerilmektedir.

Yapılan araştırmalarda sınıf ortamlarında kullanılan AG teknolojilerinin genellikle belirli bir ders veya konuya özel olarak tasarlandığı görülmektedir. Bu tasarımlar genellikle bir uzman tarafından yapılmaktadır. Tasarımcılar genellikle uygulamanın tasarım boyutuna odaklanarak pedagojik boyut ihmal edebilmektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin pedagojik bilgilerini kullanarak kendi branşlarına yönelik AG materyali tasarlayabilmeleri için kullanımı kolay ve etkili bazı uygulamalar önerilebilir. Özellikle matematik eğitimi bağlamında geliştirilen ve öğretmenlerin kolay bir biçimde kullanabildiği GeoGebra 3D, Geogebra AR gibi AG uygulamaları üç boyutlu cisimlerin öğrenciler tarafından anlamlandırılmasını kolaylaştırmaktadır. Nitekim yapılan araştırmalar, AG uygulamalarının matematik öğretim sürecinde olumlu etkiye sahip olduğunu, akademik başarıyı ve bireylerin üç boyutlu düşünme becerilerini geliştirdiğini, öğrencilerin matematik derslerine yönelik motivasyonlarını arttırdığını göstermektedir (Erşen & Alp, 2024). Dolayısıyla matematik derslerinde AG uygulamalarının kullanımının yaygınlaşması için öğretmenlerin kendi tasarımlarını yapabileceği bazı uygulama örnekleri aşağıda sunulmuştur.

## **2.6. Eğitimde Kullanılan Bazı AG Uygulamaları**

### **UniteAR**

UniteAR, iBoson Innovations tarafından tasarlanan ve geliştirilen görüntü tabanlı bir AG platformudur. Bireylerin 3B modeller, animasyonlu metinler, 360 derece videolar ve görseller ile kendi AG deneyimini oluşturmalarına olanak sağlar.

### **Blippar**

Blippar gelişmiş bir AG platformudur. Bu platform gelişmiş tanıma algoritması ile taranan nesnenin ne olduğunu tanıyarak ilgili bilgileri sunma noktasında oldukça başarılıdır. Bu platformda yapay zeka ile AG teknolojileri birleştirilmiştir. Uygulamadan faydalanmak için internet erişimi ve uygulamanın yüklü olduğu telefon tablet gibi bir teknolojik cihaz gereklidir. Kullanıcıların iOS veya Android cihazlardan Blippar uygulamasını indirerek akıllı telefon kameralarını herhangi bir nesneye doğrultmaları yeterli olmaktadır.

### **Augment: 3B**

Augment 3B, ARCore altyapısını kullanan ve 3B modellerin AG ortamında gerçek boyutlarını koruyarak ve gerçek zamanlı olarak çevresiyle bütünleşik bir şekilde görüntülenmesini sağlayan bir mobil uygulamadır.

## **Aurasma**

Aurasma, AG teknolojisinin kullanıldığı web 2.0 araçlarından biridir. Bu uygulamada sanal gerçeklik materyalleri web 2.0 aracıyla etkileşimli bir şekilde ücretsiz olarak oluşturulabilmektedir. Bu uygulama eğitim ortamlarında, etkileşimli ders notları ve çalışma kağıtları hazırlama, animasyonlu panolar oluşturma, sunumlar hazırlama noktasında kullanılabilir.

## **GeoGebra 3D**

Matematik öğretiminde GeoGebra uygulaması bilinen ve kullanılan bir dinamik matematik yazılımıdır. GeoGebra 3D ise uzayda 3B şekillerin görselleştirilmesini sağlayarak soyut konuların anlaşılmasını kolaylaştırmayı hedefleyen bir araçtır. GeoGebra 3D'ye 2019 yılının temmuz ayında yapılan güncelleme ile AG objeleri eklenebilir hale gelmiştir. Bu eklenen AG uygulaması GeoGebra 3D ile oluşturulan şekilleri kullanıcının seçtiği bir yüzeye yerleştirilerek görselleştirilmesini sağlamaktadır.

## **GeoGebra Artırılmış Gerçeklik (AR)**

GeoGebra AR, Geogebra'nın bir uygulamasıdır. Bu uygulama sadece iOS işletim sistemine sahip cihazlarda kullanılabilir. GeoGebra AR uygulamasında bulunan hazır üç boyutlu cisimler ile fonksiyon grafikleri matematik derslerinde kullanılabilir. Bu uygulama ile modelleme etkinlikleri tasarlanabilir, gerçek dünyaya 3B cisimler yerleştirilerek açınımları keşfedilebilir, x ve y eksenlerine göre döndürme işlemi yapılabilir. Ücretsiz bir uygulamadır.

## **Arloon Geometry**

Arloon Geometry, matematik derslerinde kullanılabilen bir AG uygulamasıdır. Öğrencilerin şekiller ve geometrik cisimler hakkında bilgi edinmesi için tasarlanmış bir araçtır. Hem düzlemde hem uzayda çalışma yapılabilir. Cisimlerin yan yüzeyleri, hacimleri, açınımları öğretilir. Cisimlerin formüllerine ulaşılabilir. Tahmin, doğru- yanlış, hesaplama bölümleriyle değerlendirme yapılabilir. Ücretli ve dili İngilizcedir.

## **PhotoMath**

PhotoMath, tabletler ve mobil cihazlar için geliştirilen kameralı bir hesap makinesidir. Ondalık gösterimler, lineer denklemler, kesirler, fonksiyonlar gibi konularda matematiksel işlemlerin çözüm yolunu ve sonucunu göstermektedir.

Bu uygulamalar bireylerin ihtiyaç ve isteklerine göre kendi AG tasarımlarını oluşturmalarına olanak tanımaktadır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi sınıflarda zengin etkileşime fırsat tanıyan bir eğitim uygulaması olarak bilinmektedir (Saez-Lopez & Cozar-Gutierrez, 2020). Öğretmenlerin pedagojik bilgi birikimine sahip olması ve AG tasarım sürecinde bu bilgilerini kullanmaları önemlidir. Çünkü bir tasarımcı ile öğretmenin bakış açısı farklıdır (Dunleavy & Dede, 2014). Bu teknolojinin eğitimde etkili bir şekilde kullanılabilmesi için öğretmenlerin bu teknolojiyi tanımaları ve mesleki gelişim fırsatlarıyla desteklenmeleri gerekmektedir (Perifanou vd., 2023). Daha etkili öğrenme sonuçları elde edilebilmek için, artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilme sürecine yalnızca öğretmenlerin değil, öğrencilerin de aktif biçimde dâhil edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Koutromanos vd., 2015).

AG uygulamalarının eğitim sektöründeki umut verici faydalarına rağmen birçok eğitimcinin bu teknolojiden haberdar olmaması veya AG uygulamalarını tasarlamak ve kullanmak için yeterli uzmanlığa sahip olmaması eğitimde bu uygulamaların yaygınlaşmasını engellemektedir. Bu noktada üniversite eğitiminde AG destekli uygulamalara yer verilmesi kritik önem taşımaktadır (Saez-Lopez & Cozar-Gutierrez, 2020). Öğretmen adayları derslerinde AG teknolojilerini kullanmaya karşı istekli olsalar da (Nikimaleki & Rahimi, 2022; Yılmaz & Baydaş, 2016) bunları nasıl etkili bir şekilde kullanacakları noktasında bilgi ve becerileri eksiktir (Uygun vd., 2018). Öğretmen adaylarının bu teknolojilerle erken dönemde tanışmasıyla bu deneyimi öğretim sürecine aktarması daha kolay olmaktadır. Ayrıca bu süreçte öğretmen adaylarının pedagojik yeterlilikleri gelişerek gelecekte daha bilinçli bir şekilde teknoloji entegrasyonu yapmalarına zemin hazırlamaktadır (Çelik, 2023). Artırılmış gerçekliğin sınıflarda kullanımının giderek daha yaygın hale geleceği düşünüldüğünde, öğretmenlerin ve okul yöneticilerinin bu teknolojik değişime hazırlanması gerektiği söylenebilir (Luck, 2024). Eğitim ortamlarına teknolojinin nasıl entegre edilebileceğine yönelik farklı modeller bulunmaktadır. Bir sonraki başlıkta bu modellerin en kapsamlılarından biri ele alınmaktadır.

## **2.7. Teknoloji Entegrasyon Stratejileri Modeli**

Eğitim uygulamalarında teknolojinin bütüncül bir biçimde entegre edilmesine yönelik öğretmen adaylarını yetiştirmek, öğretmen eğitimi alanında giderek karmaşıklaşan ve önem kazanan bir güçlük hâline gelmiştir (Liu, 2016; Ping vd., 2018). Bu bağlamda öğretmen adaylarını öğrenme ve öğretme sürecinde teknoloji kullanımına hazırlamak için çeşitli

stratejiler bulunmaktadır (Kay, 2006 ; Mouza vd., 2014 ). Bu stratejilerin bir sentezini sunan Tondeur vd. (2012) literatürün kapsamlı bir incelmelerini yapmış ve öğretmen adaylarını BİT kullanımında eğitmek için gerekli olan on iki temel temayı ortaya koymuştur. Bu temalar Nitel Veri Sentezi (SQD) modelinin temelini (Şekil 2.12) oluşturmuştur (Tondeur vd., 2018).



Şekil 2.12. Öğretmen adaylarını teknoloji kullanımına hazırlamak için SQD modeli (Tondeur vd., 2012).

Tondeur vd. (2012) tarafından ortaya konan Synthesize Qualitative Data (SQD) modelini Tıkman ve Kaya (2022) “Teknoloji Entegrasyon Stratejileri” modeli olarak ifade etmektedir. Tondeur vd. (2012) öğretmen adaylarının derslerine teknolojiyi entegre etme stratejilerine odaklanan 19 nitel araştırmayı incelemiş ve elde ettiği sonuçları sentezleyerek iki seviyede sunmuştur. İlk seviyede öğretmen adaylarının mikro düzeyde teknoloji kullanımına hazırlanmasına yönelik 7 tema, ikinci seviyede ise programları kurumsal düzeyde uygulamak için gerekli koşullara yönelik 5 tema bulunmaktadır. Ayrıca modelde “Teori ve Pratiğin Uyumlaştırılması” ile “Sistemik ve Sistemsel Değişim Çabaları” temalarının hem kurumsal hem de mikro düzeyde ifade edilen kapsayıcı temalar olduğu ifade edilmektedir.

Öğretmen adaylarını teknoloji kullanımına hazırlamaya yönelik ifade edilen temalar şu şekildedir; teori ve pratiğin uyumlaştırılması, eğitimcinin rol model olarak kullanılması, eğitimde teknolojinin rolüne ilişkin yansıtma, tasarım yoluyla öğrenme teknolojisi, akranlarla işbirliği yapmak, otantik teknoloji deneyimi, sürekli geri bildirim (Tondeur vd., 2012).

### **Teori ve pratiğin uyumlaştırılması**

Tondeur vd. (2012) yaptığı araştırmada öğretmen adaylarının derslerine teknolojiyi entegre etme stratejilerine odaklanan 19 nitel araştırmanın 14'ünde teori ve pratiğin uyumlu hale getirilmesi gerektiği vurgusunu tespit etmiştir. Belirli bir yazılımın nasıl kullanılacağına yönelik içerik sunmak yerine kavramsal ve teorik bilgilerin pratikle uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Böylece öğretmen adaylarının teknoloji kullanımının amacını anlayabilmeleri mümkün olacaktır.

### **Eğitimcinin rol model olarak kullanılması**

Öğretmen adaylarının teknolojiyi kullanmasında eğitimcinin rol model olması kritik öneme sahiptir (Tondeur vd., 2012). Öğretmenin teknoloji kullandığını gözlemlemek diğerleri için önemli bir motivasyon kaynağı olmaktadır (Haydn & Barton, 2007; Kaufman, 2015). Öğretmen adaylarının eğitimcinin sunduğu teknolojik uygulama örneklerini incelemesi faydalıdır ancak yeterli değildir (Tondeur vd., 2019), öğretmen adaylarının bu örnekleri belirli bir eğitim bağlamında yorumlayabilmeleri de gereklidir.

### **Eğitimde teknolojinin rolüne ilişkin yansıtma**

Bu temada öğretmenlerin/ öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımı hakkındaki olumsuz tutumlarının değiştirilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Bu noktada öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımının rolüne yönelik düşünmesi sağlanmalıdır (Jang, 2008). Böylece adayların belirli bir teknolojinin veya öğretim stratejisinin faydasını, uygulanabilirliğini veya etkili olup olmayacağını görmelerine destek olunabilir. Bu süreçte öğretmen adayları teknolojik uygulamalarda yapılan eylemler ile bu eylemlerin pedagojik amaçları arasındaki farkı ayırt edebilmekte ve adayların teknoloji entegrasyonuna yönelik daha derinlemesine düşünmesi desteklenerek eleştirel düşünme becerileri gelişmektedir (Mouza vd., 2014).

### **Tasarım yoluyla öğrenme teknolojisi**

Öğretmen adaylarının derslerine teknoloji entegrasyonu sürecinde öğretim tasarımları bilgisine sahip olmaları oldukça önemlidir. Çoğu öğretmen adayının, derslerine teknolojiyi

nasıl entegre edeceklerini bilmedikleri ve dolayısıyla bu noktada ek planlama ve desteğe ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir (Polly vd., 2010; Thompson vd., 2003). Bu bağlamda müfredat materyallerinin tasarlanması ile öğretmen adaylarına teknoloji entegrasyonu hakkında bilgi edinme ve deneyim fırsatı sağlamanın umut vadeden bir strateji olabileceği vurgulanmaktadır (Lee & Lee, 2014).

### **Akranlarla işbirliği yapma**

Bu stratejiye yönelik birçok çalışma öğretmen adaylarının teknolojik materyal tasarlarken akranlarıyla iş birliği yapmasının özgüvenlerini desteklediğini göstermektedir. (Tearle & Golder, 2008; Tondeur vd., 2019).

### **Otantik teknoloji deneyimi**

Öğretmen adaylarının derslerine teknolojiyi entegre etme süreçlerinde dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri, adaylara gerçeğe dayalı (otantik) öğrenme ve deneyimleme fırsatlarının sunulmasıdır. Böylece öğretmen adayları eğitim teknolojisine ilişkin bilgi ve becerilerini sadece kuramsal boyutta değil, gerçek ortamlarda uygulama imkanına sahip olabilirler (Sang vd., 2010; Valtonen vd., 2015).

### **Sürekli geri bildirim**

Öğretmen adayların teknoloji kullanımına ilişkin yeterliliklerinin geliştirilmesinde geleneksel değerlendirme yöntemlerinden ziyade, sürekli geri bildirim vermenin ve süreç odaklı değerlendirmenin gerekli olduğu vurgulanmaktadır (Tondeur vd., 2012).

## **2.8.İlgili Araştırmalar**

### **2.8.1. Matematik eğitiminde TPAB'a yönelik çalışmalar**

Öğretmenlerin matematiksel pedagojik alan bilgilerini analiz etmek için bir çerçeve öneren Chick, Pham ve Baker (2006) yaptığı çalışma kapsamında çıkarma algoritmasına yönelik öğretmenlerin öğrenci zorluklarına ilişkin verdikleri yazılı ve sözlü cevapları incelemiştir. Çalışmada hem bireysel hem de grup temelli pedagojik alan bilgisi analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular öğretmenlerin matematiksel işlemleri ve temsilleri doğru anlayabildiğini ancak öğrencilerin kavram yanılgılarını tespit etme ve bu yanılgıları gidermeye yönelik pedagojik stratejiler geliştirme noktasında yetersiz olduklarını göstermektedir. Bu durum pedagojik alan bilgisi noktasında sadece içerik bilgisinin değil aynı zamanda öğrenci düşüncesine yönelik farkındalığın önemine işaret etmektedir.

Erdoğan ve Şahin (2010) matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini bölüm, cinsiyet ve öğrenci başarısı değişkenlerine göre incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının tüm boyutlarda daha yüksek yeterlilik gösterdiği belirlenmiş ve bu fark, programda teknoloji ve pedagojiye yönelik derslerin dengeli bir şekilde dağılmış olması ve adayların mesleki motivasyonlarının yüksek olmasıyla açıklanmıştır. Ayrıca erkek adayların TPAB düzeylerinin kız öğrencilere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda kız öğrencilerin teknolojik öz-yeterliliklerinin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Çetin (2017) matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeylerindeki değişimi incelediği araştırmada öğretmen adaylarına yönelik TPAB yeterlilik ölçeği geliştirmiştir. Araştırma kapsamında adaylara TPAB temelli ders planı hazırlama, manipülatif kullanımı, yazılım ve interaktif site eğitimleri verilmiş, mikro öğretim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular adayların bu eğitim boyunca TPAB düzeylerinin geliştiğini göstermektedir. Bu gelişimin özellikle PAB düzeyinde olduğu, bunu sırasıyla TB, TPAB, TPB, PB ve TAB boyutlarının takip ettiği belirlenmiştir. Ayrıca teknoloji destekli matematik öğretimi uygulamalarının öğretmen adaylarının derslerine teknolojiyi entegre edebilme becerilerini arttırdığı tespit edilmiştir. Araştırmada, lisans eğitiminde daha fazla teknoloji uygulamaları içeren derslere yer verilmesi ve TPAB bileşenlerini geliştirmeye yönelik bir yaklaşımın izlenmesi önerilmektedir.

Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının Teknolojik Pedagogik Alan Bilgisi (TPAB) düzeylerinin gelişimini Yiğit- Koyunkaya (2017) öğretim deneyi yöntemiyle incelemiştir. Bu kapsamda 28 dördüncü sınıf öğrenciyle yürüttüğü çalışmada 16 hafta boyunca teknoloji destekli öğretim süreci gerçekleştirmiştir. Bu süreçte öğretmen adaylarının teknolojiyi entegre etme becerilerini geliştirmek amacıyla çeşitli interaktif uygulamalar, matematik-geometri yazılımları, web araçları kullanılmıştır. Veri kaynağı olarak adayların hazırladığı ders planları, etkinlikler, haftalık yansımalar ve serbest yazılar kullanılmıştır. Veriler içerik ve doküman analizi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretim sürecinde öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin anlamlı bir biçimde geliştiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının teknolojiyi nerede, ne zaman, nasıl kullanacaklarına dair fikir edindiği ortaya konmuştur. Araştırmada öğretmen yetiştirme programlarına teknoloji entegrasyonuna yönelik ders içeriklerinin zenginleştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Matematik öğretmenlerinin TPAB düzeylerini ve derslerine bilgi iletişim teknolojilerini (BİT) entegre etmelerinin önündeki engelleri belirlemeyi amaçlayan Spangenberg ve Freitas (2019), hem nicel hem de nitel yöntemleri bir arada kullanarak bir araştırma yürütmüştür. Araştırmada 93 matematik öğretmeni ile nicel veriler toplanmış daha sonra seçilen 10 öğretmen ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre matematik öğretmenlerinin alan, pedagojik ve pedagojik alan bilgisi düzeylerinin daha yüksek olduğu; teknoloji, teknolojik alan bilgisi ve teknolojik pedagojik bilgi düzeylerinin ise nispeten daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Nitel bulgular, BİT'in sınıflara entegre edilmesinin önündeki engelleri ortaya koymaktadır. Araştırma sonucunda tespit edilen bu engeller; müfredatla ilgili zaman kısıtlamaları, teknolojik altyapı, BİT kullanımının öğrenme süreci üzerindeki etkisi, etkisiz mesleki gelişim, öğretmenlerin pedagojik inançları ve zayıf liderlik şeklindedir. Matematik öğretmenlerinin mesleki gelişim ihtiyaçlarını şekillendirmesi bakımından bu engellerin belirlenmesi önemlidir.

Ramatlapana (2019) öğretmen adaylarının çember geometrisine ilişkin TPAB'larını incelemek amacıyla yaptığı çoklu durum çalışmasında performans görevleri, görüşme ve ekran kayıtları ile veri toplamıştır. Elde edilen bulgular öğretmen adaylarının özellikle içerik bilgisi, pedagojik alan bilgisi ve teknolojik alan bilgisi alanlarında yetersizlikler yaşadıklarını göstermektedir. Bu yetersizliklerin temel nedeninin hem geometriye özgü bilişsel zorluklar hem de GeoGebra'nın pedagojik olarak etkili kullanılmaması olduğu düşünülmektedir. Ramatlapana'nın (2019) çalışması teknolojik araçların entegrasyonun etkili bir biçimde yapılabilmesi için sadece teknik bilginin yeterli olmadığını, aynı zamanda sağlam bir içerik ve pedagojik bilgiye ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır.

Young, Young, Hamilton ve Pratt (2019) üç haftalık bir mesleki gelişim programının matematik öğretmenlerinin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada okullarda matematik öğrenim ve öğretimini desteklemek için teknoloji temelli mesleki gelişim faaliyetlerinin önemi vurgulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre mesleki gelişim programının öğretmenlerin teknolojik bilgi, pedagojik bilgi, teknolojik içerik bilgisi ve pedagojik içerik bilgisi algılarını arttırdığı belirlenmiştir. Çalışma mesleki gelişim uygulamalarının TPAB gelişimini desteklemede etkili olduğunu göstermekle birlikte, bu tür programların sunum ve tasarımı için çıkarımlar sunmaktadır.

Tural Sönmez ve Karacaköylü (2022) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kesirlerde çarpma ve bölme işlemlerine yönelik özel alan bilgilerini Ball, Thames ve Phelps'in

(2008) geliştirdiği matematiksel bilgi çerçevesi doğrultusunda incelemiştir. Çalışmaya son sınıf öğrencileri katılmıştır. Veriler öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları, oluşturdukları gerçeği problemler, ders kayıtları ve mikro öğretim uygulamaları ile yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının pedagojik aktarım, modeli materyal ile açıklama ve işlem temelli problem kurmada zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu durumun temelinde öğretmen adaylarının konuya ilişkin özel alan bilgilerinin yeterince gelişmemiş olması yatmaktadır.

Araújo Filho ve Gitirana (2022) TPAB çerçevesinde hizmet öncesi matematik öğretmen adaylarının öğretim süreçlerine dijital teknolojileri entegre ederken ortaya çıkan bilgi türlerini incelemiştir. Çalışma beş aşamalı bir deneysel öğretmen eğitimi modeli kapsamında yürütülmüştür. Bu aşamalar; kuramsal tartışmalar, GeoGebra ile teknolojik eğitim, grup oluşturma, işbirliği ders planlama oturumları ve planların sınıf ortamında sunulması süreçlerini içermektedir. Veriler çevrimiçi dokümanlar, ekran kayıtları, video kayıtları ve araştırmacı gözlemleri ile toplanmıştır. Araştırma kapsamında özellikle 4. aşama olan işbirliği ders planlama sürecinde öğretmen adaylarının tartışmaları analiz edilmiştir. Bu aşamada öğretmen adaylarının en çok pedagojik alan bilgisi ve pedagojik bilgi boyutlarının öne çıktığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, bireysel etkileşimlerde TPAB'ın kesişim alanlarını ortaya çıkardığı görülmüştür. Örneğin GeoGebra'nın fonksiyon öğretiminde kullanılmasına yönelik yapılan tartışmalarda katılımcıların teknolojik, pedagojik ve içerik bilgilerinin bütünleştirdiği gözlemlenmiştir. Çalışma, hizmet öncesi öğretmen eğitiminde dijital teknoloji kullanımının işbirliği planlama süreçleriyle zenginleştirildiğinde TPAB gelişimine katkı sağladığını göstermektedir.

Öğretmen adaylarının sanal platformda gerçekleştirdiği teknoloji destekli ve sorgulamaya dayalı ders planı tasarımı sürecinin, TPAB öz-yeterlilik algılarına etkisini inceleyen Kapıcı ve Akçay (2023) 38 öğrenci ile bir çalışma yürütmüştür. Veri toplama aracı olarak TPAB öz yeterlilik ölçeği ve öğretmen adaylarının geliştirdikleri ders planları kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre adayların sanal platformda teknoloji entegrasyonuna dayalı ders planlarını gerçekleştirdikten sonra TPAB öz-yeterliliklerinde anlamlı bir artış yaşandığı belirlenmiştir. Ders planlarının analizi sonucunda, adayların sanal laboratuvar ile çevrim içi destek araçlarını orta düzeyde ders planlarına entegre edebildikleri ve genellikle sorgulamaya dayalı öğretim aşamalarını takip ettikleri tespit edilmiştir. Teknolojik araçların ders planlarına yalnızca orta düzeyde entegre edilebilmesi öğretmen adaylarının dijital araçların kullanımında daha fazla rehberliğe ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Matematik öğretmeni adaylarının TPAB seviyeleri ve teknolojik özyeterlilik (TEÖY) algılarını belirlemeyi amaçlayan Turgut (2023) aynı zamanda teknoloji destekli etkinlik tasarımlarının TPAB ve teknolojik özyeterlilik düzeyleriyle olan ilişkisini de incelemiştir. Bu çalışmada nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. TPAB ve TEÖY düzeyleri ilgili ölçeklerle ölçülmüş, öğretmen adaylarının geliştirdiği teknoloji destekli etkinlikler ise etkinlik değerlendirme formu ile puanlanmıştır. Verilerin analizinde betimsel istatistikler, Pearson korelasyon ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin genel olarak yüksek ve orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. TEÖY algılarının ise kararsız ile yüksek aralığında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca TEÖY ile TPAB arasında anlamlı ve pozitif düzeyde ilişki tespit edilmiştir. Adayların TPAB düzeyleri ile teknolojiyi derslerde kullanmaya yönelik özyeterlilikleri arasında anlamlı ilişki tespit edilmiş ancak öğrencilerin teknoloji kullanımına rehberlik etme konusundaki özyeterlilikleriyle TPAB düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Uygun, Sendur, Dere ve Ozcakir (2023) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının TPAB gelişimlerinde Web 2.0 araçlarının etkisini araştırmıştır. Bu kapsamda öğretmen adayları ile 14 hafta boyunca çeşitli Web 2.0 araçlarının kullanımına ve matematik derslerine entegrasyonuna yönelik tasarım tabanlı bir çalışma planlanmıştır. Araştırmaya 103 öğretmen adayı katılmıştır. Veriler uygulama öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarının hazırladığı ders planları ve görüşmeler ile toplanmış; araştırmacılar tarafından uyarlanan web 2.0 değerlendirme rubriği ve içerik analizi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında TPAB seviyelerinde anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Rastgele seçilen 10 öğretmen adayı ile yapılan görüşmeler sonucunda öğretmen adaylarının deneyimlerine yönelik üç tema ortaya çıkmıştır. İlk tema olan duygusal bağlam teması, web 2.0 araçlarının dersi eğlenceli hale getirme, dikkat çekme ve öğrenci motivasyonunu artırma konusundaki deneyimleri açıklamaktadır. İkinci tema, bilişsel bağlam teması, soyut içerikleri somutlaştırma, kavramsal öğrenmeyi destekleme ve değerlendirme konusundaki deneyimleri açıklamaktadır. Son tema, esneklik teması, yaratıcılık, zaman, mekan, strateji konusundaki deneyimleri açıklamaktadır. Sonuç olarak çalışmada, Web 2.0 araçlarının matematik eğitiminde kullanımının TPAB seviyelerini geliştirdiği ve öğrenciler için bilişsel duyuşsal ve pedagojik katkıları olduğu ortaya konmuştur.

Akgül (2024) bir özel okulda çalışan ilköğretim matematik öğretmenin “Açı ve Alan Ölçümü” alanında matematik koçluğu ile TPAB gelişimini ve TPAB gelişimine yönelik öğretmenin algısını incelemiştir. Bu nitel araştırmada veri toplamak için matematik koçluğu

öncesi ve sonrasında öğretim uygulamaları gözlemlenmiştir. Aynı şekilde matematik koçluğundan önce ve sonra TPAB görüşmesi yapılmıştır. Matematik koçluğu sırasında öğretim uygulamaları gözlemlenmiştir. Konferans öncesi ve sonrasında görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler tümdengelimsel analiz yoluyla TPAB Gelişim Modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgulara göre öğretmenin öğrenme-öğretme teması, müfredat ve değerlendirme teması, erişim teması ve TPAB Gelişim Modeli'nin ilgili tanımlayıcıları genelinde daha üst seviyelere ilerlediği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar matematik koçluğunun TPAB gelişimini desteklediğini, teknolojinin sınıf içi eğitime entegrasyonunu geliştirdiğini, öğretim uygulamalarını iyileştirildiğini göstermektedir.

Hidayat, Zainuddin ve Mazlan (2024) matematik öğretmen adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) ile teknolojiyle matematik öğretimine yönelik inançları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışmaya Malezya'da matematik eğitimi alanında öğrenim gören 159 hizmet öncesi öğretmen katılmıştır. Veriler TPAB ölçeği ve teknolojiyle öğretime yönelik inanç ölçeği ile toplanmış ve yapısal eşitlik modellemesi aracılığıyla analiz edilmiştir. Bulgular TPAB düzeyinin öğretmen adaylarının çoklu temsiller ve keşifsel öğrenme gibi inanç boyutları üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Araştırma sonuçları, özellikle öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) ve teknolojik alan bilgisinin (TAB) teknoloji destekli matematik öğretimine ilişkin olumlu inançları şekillendirmede belirleyici bir rolü olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, TPAB'ın öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarını ve mesleki bakış açılarını doğrudan etkileyen güçlü bir bileşen olduğunu ortaya koymakta; bu doğrultuda, öğretmen yetiştirme programlarında teknoloji entegrasyonunu destekleyici uygulamaların geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Kocagül ve Ünal Çoban (2024) TPAB çerçevesinde hizmet öncesi öğretmenlerin çevrimiçi öğretim uygulamalarını şekillendiren faktörleri incelemiştir. Bu çalışmada matematik ve fen bilgisi alanından 19 öğretmen adayıyla çoklu vaka çalışması yürütülmüştür. Veriler "Çevrimiçi Öğretimde TPAB Anketi" ve çevrimiçi ders videoları ile toplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının pedagojik ve teknolojik bilgi bileşeninde yetersizlikler yaşadıkları tespit edilmiştir. Katılımcıların genellikle ofis programları gibi temel araçları tercih ettikleri gözlemlenmiştir. Bu nedenle teknolojik alan bilgisi (TAB) ve teknolojik pedagojik bilgi (TPB) alanlarında kavramalarının sınırlı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar öğretmen yetiştirme programlarında teknolojik destekli etkileşimli öğrenme araçlarının kullanımına yönelik düzenlemelere ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Yıldız ve Arpacı (2024) matematik öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin GeoGebra yazılımını kullanmaya yönelik niyetleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada çevrimiçi anket yoluyla 205 matematik öğretmen adayından veriler toplanmış ve elde edilen veriler Yapısal Eşitlik Modellemesi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, TPAB, çaba beklentisi, performans beklentisi, sosyal etkinin öğretmen adaylarının GeoGebra'yı kullanma niyetlerini anlamlı bir şekilde yordadığını; kolaylaştırıcı koşulların (altyapı olanakları, teknik destek vb.) sürekli kullanım niyeti üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Sonuçlar özellikle TPAB'nin GeoGebra'yı sürekli kullanma niyetine doğrudan ve güçlü bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışma, öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik algılarının yalnızca bireysel fayda ve kullanım kolaylığı ile değil, aynı zamanda sosyal çevrelerinin (akademisyenler, arkadaşlar, mentor öğretmenler) etkisiyle de şekillendiğini göstermektedir.

Arifuddin, Khoiriyah, Sugianto ve Karim (2025) öğretmenlerin profesyonel yeterliliklerini geliştirmek amacıyla TPAB entegrasyonuna yönelik çalışmaları incelemiştir. Çalışmada 2019-2023 yılları arasında yayımlanan 764 makale taranmış ve PRISMA aşamalarına göre yürütülen seçim süreci sonunda 39 makale incelenmiştir. Bulgulara göre öğretmenlerin TPAB çerçevesini iyi anlaması gerektiği, TPAB entegrasyonunda öz güvenin önemli olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca çalışmada öğretmenlerin sınıf ihtiyaçlarını doğru analiz ederek uygun teknolojileri seçmesi ve yenilikçi bir yaklaşım geliştirmesi gerektiği ifade edilmektedir.

Sanchez (2025) yaptığı nitel araştırmada TPAB çerçevesine dayalı olarak ortaöğretim matematik öğretmenlerinin, matematik başarısını desteklemek amacıyla alanına özgü teknolojileri nasıl kullandıklarını incelemiştir. Çalışma öğretmenlerin ders planlarına dijital araçları nasıl entegre ettiklerini, uygun olan teknolojileri nasıl seçtiklerini, öğrenme çıktılarının iyileştirilmesinde bu araçları nasıl kullandıklarını ele almaktadır. 15 matematik öğretmeniyle yapılan çalışmada veri toplama aracı olarak odak grup görüşmeleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Verilerin analizinde, Braun ve Clarke'ın (2022) yansıtıcı tematik analiz yaklaşımı ile öğretim stratejileri ve mesleki deneyime ilişkin on tema oluşturulmuştur. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının teknolojiyi stratejik olarak matematiksel kavramları basitleştirmek, öğrenci katılımını arttırmak ve fırsat eşitliği sağlamak amacıyla kullandığı tespit edilmiştir. Dijital araçların kullanım amacı genellikle bireyselleştirilmiş öğretim ortamı sunmak, zamanında geri bildirim vermek ve öğrencilerin anlama düzeylerini değerlendirmektir. Öğretmenler teknolojiyi seçerken ders hedefleriyle uyumlu olmasına, içeriği

aktarıırken net olmasına, erişilebilir ve kullanım kolaylığı sağlmasına dikkat ettiklerini belirtmişlerdir.

Matematik eğitiminde TPAB'a yönelik araştırmalar incelendiğinde,

- öğretmenlerin genellikle pedagojik (Chick vd., 2006; Kocagül ve Ünal Çoban, 2024) ve teknolojik bilgi bileşeninde (Kocagül ve Ünal Çoban, 2024) yetersizlikler yaşadıkları,
- mesleki eğitim programlarının öğretmenlerin TPAB'larını geliştirdiği (Çetin, 2017; Young vd., 2019),
- TPAB gelişiminde işbirlikli çalışma süreçlerinin önemli olduğu (Araújo Filho ve Gitirana, 2022),
- öğretmenlerin TPAB'ları ile teknolojik öz yeterlilikleri arasında güçlü bir ilişki olduğu (Turgut, 2023),
- dijital teknolojilerin matematik eğitiminde kullanımının TPAB seviyelerini geliştirdiği (Uygun vd., 2023),
- TPAB'ın öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarını ve mesleki bakış açılarını doğrudan etkileyen güçlü bir bileşen olduğu (Hidayat vd., 2024)

tespit edilmiştir.

### **2.8.2. Eğitimde Dijital Materyal Kullanımıyla İlgili Çalışmalar**

Matematik eğitiminde dijital materyallerin nasıl daha etkili tasarlanabileceğini ortaya koymayı hedefleyen Chiu ve Churchill'in (2015) tasarım tabanlı araştırma yöntemiyle geliştirilen materyallerin lise öğrencileri ile test edilmesi ve değerlendirilme sürecini incelemiştir. Süreçte önce 68 öğrenci, 2 matematik öğretmeni ve bir üniversite alan uzmanı ile dijital öğretim materyali geliştirilmiştir. Daha sonraki aşamada aynı seviyeden iki gruba ayrılan (deney ve kontrol grubu) 66 öğrenci ile geliştirilen materyalin etkililiği test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar deney grubundaki öğrencilerin hem işlemsel hem de kavramsal bilgi düzeyinde anlamlı biçimde geliştiğini göstermektedir. Ayrıca öğretmen ve öğrencilerin dijital materyal tasarımında sürece dahil edilmesinin materyallerin sınıf içinde etkililiğini ve kabulünü arttırdığı belirlenmiştir. Matematik eğitiminde daha etkili materyallerin tasarımı için farklı temsillerin (sayısal, sözel, cebirsel, grafik) birlikte sunulmasının, görsel vurgulara dikkat çekilmesinin, sade ve net bir biçimde bilişsel yükün azaltılmasının, kullanıcı dostu olmasının önemli olduğu çalışmanın bir diğer sonucudur.

Soydan (2018) branş öğretmenlerinin Bilişim Teknolojileri öğretmeni rehberliğinde geliştirdikleri dijital materyalleri uygulama sürecinde, dijital materyal geliştirmeye karşı algılarındaki değişiklikleri incelemiştir. Durum çalışması deseninde gerçekleştirilen araştırmaya 12 branş öğretmeni katılmıştır. Araştırma süreci öncesi ve sonrasında görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre Bilişim Teknolojileri öğretmeni rehberliğinde dijital materyallerin geliştirilmesinin daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu süreçte Bilişim Teknolojileri öğretmenin sağladığı destek ile öğretmenin teknolojiyi derse entegre etme becerisini güçlendiği görülmüştür. Ayrıca öğretmen ve öğrenciler üzerinde, birlikte hazırlanan dijital materyallerin etkisinin daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Bu süreçte Bilişim Teknolojileri öğretmenin rehberliği, öğretmenlerin dijital materyal geliştirme ve derslerde kullanma konusundaki ön yargılarını azaltmış; öz yeterliliklerini geliştirerek kendi potansiyellerinin farkına varmalarına destek sağlamıştır. Bu çalışma dijital materyal hazırlama sürecinde işbirliği ve disiplinler arası çalışmanın değerini göstermektedir.

Rahman-Shams (2019) öğretmenlerin üç boyutlu baskı, hologram, sanal ve artırılmış gerçeklik gibi 3B teknolojileri kullanma deneyimlerini incelemek amacıyla nitel bir çalışma yapmıştır. Araştırmada fenomenolojik desen kullanılmış ve en az iki yıl bu teknolojilerle öğretim yapan 21 öğretmenin görüşüne başvurulmuştur. Elde edilen bulgulara göre üç boyutlu teknolojilerin özellikle STEM alanında öğrenme kalitesini ve öğrenci ilgisini arttırdığı, öğrenme çıktılarına olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada bu teknolojilerin eğitimde etkili bir biçimde kullanılabilmesi için öğretmenlerin öğrenme sürecine bu araçları nasıl entegre ettiklerinin ve öğretmen deneyimlerinin önemi vurgulanmaktadır.

Öğretmen adaylarının GeoGebra ile tasarladıkları dijital materyalleri inceleyen Şimşek ve Yazıcı (2021) bütünleştirici karma yöntem deseni benimsemiş ve 46 öğretmen adayı ile bir araştırma yürütmüştür. Öğretmen adaylarından basit kesirlerle toplama işlemine yönelik GeoGebra yazılımı ile bir materyal hazırlamaları istenmiş ve amaçlı örnekleme yöntemiyle 6 grup seçilerek bu gruplardan yarı yapılandırılmış görüşme formu ile veriler toplanmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen Dijital Öğrenme Materyali Değerlendirme Rubriği puanlarına göre öğretmen adaylarının dijital materyal tasarım becerilerinde eksiklikler olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının tasarlanan dijital öğrenme materyallerinin öğretimsel uygunluğu boyutunda, programlama ve yapısal uygunluğa göre daha az başarılı oldukları görülmüştür. Öğretmen adaylarının dijital materyal hazırlarken öğretimsel uygunluk boyutunda yetersizlikler yaşaması, öğretmen adaylarının sadece teknik anlamda materyal

kullanımının yeterli olmadığını, tasarlanan dijital materyalin pedagojik olarak öğrenme hedeflerine uygun hale getirilmesinin ayrı bir beceri gerektirdiğini göstermektedir. Bu çalışma, öğretmen yetiştirme programlarında dijital materyallerin teknik kullanımının pedagojik entegrasyonla desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Eğitim fakültelerinde görev yapan akademisyen ve öğretmenlerin dijital materyal tasarım yeterlikleri Gökbulut, Keserci ve Akyüz (2021) tarafından incelenmiştir. Araştırmada 70 akademisyen ve 395 öğretmenden Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği kullanılarak veriler toplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre akademisyenlerin dijital materyal tasarım yeterliklerinin yüksek düzeyde, öğretmenlerin dijital materyal tasarım yeterlik düzeylerinin orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Cinsiyet değişkenine göre incelendiğinde dijital tasarım yeterliliğin erkek akademisyenlerin kadın akademisyenlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin dijital materyal tasarım yeterlikleri ile cinsiyetleri arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Ayrıca, araştırmada mesleki kıdemi düşük olan öğretmenlerin mesleki kıdemi fazla olan öğretmenlere göre dijital materyal tasarım yeterlik düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu bulgu, genç öğretmenlerin teknoloji ve dijital materyal kullanma konusunda daha yatkın ve istekli olduklarını göstermektedir.

Temel ve Gür (2022) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dijital teknolojilerin (DT) matematik öğretiminde kullanımına ilişkin görüşlerini incelemek amacıyla bir araştırma yapmıştır. Nitel yöntemlerden durum çalışması deseninde gerçekleştirilen araştırmada 83 öğretmen adayından 9 sorudan oluşan bir çevrimiçi form aracılığıyla veri toplanmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi ve frekans dağılımı kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının %59'u lisans öncesinde dijital teknolojiler ile karşılaşmadığını ifade etmiştir. Ayrıca lisans eğitiminde alınan derslerin adayların DT kullanımını olumlu etkilediği belirlenmiştir. DT kullanımının motivasyonu arttırdığı, soyut kavramları somutlaştırdığı, dikkat çekici bir öğrenme ortamı sağladığı ifade edilmiştir. Ek olarak DT kullanımına yönelik yeterlilik kazanmak için lisans programlarında sistematik ve yaygın bir teknoloji entegrasyonun gerekliliği vurgulanmıştır.

Tıkman (2022) sosyal bilgiler öğretmen adaylarının dijital materyal geliştirme sürecine yönelik deneyimlerini çeşitli değişkenler açısından incelemiştir. Gömülü karma yöntem kullanılan araştırmada 30 öğretmen adayından ölçekler, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve günlükler ile veri toplanmıştır. Elde edilen bulgular öğretmen adaylarının dijital materyal tasarım deneyimlerinin Teknoloji Entegrasyon Stratejileri düzeyini ve bireysel yenilikçilik

düzeyini arttırdığını göstermektedir. Bu süreçte öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi öz değerlendirme (TPAB-ÖD) düzeyini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adayları dijital materyal geliştirme sürecini eğlenceli, eğitici ve verimli bulduklarını ifade etmişlerdir. Çalışmada, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyon becerilerinin gelişmesi için onlara dijital materyal geliştirme fırsatının verilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Yılmaz (2024) öğretmen adaylarının sosyal bilgiler öğretiminde dijital materyal tasarımına yönelik deneyimlerini incelemiştir. Bu çalışmada durum çalışması deseninde, 19 öğretmen adayı ile öğretim sürecinin başında ve sonunda görüşmeler yapılmış elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Öğretim sürecinde öğretmen adaylarından farklı Web 2.0 araçları ile materyal tasarımları istenmiştir. Öğretmen adaylarının çoğunluğu başlangıçta dijital materyal hazırlamaya yönelik endişe duyduklarını ifade ederken süreç sonunda bu endişelerinin kaybolduğunu dile getirmişlerdir. Öğretmen adayları dijital materyal tasarlarken en fazla kazanıma ve konuyu uygun olmasına, açık ve anlaşılır olmasına dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. Dijital materyallerin derse, öğretmene ve öğrencilere katkıları göz önünde bulundurulduğunda katılımcıların tamamı meslek hayatlarında bu araçları kullanacaklarını belirtmişlerdir. Bu durum, eğitim ortamlarındaki teknoloji deneyimlerinin teknolojiyi öğretim sürecine entegre etme isteğini arttırdığını göstermektedir.

Şen, Kuyucular, Yağmur ve Aşıkcan (2025) tarafından sınıf eğitiminde öğrenim göre 30 öğretmen adayı ile bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada nicel araştırma yöntemi benimsenmiş ve tek gruplu ön test - son test yarı deneysel desen kullanılarak öğretmen adaylarının dijital materyal tasarımı yeterliklerini tespit etmek ve yapay zeka ile bu yeteneklerini geliştirmek amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının dijital materyal tasarım yeterlilikleri Göçen Kabaran ve Uşun (2021) tarafından geliştirilen “Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği” ile ölçülmüştür. Ayrıca araştırma kapsamında öğretmen adaylarına yapay zeka yazılımı kullanılarak dijital materyal tasarımı yapma eğitimi verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre eğitimin öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama yeterliliklerini anlamlı ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca sınıf seviyelerine göre incelendiğinde en fazla puanı üçüncü sınıf seviyesindeki öğrencilerin aldığı, ardından dördüncü sınıf öğrencilerinin onları takip ettiği belirlenmiştir. Alt sınıf seviyelerinin daha düşük performans sergilediği görülmüştür. Bu bulgu dijital materyal tasarım yerliliğinin gelişiminde sınıf seviyesinin önemli olduğunu göstermektedir.

Eğitimde dijital materyal kullanımıyla ilgili çalışmalar incelendiğinde,

- materyalin etkili olması için farklı temsillerin kullanılmasının, görsel vurgulara dikkat edilmesinin, sade ve net olmasının ve kullanıcı dostu olmasının önemli olduğu (Chiu ve Churchill, 2015),
- dijital materyal hazırlama sürecinde işbirliği ve disiplinler arası çalışmanın değerli olduğu (Soydan, 2018),
- dijital materyallerin etkili bir biçimde kullanılabilmesi için öğretmenlerin teknolojiyi derse nasıl entegre ettiğinin ve öğretmen deneyiminin önemli olduğu (Rahman-Shams, 2019)
- öğretmen adaylarının dijital materyal tasarımı konusunda özellikle pedagojik bağlamda eksiklikleri olduğu (Şimşek ve Yazıcı, 2021)
- genç öğretmenlerin dijital materyal kullanımına daha yatkın oldukları (Gökbulut vd., 2021)
- dijital materyal kullanımının motivasyonu arttırdığı, soyut kavramları somutlaştırdığı, dikkat çekici bir öğrenme ortamı sağladığı (Temel ve Gür, 2022)
- öğretmen adaylarının dijital materyal geliştirme sürecinde teknoloji entegrasyon stratejileri ve TPAB öz-değerlendirme düzeyinin arttığı (Tıkman, 2022)
- üç boyutlu teknolojilerin öğrenme kalitesini ve öğrenci ilgisini arttırdığı, öğrenme çıktılarını olumlu yönde etkilediği (Rahman-Shams, 2019)
- öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyon becerilerin gelişmesi için adaylara dijital materyal geliştirme fırsatının verilmesinin önemli olduğu (Tıkman, 2022)
- öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama deneyiminin meslek hayatlarında bu araçları kullanma niyetinde oldukça önemli olduğu (Yılmazer, 2024),
- öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama yeterliliklerinin sınıf seviyesine göre farklılaştığı (Şen vd., 2025)

tespit edilmiştir.

### **2.8.3. Eğitimde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik çalışmalar**

Alkhatabi (2017), artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisinin e-öğrenme ortamlarında kullanımına ilişkin öğretmenlerin görüşlerini ve bu teknolojiyi benimsemeye yönelik hazır bulunuşluklarını incelemiştir. 200 ilkökul öğretmeniyle yapılan çalışmada veri toplama aracı olarak likert tipi ölçek kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre öğretmenlerin büyük çoğunluğunun (%78,5) öğretim yöntemlerinde artırılmış gerçeklik teknolojisini denemeye

istekli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin % 96'sı bu teknolojinin öğrenci öğrenmesini ve katılımını arttıracığını düşünmektedir. Katılımcıların %89,3'ü sınıf ortamında artırılmış gerçeklik kullanımının uygulanabilir olduğunu ifade etmiştir. Diğer taraftan öğretmenler artırılmış gerçeklik teknolojisinin önündeki en büyük engellerin insanların dijital beceri eksikliği, teknolojik altyapı yetersizliği ve teknolojik değişime yönelik direnç olduğunu belirtmektedir.

Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları ile gerçekleştirilen fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin fen-teknolojiye yönelik tutumları ile akademik başarılarına etkisini inceleyen Yıldırım (2018), iki deney iki kontrol grubu olmak üzere dört sınıf ile karma yöntem araştırması gerçekleştirmiştir. Araştırmada nicel veriler tutum ölçeği ve başarı testi ile nitel veriler öğrenci görüşme formları ve günlükler ile elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının akademik başarıyı anlamlı bir biçimde arttırdığı tespit edilmiştir. Ancak öğrencilerin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Elde edilen nitel verilerde öğrenciler, mobil AG uygulamasının öğrenmeyi kolaylaştırdığını, kavramları somutlaştırdığını, gözlem yapabilmelerini sağladığını ifade etmişlerdir.

Engelli çocukların eğitiminde mobil AG teknolojinin etkisini araştıran Uzun, Bilban ve Kalaç (2018) çocukların öğrenme ve kavrama yeteneklerini artırmak amacıyla bir eğitim uygulaması geliştirmiştir. Araştırmada iskelet sistemine yönelik bilgi kartları hazırlanmış ve bu kartlar 3B modeller ve AG uygulamasıyla görselleştirilmiştir. Bu yöntemle yürütülen eğitim öğretim faaliyetlerinin geleneksel yöntemle kıyasla daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç AG uygulamalarının engelli bireylerin eğitiminde önemli katkılar sağladığını göstermektedir.

Fidan (2018) AG uygulamalarıyla desteklenen probleme dayalı fen eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, öz yeterlilik inançlarına, öğrenmenin kalıcılığına, fizik konusundaki tutumlarına etkisini incelemek amacıyla karma desende bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırmada elde edilen nicel bulgulara göre AG destekli probleme dayalı öğrenme uygulamalarının akademik başarı, tutum ve özyeterlilik üzerinde anlamlı düzeyde olumlu sonuçları olduğu belirlenmiştir. Elde edilen nitel veriler AG'nin öğrencilerin dikkatini çektiğini, öğrenmeyi kalıcı ve eğlenceli hale getirdiğini, sosyal öğrenmeyi desteklediğini göstermektedir. Ayrıca çalışmada bazı öğrenciler sınıf içi gürültü, fiziksel rahatsızlıklar ve zaman yönetimi gibi sınırlılıkları dile getirmiştir.

Bursalı ve Yılmaz (2019) tarafından 5. Sınıf öğrencileriyle yapılan deneysel çalışmada AG uygulamalarının okuduğunu anlama ve öğrenme kalıcılığı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin bu teknolojiye yönelik tutumları değerlendirilmiştir. Bu çalışmada deney grubuna yönelik AG destekli okuma etkinlikleri uygulanırken kontrol grubunda geleneksel yöntemler uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre AG uygulamalarının öğrencilerin okuduğunu anlama düzeylerini arttırdığı, bilgileri daha kalıcı bir biçimde hatırlamalarını sağladığı tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında yapılan görüşmelerde öğrencilerin AG teknolojisini ilgi çekici, eğlenceli, motivasyon artırıcı buldukları belirlenmiştir. Ayrıca öğrenciler diğer derslerde de AG uygulamaları görmek istediklerini dile getirmiştir.

AG teknolojisiyle geliştirilen bir materyalin Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi bağlamında öğrenme süreçlerine etkisini inceleyen Kurtuluş (2019), 5. Sınıfta öğrenim gören 24 öğrenciyle bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada “Bilgisayar Sistemleri” ünitesine yönelik ADDIE tasarım modeliyle bir AG materyali hazırlanmış ve üç hafta süreyle öğrencilere uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak gözlem, odak grup görüşmeleri, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve video kayıtları kullanılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Sonuç olarak AG materyalinin öğrencilerin ders katılımını teşvik ettiği, motivasyonlarını arttırdığı, kavramsal anlamlarını desteklediği ortaya konmuştur. Öğrenciler dersin daha eğlenceli ve anlaşılır olduğunu dile getirirken başka derslerde de bu teknolojiyi kullanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Artırılmış gerçeklik teknolojinin eğitimde kullanımında karşılaşılan temel engelleri belirlemeyi amaçlayan Barroso-Osuna vd. (2019) yaptıkları çalışma kapsamında CORA (Challenges of Augmented Reality) anketini geliştirmiş ve 264 uzmandan aldıkları görüşleri analiz etmiştir. Elde edilen bulgularda AG teknolojinin olumlu tutum ve yüksek memnuniyet oluşturmaya rağmen üniversite düzeyinde uygulanması için önünde bazı engellerin olduğu konusunda vurgu yapılmıştır. Bu noktada ifade edilen engeller; kavramsal temelin zayıf oluşu, öğretmen eğitimi eksikliği, eğitim araştırmalarının sınırlılığı, yeterli sayıda pedagojik uygulamanın bulunmaması ve kurumsal destek eksikliği şeklindedir. Bu çalışma, artırılmış gerçekliğin eğitim ortamlarında etkili bir biçimde kullanılabilmesi için sadece teknolojik araçların varlığının yeterli olmadığını, aynı zamanda sistematik bir öğretmen eğitimi ve kurumsal altyapının da zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır.

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitim bilimleri alanında kullanımına yönelik Cabero-Almenara vd. (2019), mobil cihazlar aracılığıyla erişilen AG destekli zenginleştirilmiş

ders notlarının, pedagojik formasyon programına kayıtlı öğrenciler üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu amaçla Keller'in Instructional Material Motivational Survey (IMMS) aracını kullanmış ve öğrencilerin AG materyalleri kullanma süreçlerinde hissettikleri motivasyon düzeylerini değerlendirmiştir. Elde edilen bulgulara göre AG destekli ders içeriklerinin kullanımının öğrencilerin motivasyonunu arttırdığı ve dolayısıyla bu artışın öğrencilerin başarısını desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca AG kullanımının öğrenme sürecini daha kalıcı, daha etkili hale getirdiği tespit edilmiştir.

2019 yılında yapılan bir başka çalışmada Afandi, Kustiawan ve Herman artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisine dayalı öğrenme modellerini incelemeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda, 2008-2018 yılları arasında çeşitli akademik veri tabanlarında (ScienceDirect, IEEE, Springer, Taylor & Francis, Wiley, Google Scholar) yayınlanan çalışmalardan içerik açısından uygun bulunan 41 çalışmayı detaylı olarak analiz etmişlerdir. Elde edilen bulgulara göre eğitimde kullanılan AG uygulamalarının çoğunlukla 3B modeller, 3B simülasyonlar, 3B animasyonlar, video modeller ve multimedya modeller biçiminde beş temel kategoride geliştirildiği tespit edilmiştir. Bu artırılmış gerçeklik modellerinin erken çocukluk eğitimi, ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite düzeylerinde uygulandığı ve hatta özel gereksinimli çocukların eğitiminde kullanan çalışmalar bile olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Eğitim ortamlarında artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik eğilimleri belirlemeyi amaçlayan Erbaş ve Atherton (2020), 2017 yılında yayımlanan eğitim amaçlı artırılmış gerçeklik uygulamalarına ilişkin çalışmaları incelemiştir. Araştırmada farklı ülkelerden 103 akademik yayın (makale, bildiri, tez) içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmalar kurum, yazar, yöntem, değişken, örneklem, veri toplama aracı ve sonuçlarına göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre 2017 yılında eğitsel artırılmış gerçeklik uygulamaların en fazla kullanıldığı ülkeler Amerika Birleşik Devletleri (f=20), Türkiye (f=19) ve Tayvan (f=13)'dir. Bu uygulamaların en yoğun kullanıldığı alan fen eğitimi (f=20) olarak tespit edilmiştir. bu alanı sırasıyla dil eğitimi (f=11), sosyal bilimler eğitimi (f=7), matematik (f=3) ve geometri eğitimi (f=3) takip etmektedir. Çalışmalarda artırılmış gerçeklik teknolojisinin çoğunlukla görselleştirme amacıyla (%60,68) kullanıldığı tespit edilmiştir. Diğer kullanım amaçları sırasıyla etkileşim (%28,20) ve seslendirme (%11,11) şeklindedir. Çalışmalarda genellikle nicel yöntemlerin kullanıldığı en çok incelenen değişkenlerin ise sırasıyla akademik başarı, motivasyon, algı, kullanılabilirlik, memnuniyet gibi değişkenler olduğu tespit edilmiştir.

Peder-Alagöz (2020) mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının fen bilimlerine yönelik kaygı ve akademik başarıya etkisini araştırmıştır. Bu amaçla 7. Sınıf öğrencileriyle ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanarak bir çalışma yapmıştır. Elde edilen bulgulara göre akademik başarı yönünden deney grubu lehine anlamlı sonuç elde edilirken fen bilimlerine yönelik kaygıya yönelik anlamlı farklılık tespit edilememiştir. Ayrıca öğrenciler mobil artırılmış gerçeklik uygulamasının konuyu somutlaştırdığını, öğrenmeyi kolaylaştırdığını, dersi eğlenceli hale getirdiğini, odaklanmayı arttırdığını ifade etmişlerdir. Ayrıca süreç boyunca kendilerini heyecanlı ve mutlu hissettiklerini belirtmişlerdir.

Sáez-López, Cózar-Gutiérrez, González-Calero ve Gómez Carrasco (2020) yükseköğretimde AG teknolojisinin kullanımına yönelik bir araştırma yapmıştır. Bu araştırma kapsamında öğretmen adaylarının eğitiminde AG teknolojisi kullanmanın etkisi, adayların AG kullanım biçimleri ve tutumları incelenmiştir. 87 öğretmen adayıyla gerçekleştirilen çalışmanın bulguları, öğretmen adaylarının üniversite ortamında artırılmış gerçeklik teknolojisini henüz düzenli bir şekilde kullanma alışkanlığının olmadığını, hatta bazı durumlarda dikkat dağıtıcı ve zaman kaybettirici bir unsur olarak algıladıklarını göstermektedir. Diğer taraftan araştırmada, öğretmen eğitimi, ders planlaması ve öğretim kaynakları gibi süreçlerde gerekli erişim sağlandığında artırılmış gerçekliğin yaratıcılığı teşvik etme, öğrencilere motivasyon sağlama, dersi eğlenceli hale getirme ve aktif katılımı destekleme açısından önemli pedagojik katkıları olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada AG teknolojisinin etkili bir biçimde kullanılabilmesi için öğretmen adaylarının teknolojik uygulamalarla ilgili eğitim almalarının kritik olduğu vurgulanmaktadır.

Aydoğdu ve Kelpšiene (2021), okul öncesi dönemde artırılmış gerçeklik (AG) uygulamalarının kullanım alanlarını incelemiştir. Bu teknolojinin erken çocukluk eğitimindeki eğilimine yönelik literatür taraması ile gerçekleştirilen çalışmada artırılmış gerçekliğin özellikle erken okuryazarlık, dil gelişimi, uzamsal farkındalık ve sanatsal beceriler gibi alanlarda destekleyici rolü vurgulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre erken okuryazarlık ve dil gelişimi gibi alanlarda AG teknolojisinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Sanatsal ve müzik temelli etkinliklerde kullanımının sınırlı kaldığı ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar bu sınırlılığın AG'nin müzik gibi disiplinlerde uygulanmasının daha fazla teknik bilgi ve programlama gerektirmesi nedeniyle olduğunu ifade etmektedir.

Sosyal bilgiler öğretiminde AG kullanımına yönelik öğretmen adaylarının deneyim ve görüşlerini inceleyen Ekiçi (2021), 29 öğretmen adayıyla nitel bir araştırma gerçekleştirmiştir.

Durum çalışması deseninin benimsendiği araştırmada veriler içerik analizi yoluyla çözümlenmiştir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının AG teknolojisini şaşırtıcı, ilgi çekici, eğlenceli ve kolay erişilebilir bulduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının AG destekli etkinlikleri gerçekleştirirken teknolojik deneyim eksikliği ve yazılımdan kaynaklan bazı sorunların süreci zorlaştırdığını dile getirmişlerdir. Ancak buna rağmen süreç öğretmen adaylarına farkındalık oluşturma, teknolojik önyargının azalması, özgüven sağlama gibi olumlu katkılar sunmuştur. Katılımcılar AG teknolojinin sınıf içi uygulamalarının hem öğrencilere hem de öğretmenlere katkı sağlayacağını ifade etmektedir.

Koenig (2021) artırılmış gerçeklik destekli öğretimin üniversite öğrencilerinin öğrenme motivasyonu üzerindeki etkisini incelenmiştir. Çalışmada ARCS modeli (Dikkat, İlgililik, Güven ve Memnuniyet) temel alınmıştır. Üniversite öğrencileri AG destekli ve geleneksel ders sonrasında IMMS (öğretim materyalleri motivasyon anketi) ölçeğini doldurmuşlardır. AG mobil uygulamaları ile desteklenen derslerden sonra öğrencilerin dikkat, ilgililik, güven ve memnuniyet puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Bu bulgular, AG teknolojisinin içsel motivasyonu destekleyen bir araç olduğunu göstermektedir.

Barroso-Osuna ve Palacios-Rodríguez'in (2022) artırılmış gerçeklik teknolojisinin üniversite düzeyindeki öğretim ortamlarında kullanımına yönelik potansiyeli inceleyen Rafodiun Projesi'nin sonuçlarını raporladıkları araştırmada, AG teknolojisinin üniversite eğitiminde teknolojik ve pedagojik olarak nasıl bir rol üstlenebileceği çok yönlü biçimde analiz edilmiştir. Araştırmanın analiz sürecinde teknolojik araçların kullanımı, öğretim ortamlarının tasarımı, öğrencilerin AG içerik üreticisi olarak katılımı, eğitimsel senaryolar gibi çeşitli boyutlar ele alınmıştır. Elde edilen bulgular AG teknolojisinin hem öğretim elamanları hem de öğrenciler için öğrenme sürecini zenginleştirdiği ve etkileşimi artırma potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Ayrıca araştırmada öğretmenlerin AG içeriği oluşturma, düzenleme gibi konularda eğitilmesi gerekliliğine vurgu yapılmaktadır.

Belda-Medina ve Calvo-Ferrer (2022) öğretmen adaylarının AG teknolojisini yabancı dil öğreniminde entegre etme konusundaki dijital yeterliliklerini ve tutumlarını analiz etmiştir. Araştırmada daha önce AG deneyimi olmayan 85 öğretmen adayından TPAB ölçeği, AG tutum ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile veri toplanmıştır. Öğretmen adayları gruplara ayrılmış ve İngilizce öğretmeyi amaçlayan AG projeleri oluşturmaları istenmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının AG içeriği oluşturma ve uygulama konusunda yeterli düzeyde olmadıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının özellikle AB-TB ve PB konusunda

kendilerini yeterli hissettikleri ancak bu bilgilerin bütünleştirilmesi noktasında zorlandıkları tespit edilmiştir. Adayların en çok TPB alanında zorlandığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının AG teknolojisine yönelik tutumlarının olumlu olduğu, AG'nin dersi daha eğlenceli ve ilgi çekici hale getirdiği, öğrenmeyi desteklediği ifade edilmiştir.

Lin ve Yu (2023) artırılmış gerçekliğin etkileşimli öğrenme ortamlarındaki etkilerini ortaya koymak amacıyla 70 ampirik araştırmayı inceleyerek bir meta-analiz çalışması yapmıştır. Araştırma sonuçları, geleneksel öğretim araçlarına kıyasla artırılmış gerçekliğin öğrenme sürecini daha etkili hale getirdiğini göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre artırılmış gerçeklik uygulamaları öğrencilerin derslere yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemekte, teknoloji kullanımına ilişkin kabul düzeylerini artırmakta ve öğrenme sürecinde kendilerini daha rahat, motive ve yeterli hissetmelerine katkı sağlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin eleştirel düşünme, uygulama becerileri ve bilgi edinme süreçlerini (örneğin bilgiyi hatırlama, kullanma ve kalıcı hale getirme) desteklemektedir. Diğer taraftan artırılmış gerçekliğin öğrencilerin işbirliği yapma, iletişim kurma ya da akış deneyimlerini anlamlı bir şekilde değiştirmede tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada bu teknolojinin öğrenme sürecinde yaşanan bilişsel yükü azalttığı için öğrencilerin daha verimli bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olacağını vurgulanmaktadır.

Artırılmış gerçekliğin eğitime entegrasyonuna ilişkin öğretmenlerin görüşlerini inceleyen Perifanou vd. (2023) dünya genelinde 93 öğretmenin katılımıyla bir çalışma yürütmüştür. Katılımcıların büyük çoğunluğu yükseköğretimde görev yaparken ortaokul ve ilkokul düzeyinde öğretmenlik yapan katılımcılar da çalışmaya dahil edilmiştir. Veriler açık uçlu anket aracılığıyla toplanmış ve içerik analizi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretmenler artırılmış gerçeklik teknolojisinin öğrencilerin derse katılımını ve ilgisini arttırdığını, etkileşimli öğrenme ortamı sunduğunu, karmaşık konuların kavramasını kolaylaştırdığını ifade etmektedir. Diğer taraftan öğretmenler artırılmış gerçeklik teknolojinin maaliyeti, sınıf yönetimi sorunları, öğretmen ve öğrencilerin dijital yetersizlikleri, güvenlik ve etik kaygılar gibi konularda endişelerini dile getirmişleridir. Öğretmenler artırılmış gerçekliğin etkili bir biçimde entegre edilebilmesi için pedagojik, teknik ve sosyal becerilerin gerekli olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca artırılmış gerçeklik kullanımında öğrenci merkezli öğretim yöntemlerinin etkili olabileceğini ifade etmektedirler. Öğretmenler artırılmış gerçeklik teknolojinin sunduğu imkanların oldukça değerli olduğunu ve dolayısıyla öğretmenlerin bu teknolojiye yönelik farkındalıklarının artırılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu noktada öğretmenlerin sürekli mesleki gelişimle desteklenmelerinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Başka bir deneysel çalışmada Özbay ve Seferoğlu (2023) artırılmış gerçeklik destekli öğretimde özetleme stratejisinin öğrencilerin bilişsel yükü ve akademik başarısı üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmaya bir devlet üniversitesinin Acil Yardım ve Afet Yönetimi bölümünde öğrenim gören 17 si deney 17 si kontrol grubu olmak üzere toplam 34 üçüncü sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak kişisel bilgi formu, bilişsel yük ölçeği ve başarı testi kullanılmıştır. Deney grubundaki öğrencilerden konuyu çalışırken AG teknolojisi ile özetlemesi istenirken kontrol grubundaki öğrenciler aynı konuyu sadece AG teknolojisini kullanarak çalışmıştır. Analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin bilişsel yükünün kontrol grubundaki öğrencilere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Artırılmış gerçeklik ve mobil öğrenme konularında yayımlanan makalelerin eğilimlerini belirlemek amacıyla Akgün ve Üstün (2023) 2018–2022 yılları arasında Web of Science veri tabanında yer alan 65 makaleyi içerik analizi ile çeşitli değişkenlere göre incelemiştir. Bu çalışmada makaleler yıl, ülke, araştırma deseni, eğitim düzeyi, veri toplama ve analiz düzeyi, katılımcılar, örneklem büyüklüğü, anahtar kelimeler gibi değişkenler açısından analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda çalışmaların en fazla fen eğitimi alanında yapıldığı, en fazla yayının 2020 yılında olduğu, yoğun olarak Tayvan’da gerçekleştirildiği, anahtar kelime olarak “mobil öğrenme” ve “artırılmış gerçeklik” kelimelerinin tercih edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca en fazla tercih edilen veri toplama yönteminin anket olduğu, araştırma türünün nicel yöntem olduğu, analiz yöntemi olarak çoğunlukla betimsel istatistiklerin, t-testi ve içerik analizinin tercih edildiği görülmüştür. Katılımcıların büyük çoğunluğunun üniversite öğrencileri olduğu görülmüştür. Yapılan içerik analizine göre mobil AG uygulamalarının öğrenme sürecine yönelik ilgiyi arttırdığı, öğrencilerin bilgiye erişimini kolaylaştırdığı ve motivasyona katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Artırılmış gerçeklik kartlarının tarihsel empati becerilerinin gelişimine etkisini inceleyen Çakıroğlu vd. (2023) karma yöntemle bir çalışma yürütmüştür. Araştırmada AG’nin özellikle tarihsel olayları görselleştirme ve zihinsel şemalar oluşturma yoluyla öğrencilerin empati düzeyini anlamlı bir biçimde arttırdığı tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen görüşme verilerine göre öğrencilerin AG’yi ilgi çekici ve öğrenmelerini destekleyici buldukları belirlenmiştir.

Alam (2024) doktora tezinde STEM alanında öğrenim gören ve çoğunluğunun matematik öğretmen adayı olduğu katılımcılarla üç aşamalı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının AG teknolojisini tamamlayıcı bir eğitim aracı olarak benimsemelerine yönelik algıları ve karşılaştıkları engeller incelenmiştir. Araştırmanın ilk aşamasında 18 öğretmen adayı Zepworks platformunu kullanarak kendi AG içeriklerini üretmişlerdir. Bu aşamada Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği (SUS) ile öğretmen adaylarının AG'nin kullanım kolaylığına ilişkin algıları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlara göre genel olarak olumlu görüşlerinin olduğu tespit edilmiştir. Ancak öğretmen adaylarının kullanım kolaylığı hakkında endişeleri olduğu da gözlemlenmiştir. İkinci aşamada 8 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve adayların deneyimleri derinlemesine incelenmiştir. Adaylar AG'nin öğretim ortamını zenginleştirdiğini ve öğretime faydalı olabileceğini ifade etmişler ancak dijital eşitsizlik, etik konular hakkındaki endişelerini de dile getirmişlerdir. Üçüncü aşamada Teknoloji Kabul Modeli (TAM) çerçevesinde AG'in kullanım kolaylığı ve algılanan faydalılığı değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular AG'in potansiyel faydalarına rağmen öğretmen adaylarının bazı teknik, pedagojik ve politik engeller nedeniyle sınıflara entegrasyonda zorlanabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak AG teknolojisinin eğitimde etkili ve yenilikçi bir araç olabileceği ancak bu teknolojinin sınıflara başarılı şekilde entegre edilebilmesi için altyapı, eğitim politikası ve destek mekanizmalarının önemine vurgu yapılmıştır.

Luck (2024) artırılmış gerçeklik alanında uzmanlaşan 18 araştırmacının görüşleri doğrultusunda artırılmış gerçekliğin gelecekte lise eğitimindeki etkilerini, öğretim ve müfredat uygulamalarına katkısını, okul yöneticilerinin AG entegrasyonuna yönelik hazırlıklarını incelemiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmış ve alan uzmanlarının görüşleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre AG uygulamalarının sınıflarda daha yaygın hale geleceği belirlenmiştir. Ancak bu gelişmenin mesleki hazırlık ve etik sorumluluk unsurları dikkate alınarak gerçekleşmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca AG teknolojisinin eğitimde; görselleştirme ve tanıma süreçlerini destekleme, kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları sunma, öğrenci katılımını ve iş birliğini teşvik etme, öğrenen motivasyonunu artırma, teknoloji entegrasyonunu kolaylaştırma, yaratıcılığı geliştirme gibi katkılar sağladığı ifade edilmiştir.

Fen bilimleri eğitiminde “Hücre ve Bölünmeler” ünitesinde mobil telefon uygulamalarıyla desteklenen öğretimin, öğrencilerin bilimsel tutumlarına, akademik başarılarına, bilimsel farkındalık düzeylerine etkisini inceleyen Kılıç (2024), nicel bir araştırma gerçekleştirmiştir. Ön test - son test kontrol gruplu yarı deneysel desenle gerçekleştirilen

araştırmaya 150 öğrenci katılmıştır. Verilerin analizinde SPSS ve LISREL yazılımları kullanılmıştır. Elde edilen bulgular mobil uygulama destekli öğretimin, deney grubundaki öğrencilerin bilimsel tutum, akademik başarı ve farkındalık düzeylerini anlamlı bir biçimde arttırdığını göstermektedir. Yapılan kalıcılık testi sonucuna göre bu öğretimin öğrenmenin uzun süreli etkisini desteklediğini ortaya koymaktadır. Kontrol grubunda gerçekleştirilen öğretim ile akademik başarıda bir artış olduğu gözlemlense de bilimsel tutum ve farkındalık üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır.

Fen bilimleri dersi kapsamında yapılan bir başka deneysel çalışmada Çelik (2024), AG uygulamalarının öğrencilerin günlük yaşamla ilişkilendirme, akademik başarı, kalıcılık ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisini araştırmıştır. Çalışmada "Türkiye’de Kimya Endüstrisi" ile “Asitler ve Bazlar” konularına yönelik geliştirilen FenAssist adlı mobil AG uygulaması, z-kitap içerikleriyle entegre edilerek 5E öğrenme modeline dayalı olarak uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak başarı testi, tutum ölçeği ve görüş formu kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre deney grubundaki öğrencilerin bilgiyi günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerinin, akademik başarılarının ve kalıcılıklarının anlamlı biçimde arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca kontrol grubuna kıyasla teknolojiye yönelik daha olumlu tutum geliştirdikleri gözlemlenmiştir. Nitel veriler ise öğrencilerin AG teknolojisini dikkat çekici, kalıcılığı arttırıcı, öğrenmeyi kolaylaştırıcı ve somutlaştırıcı bir öğrenme aracı olarak değerlendirdiklerini göstermektedir.

Özçelik (2024) üniversitedeki İngilizce eğitiminde yönelik AG teknolojisi ile geliştirilen bir okuma materyalinin öğrencilerinin kelime öğrenimi, hatırlanabilirlik ve okuduğunu anlama becerisine etkisini incelemiştir. Bu amaçla ADDIE öğretim tasarımı modelini temel alarak araştırma yapılandırılmış ve 50 öğrenci deney-kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Deney grubunda AG ile desteklenen dijital materyaller kullanılırken kontrol grubunda aynı içerikler kâğıt üzerinde sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre deney grubundaki öğrencilerin akılda tutma, kelime üretme, okuduğunu anlama becerilerinde kontrol grubuna kıyasla daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin materyalle duygusal bağ kurarak metni daha derinlemesine anladıkları belirlenmiştir.

Mirza, Dutta, Tuli ve Mantri (2025) eğitimde AG uygulamalarının entegrasyonunda ortaya çıkan zorlukları ve pedagojik sorunları araştırmıştır. Bu kapsamda 2010-2023 yılları arasında eğitimde AG kullanımına yönelik 59 makale incelenmiş ve ayrıca AG deneyimine sahip olan 276 öğretmen ile anket yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre mevcut AG

uygulamaların en büyük sınırlılığının pedagojik ilkelerden yoksun olması olduğu tespit edilmiştir. Bu sınırlılığı müfredat entegrasyonunun zor olması, öğretim tasarımı eksikliği, dersin hedefiyle uyumsuz AG içeriği, kullanılabilirlik sorunları, yaşa uygun olmama, bilişsel yük sorunları takip etmektedir. Diğer taraftan AG teknolojilerinin entegrasyonunda tespit edilen pedagojik sorunlar arasında en dikkat çekici engellerin öğretmenlerle ilgili olduğu görülmüştür. Bu noktada öğretmen direnci, öğretmenin teknolojiyi entegre etmekte zorlanması, içerik-öğretmen ve öğrenci etkileşiminin sınırlı olması, öğretmen hazırlığı ve eğitim materyali eksikliği gibi sorunlar tespit edilmiştir. Diğer pedagojik engeller ise uygulamalarda ekstra zamana ihtiyaç duyulması, tasarımın karmaşık olması, kullanılabilirlik sorunları, uygulamaların başlangıçta ilgi çekici olup daha sonra etkisinin azalması şeklinde ifade edilmiştir.

Avuçlu (2025), meslek liselerinde okutulan Bilgisayarlı Tasarım Uygulamaları dersi kapsamında geliştirilen bir artırılmış gerçeklik destekli mobil uygulamanın, öğrencilerin derse yönelik motivasyonları, ilgileri ve akademik başarıları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma karma yöntemle yürütülmüş ve 30 onuncu sınıf öğrencisi deney-kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Deney grubuna AG destekli uygulama ile kontrol grubuna geleneksel yöntemle dört hafta boyunca bir içerik öğretilmiştir. Veri toplama aracı olarak uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme ölçekleri, akademik başarı testi ve yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Elde edilen nicel bulgulara göre AG uygulamasının öğrencilerin akademik başarısını anlamlı düzeyde arttırdığı belirlenmiştir. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Nitel bulgular ise öğrencilerin uygulamayı kullanıcı dostu, motive edici ve ilgi çekici bulduklarını göstermektedir.

Yakınlık-Görgeç ve Süral (2025) Bilgisayarlı Tasarım Uygulamaları dersinde 9. Sınıf öğrencilerine yönelik geliştirilen AG teknolojisinin kullanımının öğrenci performansına ve AG'ye yönelik tutuma etkisini incelemiştir. Araştırma sıralı açıklayıcı karma desenle yürütülmüştür. Nicel veriler ön test - son test kontrol gruplu yarı deneysel desen ile toplanmış, nitel veriler ise öğrenci görüşme formları ile desteklenmiştir. Elde edilen bulgulara göre AG destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarılarını anlamlı düzeyde arttırdığı belirlenmiştir. AG tutum ölçeği sonuçlarına göre, öğrencilerin AG teknolojisini kullanım istekliliklerinin arttığı, kullanmaktan memnuniyet duydukları tespit edilmiş ancak kullanım kaygısında anlamlı bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Nitel bulgularda öğrenciler AG uygulamalarının soyut konuların somutlaştırılmasında etkili olduğunu, dersi daha anlaşılır, ilgi çekici ve eğlenceli hale

getirdiğini belirtmişlerdir. Araştırmada ayrıca öğretmenlerin ders materyallerini AG ile zenginleştirmesi ve bunun için AG eğitimi alması önerilmiştir.

Eğitimde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik çalışmalar incelendiğinde,

- öğretmenlerin büyük çoğunluğunun öğretim yöntemlerinde artırılmış gerçeklik teknolojisini denemeye istekli olduğu ve sınıf ortamında artırılmış gerçeklik kullanımının uygulanabilir olduğu (Alkhatabi, 2017),
- AG kullanımının kavramları somutlaştırdığını, öğrenmeyi kolaylaştırdığını (Peder-Alagöz, 2020; Perifanou, 2023; Yıldırım, 2018), öğrencilerin derse katılımını arttırdığı (Akgün ve Üstün, 2023; Perifanou, 2023)
- AG teknolojisinin geleneksel eğitim öğretim faaliyetlerine kıyasla daha etkili olduğu (Lin ve Yu, 2023; Uzun vd., 2018),
- AG destekli probleme dayalı öğrenme uygulamalarının akademik başarı (Avuçlu, 2025; Özçelik, 2024; Yakınlar-Görgeç ve Süral, 2025), tutum ve özyeterlilik üzerinde anlamlı düzeyde olumlu sonuçları olduğu (Fidan, 2018),
- AG'nin öğrencilerin dikkatini çektiği, öğrenmeyi kalıcı ve eğlenceli hale getirdiği, sosyal öğrenmeyi desteklediği (Avuçlu, 2025; Bursalı ve Yılmaz, 2019; Çakıroğlu vd., 2023; Ekiçi, 2021; Fidan, 2018; Peder-Alagöz, 2020)
- AG uygulamalarının okuduğunu anlama düzeyini artırdığı ve öğrenme kalıcılığını desteklediği (Bursalı ve Yılmaz, 2019; Çelik, 2024; Kılıç, 2024),
- AG materyalinin öğrencilerin ders katılımını teşvik ettiği, motivasyonlarını arttırdığı, kavramsal anlamalarını desteklediği (Kurtoğlu, 2019),
- öğrencilerin derslerde AG teknolojilerini kullanma konusunda istekli oldukları (Kurtoğlu, 2019),
- AG teknolojisinin üniversite ortamında kullanılmasına yönelik öğretmen eğitimi eksikliği, eğitim araştırmalarının sınırlılığı, uygulama kısıtlılığı gibi bazı engellerin olduğu (Barroso-Osuna vd., 2019)
- üniversite ortamında AG kullanımının yaygın olmadığı ve AG teknolojisinin etkili bir biçimde kullanılabilmesi için öğretmen adaylarının teknolojik uygulamalarla ilgili eğitim almalarının kritik olduğu (Sáez-López vd., 2020)
- öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının AG içeriği oluşturma ve uygulama konusunda yeterli olmadıkları (Belda-Medina ve Calvo-Ferrer, 2022) ve bu

noktada eğitilmesi gerektiği (Barroso-Osuna ve Palacios-Rodríguez, 2022; Perifanou, 2023)

- AG teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanımına yönelik araştırmalarda en çok nicel yöntemlerin kullanıldığı (Akgün ve Üstün, 2023; Erbaş ve Atherton, 2020) ve en fazla akademik başarı ve motivasyon değişkenlerinin incelendiği (Erbaş ve Atherton, 2020),
- AG'in potansiyel faydalarına rağmen öğretmen adaylarının bazı teknik, pedagojik ve politik engeller nedeniyle sınıflara entegrasyonda zorlanabileceği (Alam, 2024)
- AG uygulamalarındaki en büyük sınırlılığın pedagojik ilkelerden yoksun olması olduğu (Mirza vd., 2025)

tespit edilmiştir.

#### **2.8.4. Matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik çalışmalar**

Özçakır (2017) tarafından gerçekleştirilen araştırmada ortaokul öğrencilerinin uzamsal zekalarını geliştirmeye yönelik olarak artırılmış gerçeklik temelli bir öğretim aracının tasarımı, geliştirilmesi ve değerlendirilmesi süreci raporlanmıştır. Bu araştırmada eğitsel tasarım araştırması modeli kullanılmış ve süreç iki temel evreden oluşmuştur. Bu evreler ön çalışma ve prototip geliştirme evresidir. İlk iki prototip geliştirme döngüsünde AG temelli oluşturulan öğretim materyali iki alan uzmanı ve iki yedinci sınıf öğrencisinin katkılarıyla değerlendirilmiş ve yeniden tasarlanmıştır. Üçüncü döngüde farklı seviyelerde uzamsal zekâya sahip sekiz yedinci sınıf öğrencisi ile yapılan uygulamalar ile öğretim aracının öğrenme sürecine katkısı derinlemesine incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre AG destekli öğrenme materyalinin öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştirdiği ifade edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin AG teknolojisini öğrenme sürecine entegre edebildikleri ve teknolojik öğrenme ortamlarına kolaylıkla adapte olabildiği belirlenmiştir. Bu araştırma AG destekli öğretim materyalinin hem öğrenciler hem de öğretmenler için uygulanabilir ve işlevsel olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik destekli öğrenme deneyimlerinin, eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik öz-yeterlik inançları üzerindeki etkileri Özçakır ve Aydın (2019) tarafından incelenmiştir. Araştırma açıklayıcı karma yöntem desenine göre yapılandırılmış ve ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören 44 ikinci sınıf öğretmen adayı ile süreç yürütülmüştür. Öğretmen adayları geometri konularına yönelik (hacim hesaplama, yüzey alanı, katı cisimlerin açınımları) geliştirilen AG etkinliklerini dört

hafta boyunca deneyimlemiştir. Nicel veriler teknoloji entegrasyonuna yönelik öz-yeterlik ölçeği ile toplanmış ve ilişkili örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Nitel veriler ise yarı yapılandırılmış görüşme formları ile toplanmış içerik analizi ile çözümlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre AG destekli uygulamaların öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna yönelik öz-yeterlik algılarında anlamlı düzeyde artış sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir kısmı AG etkinliklerinin teknoloji kullanımına yönelik özgüvenlerini artırdığını ve öğretime katkı sağladığını dile getirmiştir.

Matematik öğretmenlerinin AG tabanlı bir öğretim sistemi olan ARGTS'yi kabul düzeylerini ve kullanım niyetlerini inceleyen İbili, Resnyansky ve Billingham (2019) araştırmayı teknoloji kabul modeli çerçevesinde yürütmüştür. Elde edilen bulgulara göre algılanan kullanım kolaylığının, algılanan faydayı doğrudan etkilediği tespit edilmiş; her iki değişkenin birlikte memnuniyeti etkilediği ortaya konmuştur. Ancak kullanım kolaylığının tutum üzerinde doğrudan bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, sosyal normların hem kullanım kolaylığı hem de algılanan fayda üzerinde etkili olduğu, ancak davranışsal niyet üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Kaygı düzeyinin kullanım kolaylığı üzerinde doğrudan etkisi tespit edilirken, algılanan fayda ve memnuniyet üzerinde etkisi görülmemiştir. Bu çalışma, öğretmenlerin artırılmış gerçeklik teknolojilerini kabul süreçlerine yönelik önemli ipuçları sunmakta ve bu alandaki geliştirici ve araştırmacılara yol göstermektedir.

Atabek (2019) eğitimde teknoloji entegrasyonunun önündeki engelleri belirlemek ve olası etkilerini değerlendirmek amacıyla 117 uzman eğitimcinin görüşlerini incelemiştir. Engeller faktör analizi yoluyla sınıflandırılmış ve bireysel, mesleki değişkenlerle ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Bu noktada elde edilen bulgulara göre teknoloji entegrasyonuna ilişkin engellerin sadece donanım eksikliği ile sınırlı olmayıp içerik desteği eksikliği, hizmet öncesi ve hizmet içi eğitim yetersizliği, teşvik edilmemesi gibi faktörlerin süreci olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Buna ek olarak teknolojik ve fiziki altyapı eksikliğinin teknoloji entegrasyonunda önemli bir engel olduğu belirtilmiştir. Katılımcılar öğretmenlerin kullanmaları beklenen teknolojilere uyum sağlayamama nedeninin temelini öğretmenlerin yetiştirildiği kurumlarda güncel teknolojilere ilişkin yeterli eğitimin verilmemesi olarak ifade etmektedir. Algılanan engel türleri ile yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, öğretmenlik dışı deneyim, görev pozisyonu gibi demografik değişkenler arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ancak öğretmenlik deneyim süresi arttıkça bireylerin yaşadığı olumsuz psikolojik durumun azaldığı tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının AG teknolojisinin geometrik benzerlik bağlamında orantısal akıl yürütme becerilerine katkısını incelemek amacıyla Arıcan ve Özçakır (2020) tarafından nitel bir araştırma yürütülmüştür. Bu çalışmada çoklu durum deseni tercih edilmiş ve 17 ilköğretim matematik öğretmeniyle çalışılmıştır. Veri toplama aracı olarak uygulama sürecine ait video kaydı ile AG destekli etkinlikler öncesi ve sonrasında uygulanan kâğıt kalem testleri kullanılmıştır. Veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre AG teknolojinin öğretmen adaylarının hatalı orantı kullanımlarını azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca AG teknolojisinin öğretmen adaylarının daha doğru orantısal muhakeme kurma ve soyut matematiksel ilişkileri kavramada destekleyici bir araç olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Cabero-Almenara, Barroso-Osuna ve Martinez-Roig (2021) artırılmış gerçeklik ve sanal gerçekliğin birleşimiyle oluşan karma gerçeklik teknolojisinin üniversite seviyesindeki öğretim süreçlerinde potansiyelini incelemiştir. Mimarlık öğrencileriyle yapılan araştırmaya, “Mimarlıkta Matematiksel Temeller” dersine kayıtlı 44 birinci sınıf mimarlık öğrencisi katılmıştır. Öğrenciler karma gerçeklik ile tasarlanmış bir dijital araç üzerinden değerlendirmeler yapmıştır. Elde edilen sonuçlara göre karma gerçeklik teknolojisinin kullanım kolaylığı ve algılanan fayda üzerinde anlamlı sonuçlar ortaya koyduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar ayrıca matematik eğitimi üzerinde teknolojiye hakimiyet algısı ve öğrencilerin başarısı noktasında olumlu etkiler meydana getirmiştir. Araştırmada karma gerçeklik temelli öğrenme yöntemlerinin yaygınlaşması için öğretim elemanlarına yönelik desteklerin artması gerektiğine dikkat çekilmiştir.

Matematik derslerinde AG teknolojisinin kullanımına yönelik çalışmada İnce (2023) 6. Sınıf “Geometrik Cisimler” konusunda AG uygulamasının geliştirilmesi ve iyileştirilmesi sürecini ve yapılan öğretim tasarımının öğrencilerin zihinlerinde üç boyutlu cisimleri anlamlandırmaları üzerindeki etkisini incelemiştir. Tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılan çalışmada katılımcı olarak 8 öğrenci bulunmaktadır. Nitel veriler uzman görüşleri, video kayıtları, rubrikler, öğrencilerin etkinlik kağıtları ve öğrenci görüşme soruları ile toplanırken; nicel veriler Uzamsal Yetenek Testi, Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme Başarı Testi, Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları Tutum Ölçeği ile toplanmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin uzamsal yetenek testi ile geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarısı testi sonuçlarının son testte daha yüksek olduğunu göstermektedir. Artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik memnuniyet puan ortalamasının arttığı, kullanma kaygısı puan ortalamasının azaldığı tespit edilmiştir. Öğrenciler uygulamanın kalıcılığı arttırdığını ve kullanımının kolay olduğunu belirtmişlerdir.

Bayram (2023) matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik bir içerik analizi yapmıştır. Bu noktada Google akademik ve YÖK tez platformunda 2013-2022 yılları arasında Türkçe ve İngilizce dillerinde yayınlanan makale ve tezleri incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik çalışmaların gündün güne arttığı, daha çok ortaokul öğrencileriyle çalışmaların yapıldığı, çalışmalarda daha çok nicel araştırma yöntemlerinin tercih edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu kapsamda en az araştırılan çalışma gruplarından birinin öğretmenler ve öğretmen adayları olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çetintav (2023) AG teknolojisinin geometri öğretiminde ortaokul öğrencilerinin akademik başarısı, öz-düzenleme becerileri ve akademik motivasyonu üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bunun yanında öğrencilerin AG uygulamasına yönelik görüşlerini analiz etmiştir. Araştırmada yarı deneysel desen kullanılarak uygulama öncesi ve sonrasında deney ve kontrol grubuna “akademik motivasyon ölçeği” “öz düzenlemeli öğrenme ölçeği” ve “geometrik cisimler başarı testi” uygulanmıştır. Öğrencilerin görüşlerine yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formu sadece deney grubuna uygulama sonrasında uygulanmıştır. Araştırma kapsamında çeşitli yazılımlar kullanılarak geliştirilen AG materyalleri öğrencilere sunulmuştur. elde edilen bulgulara göre deney grubunun akademik başarı, motivasyon ve öz düzenleme becerileri açısından kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek puanlara ulaştığı tespit edilmiştir. Nitel bulgular ise öğrencilerin AG uygulamalarını dikkat çekici, eğlenceli, derse katılımı destekleyici, bilgilerin kalıcılığını artırıcı olarak değerlendirdiklerini göstermektedir.

Cevikbas, Bulut ve Kaiser (2023) yaptıkları çalışma ile AG/SG teknolojilerinin matematik eğitimindeki potansiyelini, öğrenciler için avantaj ve dezavantajlarını incelemiştir. Bu kapsamda PRISMA yönergeleri doğrultusunda matematik eğitiminde İngilizce olarak yayınlanmış AG/SG teknolojilerine odaklanan 59 makaleyi analiz etmişlerdir. Elde edilen bulgulara göre matematikte en yaygın geometri (%53) konusunda kullanıldığı bunu cebir (%22), kalkülüs (%8) ve olasılığın (%2) takip ettiği belirlenmiştir. Araştırmaların daha çok ortaokul ve lise öğrencileri (%37) ile ilkokul öğrencileri (%24) üzerinde yapıldığı öğretmen adayları ve öğretmenler ile yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Araştırmada AR/VR teknolojilerinin matematik öğretiminde avantajları dezavantajlarından daha ağır basmaktadır. Pek çok çalışma sosyo-duyuşsal boyutta AG/SG teknolojilerinin öğrencilerin ilgi ve merakını artırdığını, öğrenme motivasyonunu desteklediğini, eğlenceli olduğunu, etkileşimi artırdığını, memnuniyet duyduklarını, özgüven kazandırdığını ortaya koymuştur. Bilişsel açıdan akademik başarıyı artırdığı, görselleştirme sağladığı, problem çözme ve uzamsal düşünme becerilerini geliştirdiğini, aklıda kalma ve yaratıcılığı desteklediğini ortaya

koymuştur. Pedagojik açıdan uygulamalar öğrenciler tarafından kullanışlı bulunmuş, matematik öğrenimine yönelik katılımı artırmış ve matematiksel yeterlik gelişimini desteklemiştir. AG/SG teknolojilerinin en çok ifade edilen dezavantajı teknik aksaklıklar ve teknolojik yetersizlikler olarak belirlenmiştir. Maaliyet, zaman alıcı olması, deneyim eksikliği, motivasyon kaybı, etkileşim eksikliği ve bilişsel yük gibi diğer sorunlar da araştırmalarda ifade edilmektedir. Bu sonuçlar AG/SG teknolojilerinin matematik derslerinde kullanımında ortaya çıkan olumlu ve olumsuz sonuçları ortaya koymaktadır. Araştırmada avantajların dezavantajlara kıyasla çok fazla olması dikkat çekicidir.

Matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımına yönelik eğilimleri belirlemek amacıyla 2013–2022 yılları arasında yayımlanmış Türkçe ve İngilizce tezler ile makaleleri inceleyen Yeternaz- Bayram (2023), verileri içerik analizi ile analiz etmiştir. Yayınlar yılı, tür, ülke, dil, örneklem düzeyi, araştırma amacı, yöntem, analiz teknikleri ve veri toplama araçları açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre AG teknolojinin eğitimde kullanımının son yıllarda arttığı, araştırma deseni olarak çoğunlukla nicel yöntemlerin kullanıldığı, çalışmaların çoğunlukla ortaokul düzeyinde yapıldığı tespit edilmiştir. Veri toplama aracı olarak içerik analizi ve beceri testlerinin yoğunlukla kullanıldığı, analiz tekniği olarak genellikle t-testi ve açıklayıcı analizlerin tercih edildiği belirlenmiştir.

Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada Çelik (2023), öğretmen adaylarının AG uygulamaları içeren ders planlarını incelemiş ve bu uygulamaların kullanımına yönelik görüşlerini değerlendirmiştir. Durum çalışması deseninde gerçekleştirilen çalışma 10 öğretmen adayıyla yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu ve ders planları kullanılmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi ve rubrik değerlendirme teknikleri uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre katılımcıların genellikle ders planlarını 10 ve 11. sınıf düzeyinde hazırladıkları ve en fazla tercih ettikleri öğrenme alanının “Uzay Geometri” alanı olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının AG uygulamalarını özellikle “keşfetme” ve “açıklama” aşamalarında yoğun olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca görüşmelerde öğretmen adayları AG kullanımının pedagojik kazanımlar sağladığını ifade etmiş ve bu teknolojiyi derslerinde kullanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Canbaz ve Yalçın (2024), AG uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin matematik derslerindeki başarısına, derse yönelik tutumuna ve AG uygulamalarına yönelik tutumuna etkisini araştırmıştır. Bu amaçla yarı deneysel yöntem kullanarak 7. sınıfta öğrenim görev 60 öğrenci deney ve kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Veriler cebirsel ifadeler başarı testi, artırılmış

gerçeklik uygulamalarına yönelik tutum ölçeği ve matematik tutum ölçeği ile toplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre AG uygulamasıyla yürütülen dersin öğrencilerin akademik başarılarını geliştirdiği ancak matematik dersine yönelik tutumlarında anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin AG uygulamaları ile yürütülen dersi daha eğlenceli buldukları ve bu uygulamaları diğer derslerde de kullanmak istedikleri ortaya konmuştur

Özay (2025), 7. Sınıf öğrencileri ile yaptığı bir çalışmada disiplinler arası bir yaklaşımla bütünleştirilen bir artırılmış gerçeklik uygulamasının öğrencilerin oran-orantı konusundaki motivasyonlarına ve akademik başarılarına etkisini araştırmıştır. Araştırmada ön test - son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre uygulanan yöntemin öğrencilerin oran - orantı konusundaki akademik başarılarına yüksek düzeyde anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca artırılmış gerçeklik uygulamasının motivasyona etkisi noktasında öğrencilerin uygulamaya çok fazla ilgi duyduğu, çok beğendiği, çok iyi konsantre oldukları, uygulamayı kullanmayı kolay buldukları sonucuna ulaşılmıştır.

AG destekli geometri etkinliklerinin okul öncesi öğrencilerinin motivasyonları ve geometri becerileri üzerindeki etkisini inceleyen Dilek Eryigit, Kucuk ve Tasgin (2025) 5 yaşında 30 öğrenci ile çalışmıştır. Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu araştırma deseni tercih edilmiş ve veri toplama aracı olarak gözlem ve görüşme formları, motivasyon ölçeği, erken dönem geometri beceri testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre AG destekli geometri etkinlikleri ile geometri öğrenen deney grubunun geometri beceri puanlarının kontrol grubuna göre anlamlı ve daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan gözlemlerde deney grubundaki öğrencilerin duyuşsal, bilişsel ve sosyal becerilerinin geliştiği belirlenmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğrenciler AG etkinlikleriyle daha kolay öğrendiklerini, uygulamalardan memnun olduklarını, daha fazla bu tarz uygulamalar yapmak istediklerini ifade etmişlerdir.

Okul öncesi dönemde AG destekli öğretim etkinliklerinin çocukların uzay kavramlarını öğrenmeleri üzerindeki etkisini inceleyen Zengin (2025), karma yöntemle bir araştırma yapmıştır. Araştırmada 60–72 aylık 32 çocuk basit tesadüfi örnekleme ile belirlenmiş ve deney ve kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Veri toplama aracı olarak Uzay Bilgi Testi, görüşme ve gözlem formları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda AG destekli etkinliklerin deney grubu öğrencilerinin bilgi düzeyini anlamlı biçimde arttırdığı, kontrol grubundaki gelişimin sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Yapılan görüşmelerde çocukların AG etkinliklerini eğlenceli ve dikkat çekici buldukları, konuya dair bilgilerinin arttığı gözlemlenmiştir. Araştırma sonucunda

çocukların bilişsel, psiko-motor ve duyuşsal anlamda olumlu gelişmeler yaşadığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu süreçte yaşanan teknik sınırlılıkların uygulama sürecini zorlaştırdığı ifade edilmiştir.

Matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik çalışmalar incelendiğinde,

- AG destekli öğrenme materyalinin öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştirdiği (Cevikbas, 2023; Özçakır, 2017), akademik başarı ve motivasyonlarını desteklediği (Canbaz ve Yalçın, 2024; Cevikbas, 2023; Çetintav, 2023; Dilek Eryiğit vd.,2025; Özay, 2025),
- öğrencilerin AG teknolojisini öğrenme sürecine entegre edebildikleri ve teknolojik öğrenme ortamlarına kolaylıkla adapte olabildiği (Özay,2025; Özçakır, 2017),
- AG destekli uygulamaların öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna yönelik öz-yeterlik algılarında anlamlı düzeyde arttırdığı (Özçakır ve Aydın, 2019),
- AG teknolojisinin öğrencilerin zihinlerinde üç boyutlu cisimleri anlamlandırmaları üzerinde olumlu etkisi olduğu, kalıcılığı arttırdığı ve kullanımının kolay olduğu (Cevikbas, 2023; İnce, 2023),
- matematik eğitiminde AG kullanımına yönelik çalışmaların günden güne arttığı, en çok ortaokul öğrencileriyle çalışma yapıldığı, en az araştırılan grubun öğretmen ve öğretmen adayları olduğu (Bayram, 2023; Cevikbas, 2023),
- öğrencilerin AG materyallerini dikkat çekici, eğlenceli, derse katılımı destekleyici, bilgilerin kalıcılığını artırıcı buldukları (Canbaz ve Yalçın, 2024; Çetintav, 2023; Zengin, 2025),
- AG teknolojilerinin en yaygın geometri konularında kullanıldığı (Cevikbas vd., 2023),
- öğretmenlerin teknolojiye uyum sağlayamama nedeninin temelinde öğretmenlerin yetiştirildiği kurumlarda güncel teknolojilere ilişkin yeterli eğitimin verilmemesi olduğu (Atabek, 2019),

tespit edilmiştir.

## BÖLÜM 3

### 3. YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, araştırma süreci, veri analizi ve çalışmanın geçerliliği- güvenilirliğine yönelik bilgilere yer verilmiştir.

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının, Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan kazanımların öğretimine yönelik artırılmış gerçeklik materyallerini geliştirme sürecinin ve bu sürecin öğretmen adaylarının TPAB seviyelerine ve dijital materyal tasarım yeterliliklerine etkisinin incelendiği bu çalışmada karma yöntem tercih edilmiştir. Araştırma, gömülü karma desen çerçevesinde desenlenmiştir. Nitel veriler, nicel bulgulara derinlik kazandırmak ve öğretmen adaylarının süreç içerisindeki deneyimlerini çok yönlü ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır (Creswell & Plano Clark, 2018). Böylece nitel ve nicel veri toplama yöntemleri birlikte kullanılarak, yalnızca nicel ya da yalnızca nitel yaklaşımla elde edilebilecek bulgulardan daha kapsamlı ve bütüncül sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir.

Bu bağlamda araştırmanın Nicel boyutunda;

Ön test – son test tek gruplu zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Bu desende, yapılan deneysel işlemin tek bir grup üzerinde etkisinin olup olmadığı test edilir (Büyüköztürk vd., 2020). Araştırmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarına verilen Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi dersi kapsamındaki eğitimin öncesinde ve sonrasında

- Matematik İçin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (TPAB-Mat)
- Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği (DMTYÖ)

uygulanmış böylece ders kapsamındaki eğitimin etkisi araştırılmıştır.

Araştırmanın Nitel boyutunda;

Öğretmen adaylarının süreç içerisindeki deneyimlerini, materyal geliştirme yaklaşımlarını ve TPAB yansımalarını anlamaya yönelik olarak çoklu durum deseni tercih edilmiştir. 27 öğretmen adayı tarafından sekiz farklı grup oluşturulmuştur. Gruplar, TPAB seviyesi doğrultusunda ayrı birer durum olarak ele alınmış ve veriler derinlemesine analiz edilmiştir. Çoklu durum deseni, özellikle araştırma problemini daha derinlemesine anlamak ve farklı gruplar arasında benzerlik ve farklılıkları ortaya koymak amacıyla tercih edilmektedir

(Creswell, 2013; Stake, 2006; Yin, 2018). Bu bağlamda her grup, kendi bağlamında ayrı bir durum olarak ele alınmış; elde edilen veriler (görüşmeler, günlükler, ders planları vb.) gruplar arası karşılaştırma ve örüntü belirleme amacıyla analiz edilmiştir. Bu amaçla doküman (ders planları, revize edilmiş ders planları), grup görüşmesi ve günlükler kullanılmıştır.

### 3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunda 2024-2025 eğitim öğretim yılı güz döneminde İç Anadolu Bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinde 4. sınıfta öğrenim gören 5'i erkek 22'si kadın olmak üzere 27 ilköğretim matematik öğretmeni adayları bulunmaktadır. Bu adaylar seçmeli ders olarak belirlenen Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi dersini seçen öğretmen adayları olmak üzere amaçsal örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Bu örnekleme yöntemi, araştırmanın konusu veya problemiyle ilgili derinlemesine bilgi sağlayabilecek bireylerin seçilmesine olanak tanımaktadır (Fraenkel & Wallen, 2006; Patton, 2002). Araştırma kapsamında gerçekleştirilen teknolojik uygulamalar, ders planlarının hazırlanması, günlük yazımı ve görüşmeler gibi süreçler, öğretmen adaylarının zaman ayırmalarını gerektiren aşamalardır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının çalışmaya katılmaya gönüllü ve istekli olmalarına dikkat edilmiştir. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi dersini seçmek isteyen öğretmen adaylarına dersin kapsamı hakkında bilgi verilmiş ve gönüllü katılımcıların bu dersi seçmesi teşvik edilmiştir. Katılımcıların gönüllülük esasına göre belirlenmesi, araştırmanın etik ilkelerine uygun olarak yürütülmesini ve daha nitelikli veri toplanmasını mümkün kılmıştır. Bu dersi seçen öğretmen adaylarının bilgisayar destekli öğretim sürecine ilişkin tecrübeleri yoktur. Ayrıca daha önce dijital öğretim materyali hazırlamaya yönelik bir ders almamışlardır. Araştırmada özellikle 4. sınıf öğretmen adaylarıyla çalışılmak istenmiştir. Çünkü araştırmada hedeflenen artırılmış gerçeklik materyallerini geliştirme ve bu materyalleri ders planlarına dahil etme sürecinde öğretmen adaylarının belirli bir bilgi birikiminin olması gerekmektedir.

Araştırmada ders planı hazırlama ve artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinin daha verimli yürütülmesi amacıyla öğretmen adaylarından 3 veya 4 kişilik gruplar oluşturması istenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adayları,

1. grupta (G1) → K1, K14, K15;
2. grupta (G2) → K12, K13, K24;
3. grupta (G3) → K7, K10, K14;
4. grupta (G4) → K8, K9, K25, K26;
5. grupta (G5) → K2, K3, K5, K27;

6. grupta (G6)→ K4, K6, K23;
7. grupta (G7)→ K16, K17, K18, K19;
8. grupta (G8)→ K20, K21, K22;

olacak biçimde sekiz grup oluşturmuştur. Böylece öğretmen adaylarının fikir alışverişinde bulunması, görev paylaşımı yapması ve tasarım sürecinde birbirlerine destek olması teşvik edilmiştir. Araştırmanın nitel kısmında karşılaştırmalı analizlerin daha derinlemesine yapılabilmesi amacıyla seçilen üç grubun (G1, G4 ve G5) verileri analiz edilmiştir.

### **3.3. Veri Toplama Araçları**

#### **3.3.1. Nicel veri toplama araçları**

##### **Matematik İçin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (TPAB-Mat)**

Önal (2016) tarafından geliştirilen Matematik İçin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (TPAB-Mat) için gerekli izinler alınmış (Ek-2) ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının TPAB yeterliliklerini tespit etmek ve süreçte nasıl değiştiğini gözlemleyebilmek amacıyla ön test- son test olarak uygulanmıştır. Ölçek 59 maddeden oluşmaktadır. Bu maddeler “1= Yetersizim”, “2= Çok Az Yeterliyim”, “3= Biraz Yeterliyim”, “4= Oldukça Yeterliyim” ile “5= Tamamen Yeterliyim” şeklinde derecelendirilmiştir. Ölçekte “TB, AB, PB, PAB, TAB, TPB, TPAB ve BB” olmak üzere sekiz faktör bulunmaktadır. Bu ölçekteki faktörlerde diğer TPAB ölçeklerinden farklı olarak Bağlam bilgisi eklenmiş ve TPB bileşeni çevrimiçi ve çevrimdışı olarak ikiye ayrılmıştır. Ölçeğe yönelik öncelikle veri setinin faktör analizine uygun olup olmadığı değerlendirilmiş Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değeri .96 olarak tespit edilmiş, Bartlett küresellik testi anlamlı çıkmıştır. Bu sonuçlar, veri setinin istatistiksel açıdan açıklayıcı faktör analizi yapabilmek için oldukça uygun olduğunu göstermektedir. Bartlett küresellik testinin anlamlı ve KMO değerinin yüksek olması ölçeğin yapı geçerliliği belirlemeye yönelik analizlerin güvenilir olduğunu ifade etmektedir. Ölçekteki 59 maddeye yönelik faktör yükleri .495 ile .797 arasında değişmektedir. Ölçeğin genel açıklanan varyans yüzdesi 68.2 olarak tespit edilmiştir. Önal (2016) tarafından geliştirilen ölçeğin tüm alt boyutları kapsayan Cronbach Alfa değeri .97 olarak bulunmuştur. Ayrıca ölçeğin faktörleri arasındaki korelasyonun belirlenebilmesi için Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Ölçek faktörleri arasındaki korelasyonların .367 ile .740 arasında değiştiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada ön testte TPAB-Mat ölçeğinin tamamına ilişkin iç tutarlılık katsayısı Cronbach Alfa ile hesaplanmış ve .971 olarak bulunmuştur. Ölçeğin alt boyutlara ilişkin Cronbach Alfa katsayısı .885 olarak tespit edilmiştir. Alt boyutlarda madde- toplam

korelasyonu .404 ile .843 arasında değişmektedir. Mevcut araştırmada son testte ölçeğin tamamına ilişkin iç tutarlılık katsayısı Cronbach Alfa ile hesaplanmış ve .980 olarak bulunmuştur. Ölçeğin alt boyutlara ilişkin Cronbach Alfa katsayısı .931 olarak tespit edilmiştir. Alt boyutlarda madde- toplam korelasyonu .631 ile .917 arasında değişmektedir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik destekli materyal tasarımı süreci sonucunda ölçek maddelerine daha tutarlı yanıtlar verdiği söylenebilir.

### **Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği (DMTYÖ)**

Göçen Kabaran ve Uşun (2021) tarafından geliştirilen ölçek gerekli izinlerin alınmasının ardından öğretmen adaylarının dijital materyal tasarım yeterliliklerini belirlemek ve süreçteki değişimini incelemek amacıyla ön test - son test olarak uygulanmıştır (Ek- 3). 31 maddeden oluşan bu ölçek 5 li liket tipindedir ve “1= Kesinlikle Yetersizim”, “2= Yetersizim”, “3= Kısmen Yeterliyim”, “4= Yeterliyim” ile “5= Kesinlikle Yeterliyim” şeklinde derecelendirilmiştir. Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 155, en düşük puan ise 31 olarak hesaplanmıştır. Ölçekte bulunan faktörler ise “Tasarım ve Geliştirme Yeterliği”, “Teknik Yeterlik”, “Teknopedagojik Yeterlik” ve “Uygulama ve Değerlendirme Yeterliği” olmak üzere 4 tanedir. Bu faktörlerin yapısı doğrulayıcı faktör analizi ile doğrulanmıştır. Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği’ nin tümüne ait Cronbach Alpha değerinin. 98 olduğu tespit edilmiştir. “Tasarım ve Geliştirme Yeterliği” alt boyutunun .97; “Teknik Yeterlik” alt boyutunun .94; “Teknopedagojik Yeterlik” alt boyutunun .96 ve “Uygulama ve Değerlendirme Yeterliği” alt boyutunun .95 güvenirlik değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda kullanılan ölçeğin ve alt boyutlarının oldukça güvenilir olduğu söylenebilir. Ölçekten alınan ortalama ve toplam puanlara göre yeterlilik düzeyleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** DMTYÖ ortalama ve toplam puana gör yeterlik düzeyleri

	<b>Ortalama Puan</b>	<b>Toplam Puan</b>	<b>Yeterlik Düzeyi</b>
<b>Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği (DMTYÖ)</b>	1.00-2.33	31-72.33	Düşük
	2.34-3.67	72.34-113.66	Orta
	3.68-5.00	113.67-155	Yüksek
<b>Tasarım ve Geliştirme Yeterliği (TGY)</b>	1.00-2.33	9-20.99	Düşük
	2.34-3.67	21-32.99	Orta
	3.68-5.00	33-45	Yüksek
<b>Teknik Yeterlik (TY)</b>	1.00-2.33	8-18.66	Düşük
	2.34-3.67	18.67-29.33	Orta
	3.68-5.00	29.34-40	Yüksek
<b>Teknopedagojik Yeterlik (TPY)</b>	1.00-2.33	8-18.66	Düşük
	2.34-3.67	18.67-29.33	Orta
	3.68-5.00	29.34-40	Yüksek
<b>Uygulama ve Değerlendirme Yeterliği (UDY)</b>	1.00-2.33	6-13.99	Düşük
	2.34-3.67	14-21.99	Orta
	3.68-5.00	22-30	Yüksek

Mevcut araştırmada ön teste Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği'nin (DMTYÖ) tamamına ilişkin iç tutarlılık katsayısı Cronbach Alfa ile hesaplanmış ve .843 olarak bulunmuştur. Ölçeğin alt boyutlara ilişkin Cronbach Alfa katsayısı .778 olarak tespit edilmiştir. Alt boyutlarda madde- toplam korelasyonu .547 ile .725 arasında değişmektedir. Araştırmamızda son teste ölçeğin tamamına ilişkin iç tutarlılık katsayısı Cronbach Alfa ile hesaplanmış ve .939 olarak bulunmuştur. Ölçeğin alt boyutlara ilişkin Cronbach Alfa katsayısı .876 olarak tespit edilmiştir. Alt boyutlarda madde- toplam korelasyonu .639 ile .797 arasında değişmektedir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik destekli materyal tasarımı süreci sonucunda Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği maddelerine daha tutarlı yanıtlar verdiği söylenebilir.

### 3.3.2. Nitel veri toplama araçları

#### Doküman

Bu araştırmada doküman olarak öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları ve revize edilmiş ders planları kullanılmıştır. İlköğretim matematik öğretmen adayların matematik derslerine artırılmış gerçeklik materyalini nasıl entegre edeceğini incelemek amacıyla öğretmen adaylarına bir ders planı yönergesi sunulmuş ve 5E modeline göre bir ders planı hazırlamaları istenmiştir. Sunulan ders planı yönergesinde öğretmen adaylarından isim, seçilen kazanım ve sınıf seviyesi, planlanan süre, kullanılacak yöntem ve teknikleri belirtmeleri istenmiştir.

Öğretmen adaylarına hazırladıkları ders planı üzerinde düşünmelerini sağlamak amacıyla aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

- 1- Bu derste ne amaçlanmıştır? Öğrencilerin anlamları beklenen temel fikirler nelerdir? Açıklayınız.
- 2- Derste öğretim teknolojisi hangi amaçla kullanılmıştır? Açıklayınız.
- 3- Kullanılan öğretim teknolojisi öğrencilerin anlamalarını desteklemekte midir? Açıklayınız.
- 4- Kullanılan öğretim teknolojisi müfredattaki konular arasındaki bağlantıyı destekleyici midir? Açıklayınız.
- 5- Kullanılan öğretim teknolojisi öğrencilerin derinlemesine düşünmesini desteklemekte midir? Açıklayınız.

Bu sorular ders planı sonunda her bir grup tarafından cevaplanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planı hakkında düşünmeleri teşvik edilmiş; öğretimin hedefi, kullanılan teknolojik materyalin öğrenmeye katkısı ve pedagojik işlevi sorgulanarak adayların hazırladıkları ders planlarının daha güçlü veya geliştirilmesi gereken yönlerini fark etmeleri desteklenmiştir.

### **Odak Grup Görüşmesi**

Öğretmen adaylarının düşüncelerini ayrıntılı bir biçimde ortaya çıkarmak ve bilgilerindeki değişimi incelemek amacıyla odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Görüşmenin temel amacı katılımcıların aklındaki fikirlerin öğrenilmesidir (Merriam, 1998). Yapı bakımından görüşmeler yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere 3 kategoride tanımlanmaktadır (Ekiz, 2009). Yapılandırılmış görüşmeler soruların sırasının ve nasıl ifadelerle sorulacağına net bir biçimde belirlendiği görüşmelerdir. Bu görüşmeler anket çalışmasının açık uçlu sorularla sözlü formatta ifade edilmesi olarak düşünülebilir (Merriam, 1998). Yarı yapılandırılmış görüşmeler genel bir görüşme kılavuzunun olduğu (Patton, 2002) ancak yapılandırılmış görüşmelere göre biraz daha esnek olan bir görüşme tarzıdır. Yapılandırılmamış görüşme ise daha çok sohbet havasında geçmektedir.

Marshall (2006) ise görüşmeleri amacına yönelik sınıflandırmış ve bu sınıflandırmayı fenomenolojik görüşme, çocuklarla görüşme, etnografik görüşme, seçkin kişilerle görüşme ve odak grup görüşmesi olarak ifade etmiştir. Büyüköztürk vd. (2012) görüşmeyi amacına veya yapısına göre ayırmadan yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış, yapılandırılmış, etnografik ve odak grup görüşmesi olarak kategorize etmiştir. Pek çok araştırmacının ortak olarak üzerinde durduğu görüşme türü odak grup görüşmeleridir. Odak grup görüşmeleri küçük bir grupta bir konu hakkında yapılan görüşmedir. Bu görüşmelerde birebir görüşmelerden farklı olarak

katılımcılar birbirlerinin görüş ve düşüncelerini dinledikleri için kendi düşüncelerine ek olarak farklı görüş ve fikirler ifade edebilirler (Patton, 2002). Böylece birbirlerinin eksiklerini tamamlayabilirler (Büyüköztürk vd., 2012).

Bu çalışmada 14 haftalık uygulamanın sonunda öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama ve uygulama süreci hakkındaki görüş ve düşüncelerini, süreçteki TPAB değişimlerini incelemek amacıyla odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler yaklaşık 40-60 dk aralığında sürmüştür. Bu görüşmelerde öğretmen adaylarının Matematik derslerinde AG kullanımı hakkındaki düşünceleri, avantajları- dezavantajları noktasındaki fikirleri, bu materyalleri hazırlarken neye dikkat ettikleri gibi sorular sorulmuş aynı zamanda TPAB'larına yönelik sorgulamalar yapılmıştır. Odak grup görüşmeleri soruları Ek-4'te sunulmuştur.

### **Video Kayıtları**

Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecindeki faaliyetleri ve bu faaliyetler sırasındaki bilgi ve becerilerini gözlemleyebilmek amacıyla kullanılmıştır.

### **Günlükler**

Araştırmada öğretmen adaylarının sürece yönelik TPAB'larını ve dijital materyal geliştirme sürecine yönelik düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla günlük form doldurmalarına karar verilmiştir. Günlük form hazırlanırken TPAB çerçevesi göz önünde bulundurulmuş ve alan uzmanlarının görüşüne başvurulmuştur. İlgili literatür ve alan uzmanlarının görüşleri neticesinde şekillenen sorular aşağıda bulunmaktadır:

1. Bugünkü yaptığınız dersin genel alan bilginiz açısından ne gibi faydaları/ negatif yanları olduğunu açıklayınız.
2. Bugünkü yaptığınız dersin, Öğrenciyi tanıma (öğrencinin anlama bilgisi) açısından ne gibi faydaları/ negatif yanları olduğunu açıklayınız.
3. Bugünkü yaptığınız dersin, Müfredat bilginiz açısından ne gibi faydaları/ negatif yanları olduğunu açıklayınız.
4. Bugünkü yaptığınız dersin, öğretim bilginiz açısından ne gibi faydaları/ negatif yanları olduğunu açıklayınız.
5. Bugünkü yaptığınız dersin, teknoloji bilginiz açısından ne gibi faydaları/ negatif yanları olduğunu açıklayınız.
6. Bugünkü yaptığınız dersin, öncesi ve sonrasında bilgi ve becerilerinizde ne gibi değişiklikler oldu? Bilgi ve becerilerinizi etkileyen (olumlu/ olumsuz) diğer yönler nelerdir? Açıklayınız.

7. Bugünkü derste kullandığımız uygulama/ uygulamaların matematik eğitiminde kullanımı (avantajı, dezavantajı, kolay/zor) hakkında ne söyleyebilirsiniz? Siz dersinizde kullanmak ister miydiniz? Açıklayınız.
8. Bugünkü derste tasarlanan materyale yönelik ne gibi önerileriniz olur? Ayrıntılı olarak açıklayınız. Siz olsanız nasıl bir materyal tasarlardınız?

Öğretmen adayları her hafta ders sonrasında araştırmacı tarafından Google Form aracılığıyla hazırlanan günlük formu doldurmuştur. Teori ve uygulama dersleri boyunca adaylara ilk 7 soru sorulmuş. Son haftalarda, öğretmen adaylarının hazırladıkları materyalleri sınıf ortamında sundukları tartışma ortamının olduğu süreçte, 8. soru forma eklenmiştir. Burada amaç adayların sınıfta söylemekte çekindikleri düşüncelerini daha rahat ifade etmelerini sağlamaktır.

Öğretmen adayları ile yapılan çalışmada kullanılan veri toplama araçları ve bu araçların amaç ve kapsamına yönelik bilgiler Tablo 3.2’ de sunulmaktadır.

**Tablo 3.2** Veri Toplama Araçları, Amacı ve Kapsamı

<b>Veri Toplama Yöntemi</b>	<b>Amaç ve Kapsam</b>
<b>Matematik İçin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (TPAB-Mat)</b>	Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimleri neticesinde TPAB seviyelerindeki değişimi ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmıştır.
<b>Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği (DMTYÖ)</b>	Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama yeterliklerindeki değişimi ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmıştır.
<b>Doküman (Ders Planları- Revize edilmiş ders planları)</b>	Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyallerini ders planlarına nasıl entegre ettiklerini ve süreçteki değişimini incelemek amacıyla kullanılmıştır.
<b>Odak Grup Görüşmesi</b>	Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyali kullanmaya yönelik yaklaşımlarını /görüşlerini incelemek amacıyla kullanılmıştır.
<b>Video Kayıtları</b>	Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecindeki faaliyetleri ve bu faaliyetler sırasındaki bilgi ve becerilerini gözlemleyebilmek amacıyla kullanılmıştır.
<b>Günlükler</b>	Her bir Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi dersi sonrasında öğretmen adaylarının bu süreç ve bilgilerindeki değişim hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmıştır.

### 3.4. Araştırma Süreci

Bu kısımda araştırma takvimi, pilot çalışma ve asıl çalışmaya ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Araştırma sürecinin başında öncelikle öğretme/öğrenme ihtiyacı analizi yapılmıştır. Verilecek olan eğitimin öğretmen adayları için ne gibi avantajları olacağı, problem çözme ve günlük hayat bağlamında nasıl fayda sağlayacağı belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından yapılan

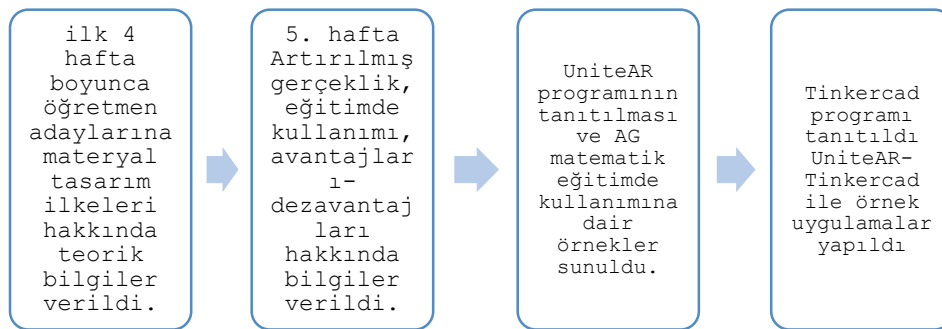
araştırmalar sonucunda hangi programları kullanmanın öğretmen adaylarının seviyesine uygun olacağı belirlendikten sonra programların avantaj ve dezavantajları karşılaştırılmış ve en uygun artırılmış gerçeklik programına karar verilmiştir. Öğretmen adaylarına sunulacak içerikler, ders planları ve artırılmış gerçeklik materyalleri araştırmacı tarafından hazırlanmış ve derse nasıl entegre edileceği noktasında haftalık planlar oluşturulmuştur. Araştırmanın amacı doğrultusunda uygulamanın yapılacağı sınıf seviyesi belirlenmiş ve öğretim ortamı hazırlanmıştır.

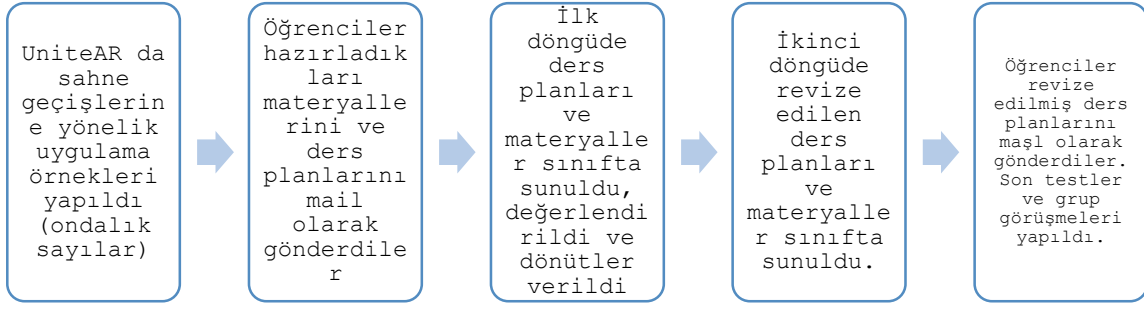
### 3.4.1. Pilot alışma

Araştırmanın pilot çalışması 2023-2024 eğitim öğretim yılı bahar döneminde İç Anadolu'da bir devlet üniversitesinin dördüncü sınıfında öğrenim gören 2'si erkek 19'u kadın olmak üzere 21 ilköğretim matematik öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Bu öğretmen adayları İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'nda seçmeli ders olarak belirtilen "Matematik Öğretiminde Materyal Tasarımı" dersini seçen öğretmen adayları olmak üzere amaçsal örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Programda haftada iki saat olarak yer alan bu ders kapsamında 14 hafta boyunca öğretmen adaylarına eğitimler verilmiş ve uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmanın ilk dört haftasındaki teorik bilgiler kısmı sınıf ortamında, beşinci haftadan itibaren gerçekleştirilen teknolojik uygulamalar kısmı bilgisayar laboratuvarında tamamlanmıştır.

Pilot alışma araştırmacı tarafından hazırlanan veri toplama araçlarının (TPAB' larını ortaya çıkaracak görevler, görüşme ve günlük formlar) test edilmesi, araştırma suresinde karşılaşılabilecek problemlerin tespit edilmesi ve buna yönelik önlemlerin alınması amacıyla yapılmıştır. 14 hafta boyunca her ders kamera ile kayıt altına alınmış ve incelenmiştir.

Pilot çalışmanın uygulama sureci şu şekildedir:





Öğretmen adaylarıyla birinci hafta dersin içeriği paylaşılmış ve süreçteki beklentilerden bahsedilmiştir. Sonraki 3 hafta boyunca materyal tasarım ve geliştirme ilkeleri hakkındaki teorik bilgiler üniversite sınıf ortamında öğretmen adaylarıyla paylaşılmıştır. 5. haftadan itibaren artırılmış gerçeklik teknolojisi tanıtılmış ve eğitimde kullanımına yönelik avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir. Daha sonra UniteAR programı tanıtılmış ve araştırmacı tarafından hazırlanan örnek dokümanlar öğretmen adaylarıyla paylaşılarak adayların programı keşfetmelerine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Sonrasında Google Form aracılığıyla hazırlanan günlük formu gönderilerek öğretmen adaylarının doldurmaları istenmiştir. Sonraki tüm haftalarda süreç boyunca öğretmen adaylarının görüş ve düşüncelerini tespit etmek amacıyla günlük form doldurmaları sağlanmıştır. 6. hafta öğrencilerin zorlandığı konulardan biri olan cisimlerin farklı yönlerden görünümüne yönelik uygulamalar yapılmıştır. Öncelikle neden bu konunun seçildiği açıklanmış ve literatürdeki makalelerden örnekler sunulmuştur. Daha sonra konunun teknolojik olarak nasıl öğretilebileceğine ilişkin hazırlanan örnek etkinlik sunulmuştur. Örnek etkinlikte bulunan üç boyutlu cisimleri oluşturmak için öncelikle tinkercad programı tanıtılmış ve bu üç boyutlu şekillerin nasıl oluşturulabileceği hakkında öğretmen adaylarının deneyim kazanması sağlanmıştır. Öğretmen adayları tinkercad programında oluşturdukları üç boyutlu şekilleri UniteAR programına aktararak bir QR kod oluşturmuş ve bu kodu kullanarak örnek birer ders etkinliği tasarlamıştır. Öğretmen adayları hazırladıkları etkinlikleri araştırmacıya göndermiştir. Araştırmacı, süreçte öğretmen adaylarının kazandıkları bilgi ve becerileri göz önünde bulundurarak sonraki süreçte nasıl ilerleyeceğini planlamıştır. 7. hafta itibariyle öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinliklere dönüt verilerek UniteAR program tanıtımına devam edilmiştir. UniteAR programında sahneler arası geçişin nasıl yapılacağına dair örnekler sunulmuş ve ardından uygulamalı bir biçimde gösterilmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarından da kendilerinin hazırladığı bir örnek uygulama yapmaları istenmiştir. Bu ders sonunda gruplar için kura çekimi yapılarak vize öncesi dersler tamamlanmıştır. Vize haftası için öğretmen adaylarından bir artırılmış gerçeklik materyali tasarımları ve bu materyali ders planlarına entegre etmeleri istenmiştir. Daha önce öğretmen

adaylarıyla paylaşılan ders planı hazırlama yönergesine göre öğretmen adayları grup olarak ders planlarını hazırlayıp araştırmacıya göndermiştir. 8, 9 ve 10. haftalarda öğretmen adayları hazırladıkları ders planlarını ve öğretim materyallerini sınıf ortamında arkadaşlarıyla paylaşmıştır. Süreçte öğretmen adaylarına ders planlarının ve tasarlanan materyallerin uygunluğu, öğretim materyallerinin ders planının hangi aşamasında kullanılmasının daha uygun olacağı, tasarlanan materyallerin nasıl daha iyi olabileceği veya hangi yönden eksik kaldığı noktalarında değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmelerden sonra revize edilen ders planları ve materyaller 11, 12 ve 13. haftada tekrar sınıfta sunulmuştur. Alınan son düzeltmelerden sonra son şeklini bulan ders planları ve materyaller araştırmacıya teslim edilmiştir. 14. Hafta itibarıyla son testler uygulanmış ve odak grup görüşmeleri ile süreç tamamlanmıştır. Öğretmen adaylarının pilot çalışmada hangi kazanımı tercih ettiklerini ve artırılmış gerçeklik materyalini kullanma amaçlarını içeren bilgiler Tablo 3.3’ te sunulmuştur.

**Tablo 3.3.** Pilot çalışmada öğretmen adaylarının tercih ettikleri kazanım ve materyal kullanım amaçları

<b>Gruplar</b>	<b>Kazanım</b>	<b>Öğrenme Alanı</b>	<b>Materyalin Kullanım Amacı</b>
<b>1. grup</b>	M.7.2.1.1. Cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işlemleri yapar. Cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işleminde uygun modeller kullanılır.	Cebir	Dikkat çekme
<b>2. grup</b>	M.6.1.5.4. İki kesrin çarpma işlemini yapar ve anlamlandırır.	Sayılar ve İşlemler	Dikkat çekme
<b>3. grup</b>	M.8.4.1.2. Verileri sütun, daire veya çizgi grafiği ile gösterir ve bu gösterimler arasında uygun olan dönüşümleri yapar.	Veri İşleme	Dikkat çekme
<b>4. grup</b>	M.8.3.4.1 Dik prizmaları tanıır, temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer.	Geometri ve Ölçme	Motivasyon Üç boyutlu açınımları gösterme
<b>5. grup</b>	M.6.1.2.3. Asal sayıları özellikleriyle belirler.	Sayılar ve İşlemler	Motivasyon
<b>6. grup</b>	M.8.3.4.2. Dik dairesel silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve açılımını çizer.	Geometri ve Ölçme	Dikkat çekme ve açılımını gösterme
<b>7. grup</b>	M.8.5.1.1. Bir olaya ait olası durumları belirler. M.8.5.1.4. Olasılık değerinin 0 ile 1 arasında (0 ve 1 dâhil) olduğunu anlar.	Olasılık	Dikkat çekme

Pilot çalışmada öğretmen adaylarının tamamı artırılmış gerçeklik materyalini dikkat çekme amacıyla kullanmıştır. Öğretmen adayları bir etkinlik kâğıdı oluşturduktan sonra hazırladıkları veya hazır olarak temin ettikleri üç boyutlu-iki boyutlu şekilleri UniteAR uygulamasına aktararak basit seviyede materyaller hazırlamışlar ve bu materyalleri ders planlarına QR kod şeklinde entegre etmişlerdir. Bazı gruplar sadece sahnelere görseller

eklerken bazıları üç boyutlu şekiller eklemiş, bazı gruplar ise bu görsel ve şekilleri ses ve animasyonlarla desteklemiştir.

Bu pilot çalışma sürecinde araştırmanın nasıl ilerlemesi gerektiği hakkında deneyim kazanılmıştır. Süreç boyunca her hafta video kaydına alınan dersler incelenmiş gerek öğretmen adaylarının görüşleri gerekse danışman ve uzman görüşleri çerçevesinde asıl çalışma şekillenmiştir. Yapılan değişiklikler şu şekildedir:

1. Pilot çalışmada öğretmen adayları, ilgili kazanımı belirledikten sonra materyal tasarımını gerçekleştirmiştir. Ancak asıl çalışmada daha işlevsel bir artırılmış gerçeklik materyali tasarlamak için öncelikle adayların teknolojiyi nasıl entegre edeceklerine dair senaryolar yazmaları istenmiştir. Öğretmen adayları tasarlayacakları materyalin bağlamını, nasıl bir materyal tasarlamak istediklerini, her bir sahnedeki görselleri, ses ve efektleri yazdıkları senaryoda belirtmiştir. Eğitim teknolojisi alanında bir Profesör ile bu senaryolar incelenmiş ve gerekli dönütler verilerek materyal tasarlama sürecine geçiş yapılmıştır.
2. Pilot çalışmada öğretmen adayları UniteAR uygulamasının daha fazla tanıtılması gerektiği ve daha fazla uygulama yapmak, örnek görmek istedikleri hakkında görüş bildirmiştir. Dolayısıyla asıl çalışmada UniteAR programına daha fazla zaman ayrılmıştır. Ayrıca teorik derslerin azaltılarak daha fazla uygulama yapılması gerektiği kararlaştırılmıştır.
3. Öğretmen adayları artırılmış gerçekliğe yönelik daha farklı uygulamalar görmek ve uygulamak istediklerini bildirmiştir. Bu sebeple asıl çalışmada UniteAR programının yanında Blippar, GeoGebra AR ve ROAR gibi uygulamalar da tanıtılmış ve örnek eğitim uygulamaları yapılmıştır. Pilot çalışmada hazırlanan öğretim materyalleri sadece UniteAR programı ile sınırlı iken asıl uygulamada kullanılan çeşitli programlarla bu süreç zenginleştirilmiştir.
4. Pilot çalışmada öğretmen adayları aldıkları dersin 8. yarıyılıda olmasının dezavantajından bahsetmişlerdir. Son sınıfın son döneminde olan bu ders için KPSS öncesi yeterince vakit ayıramadıklarını, materyal hazırlarken üzerinde çok fazla düşünemediklerini dile getirmişlerdir. Bu sebeple araştırmamızın amacı doğrultusunda öğretmen adaylarının belirli bir bilgi birikiminin de olması gerektiği göz önünde bulundurularak asıl uygulamanın 7. yarıyılıda yapılması kararlaştırılmıştır.
5. Pilot çalışmada öğretmen adaylarının uygulamayı tek başına kullanma noktasında zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir. Asıl çalışmada öncelikle her bir örnek materyal önce araştırmacı tarafından tasarlanmış ve dersin başında QR kod okutularak öğretmen adaylarının materyali deneyimlemeleri sağlanmıştır. Bu materyalin hazırlanma amacı vurgulanarak her bir adım tek tek açıklanmış ardından programda nasıl hazırlandığı gösterilmiştir. Sonrasında öğretmen adaylarına ilgili dosyalar gönderilerek aynı materyali hazırlamaları istenmiş zorlandıkları noktalarda destek olunmuştur.
6. Pilot çalışmada nicel veri toplama aracı olarak Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği ile Teknoloji Entegrasyon Stratejileri Ölçeği kullanılırken asıl çalışmada öğretmen adaylarının TPAB becerilerinin değişimini incelemek amacıyla Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği ile Matematik İçin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği kullanılması kararlaştırılmıştır.

7. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarının ve tasarladıkları materyallerin uygunluğu, etkililiği, nasıl daha iyi olabileceği veya hangi yönden eksik kaldığı noktalarında yapılan tartışmaların zenginleştirilmesi için daha fazla öğretmen adayıyla çalışmanın yapılması kararlaştırılmıştır.
8. Öğretmen adaylarının kazanım seçerken sadece geometri konularına odaklanmasını önlemek adına pilot çalışmada her bir öğrenme alanından (cebir, sayılar ve işlemler, veri işleme, geometri ve ölçme, olasılık) bir veya iki tane kazanım seçmeleri istenmiştir. Ancak asıl çalışmada öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyallerini hangi konular için tasarlayacağı önemli bir bulgu olduğundan pilot çalışmada yapılan kısıtlama ortadan kaldırılmıştır. Bu sebeple öğretmen görüşlerine başvurulmuştur.

### 3.4.2. Öğretmen görüşleri

Matematik öğretmenleriyle gerçekleştirilen bir proje kapsamında Türkiye'nin farklı bölgelerinden katılım sağlayan 26 öğretmene araştırmacı tarafından artırılmış gerçeklik destekli matematik öğretimi eğitimi verilmiş ve bu teknolojinin matematik eğitiminde hangi konular için uygun olduğu hakkında görüşlerini belirtmeleri istenmiştir.

Öğretmenlerin neredeyse tamamı artırılmış gerçekliğin matematik eğitiminde üç boyutlu cisimlerin farklı yönden görünümü ve açınımlarının gösterilmesi konularında kullanılabileceğini ifade etmiştir. Öğretmenler özellikle geometri konuları için artırılmış gerçekliğin uygun olduğunu alan- hacim hesaplama, koordinat sistemi, öteleme, dönme, yansıma, sütun-daire grafiği gösterimleri, kesirler, tam sayıların modellenmesi gibi konular için materyaller geliştirilebileceğini belirtmiştir. Bu görüşler doğrultusunda hangi konularda nasıl içerikler hazırlanabileceğine dair fikir elde edilmiştir. Asıl çalışma için hazırlanan örnek materyallerde bu fikirler göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca bütün öğretmenlerin fikir birliğinde olduğu geometri konuları dışında da örnek materyaller hazırlanarak öğretmen adaylarının sadece geometri konularına teknoloji entegre edilebileceğine dair önyargılarının önünde geçilmek hedeflenmiştir.

### 3.4.3. Asıl çalışma

2024-2025 eğitim öğretim yılı Güz döneminde İç Anadolu'da bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 27 dördüncü sınıf ilköğretim matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışma 14 hafta sürmüştür. Bu öğretmen adayları İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'nda seçmeli ders olarak belirtilen "Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi" dersini seçen öğretmen adayları olmak üzere amaçsal örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Her bir hafta yapılan çalışmalar ayrıntılı bir şekilde aşağıda açıklanmıştır.

### 1. Hafta:

İlk derste öğretmen adaylarına ders içeriği açıklanmış ve beklentiler paylaşılmıştır. Bu ders kapsamında katılımın gönüllü olması gerektiği hatırlatılmış ve dersi bırakmak isteyen adayların ekle- sil haftasında “Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi” dersini bırakabileceği ifade edilmiştir. Ardından Matematik İçin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (TPAB-Mat) ve Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği (DMTYÖ) ön test olarak uygulanmıştır. İkinci derste artırılmış gerçekliğin ne olduğu, eğitime nasıl entegre edilebileceği açıklanmış, matematik eğitiminde kullanımına yönelik araştırmacı tarafından hazırlanan örnekler sunulmuştur.

### 2. Hafta:

Öncelikle ilk derste üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görünümüne yönelik araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlik öğretmen adaylarıyla paylaşılmıştır. Daha sonra adaylardan UniteAR programını telefonlarına indirmeleri istenmiş ve etkinlik kağıdında bulunan QR kodu okutarak üç boyutlu cisimi deneyimlemeleri sağlanmıştır. Böylece adaylar hazırlayacakları etkinliğe yönelik fikir sahibi olmuştur. Daha sonra UniteAR programı tanıtılarak bu etkinliğin nasıl hazırlandığı adım adım gösterilmiştir. Öncelikle Tinkercad programında üç boyutlu cismin nasıl oluşturulduğu anlatılmış daha sonra UniteAR programına aktarımı yapılarak bir QR kodun nasıl oluşturulacağına yönelik alıştırmaya yapılmıştır. İkinci derste önceki derste gösterilen uygulamanın öğretmen adayları tarafından yapılması istenmiş böylece Tinkercad ve UniteAR programlarına yönelik deneyim kazanmaları hedeflenmiştir. Süreçte öğretmen adaylarına teknoloji kullanımı konusunda destek olunmuştur. Son olarak hazırladıkları örnek etkinliği ders sonunda mail yoluyla göndermeleri istenmiştir.

### 3. Hafta:

İlk derste bir önceki hafta üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görünümüne yönelik öğretmen adaylarının bireysel olarak hazırladıkları etkinliklere dönüt verilmiştir. Etkinliğin öğretim amacına hizmet etmesinin önemi vurgulanmıştır. Daha sonra UniteAR programında buton ekleme ve sahne geçişlerinin nasıl yapılacağına dair örnek materyal paylaşılmıştır. Önce araştırmacı tarafından gösterilmiş daha sonra öğretmen adaylarının aynı uygulamayı yapması istenmiştir. Süreçte öğretmen adaylarına destek olunmuştur. Bu haftadan itibaren öğretmen adaylarından çalışma gruplarını belirlemeleri istenmiştir.

#### 4. Hafta:

Bu hafta derste, TPAB'ın ne olduğu, bileşenleri ve içeriği hakkında sunum yapılmıştır. Ardından UniteAR programında ses ve animasyonun nasıl ekleneceğine dair örnek uygulama yapılmış ve daha sonra öğretmen adaylarının da benzer bir uygulama yapması istenmiştir. Öğretmen adaylarının zorlandıkları noktalarda destek olunmuştur. Ders sonunda bütün öğretmen adaylarının QR kodu okutarak etkinliklerini denemeleri böylece süreçte kazanılan becerilerin test edilmesi amaçlanmıştır.

#### 5. Hafta

Bu haftaki ilk derste, Yamuk konusunun TPAB bileşenlerine göre nasıl bir ders tasarımı ile öğrencilere aktarılacağı üzerine konuşulmuştur. Öncelikle Yamuk konusunda öğretmenin müfredat bilgisinin olması gerektiği, konunun hangi kısımlarının hangi seviyelerde verilmesi gerektiğini bir öğretmenin bilmesi gerektiği hatırlatılmıştır. Ardından öğretmenin sahip olması gereken alan bilgisi (yamuk ile dikdörtgen, kare, eşkenar dörtgen arasındaki ilişki) açıklanmıştır. Daha sonra öğrenci bilgisi üzerine (ön bilgi- kavram yanılgısı) bir makale örneği ile yamuk konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgıları incelenmiştir. Bu bağlamda kavram yanılgılarına müdahale etmek ve dersi daha verimli hale getirmek için nasıl bir teknoloji kullanılabileceğine dair örnek gösterilmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarının grup sunumları için kura çekimi yapılmış ve grup olarak hazırlayacakları teknolojik materyalin senaryosunu yazıp mail yoluyla göndermeleri istenmiştir. Ayrıca ders planı yönergesi öğretmen adaylarıyla paylaşılmıştır. İkinci derste Matematik eğitiminde kullanılan Shapes, Arloon Geometry, Photo Math, Geometry AR, GeoGebra AR, Construct AR gibi artırılmış gerçeklik uygulamalarından bahsedilmiş ve örnek içerikler gösterilmiştir. Öğretmen adaylarının bu uygulamaları kendileri kullanarak keşfetmesi sağlanmıştır.

#### 6. Hafta:

Önceki derste öğretmen adaylarından istenen senaryolara dönüt verilmiştir. Ayrıca yine önceki derste TPAB'ın matematik derslerine nasıl entegre edileceğine yönelik yamuk örneği üzerinden bir GeoGebra etkinliği yapılmıştır. Önce GeoGebra yazılımı tanıtılmıştır. Öğretmen adaylarının ders boyunca yazılımı inceleyerek deneyim kazanması sağlanmıştır. Daha sonra GeoGebra ile yamuğun alanını keşfetmeye yönelik etkinlik önce araştırmacı tarafından gösterilmiş ve ardından öğretmen adaylarından aynı etkinliği yapması istenmiştir. Süreçte adaylara destek olunmuştur.

## 7. Hafta:

ROAR uygulaması tanıtılmıştır. Her bir menü açıklanmış ve iki boyutlu - üç boyutlu görsellere yönelik örnekler gösterilmiştir. Bu görselleri bulabilecekleri içerikler sunulmuştur. Ardından Kesirlerde Sıralama konusuna yönelik araştırmacı tarafından tasarlanan örnek etkinlik öğretmen adaylarıyla paylaşılmıştır. Etkinliğin tasarımı önce araştırmacı tarafından gösterilmiş daha sonra aynı tasarımı öğretmen adaylarının yapması istenmiştir. Süreçte adaylara destek olunmuştur. Vize değerlendirmesine yönelik kriterler açıklanmıştır.

## 8. Hafta:

Öğretmen adayları hazırladıkları vize ödevlerini mail yoluyla araştırmacıya ulaştırmıştır. Öğretmen adaylarının bu hafta itibariyle ders planları ve materyallerde tercih ettikleri kazanım, dersin hangi aşamasında artırılmış gerçeklik materyali kullandıkları ve hangi amaçla kullandıklarına ilişkin bilgiler Tablo 3.4'te sunulmuştur.

**Tablo 3.4.** Asıl çalışma ilk ders planında tercih edilen kazanım, hangi aşamada materyal kullanıldığı ve kullanım amaçları

Gruplar	Sınıf Seviyesi	Kazanım	Ders planının hangi aşamasında kullanıldı?	Hangi amaçla kullanıldı?
1. Grup	6.sınıf	M.6.1.1.2. İşlem önceliğini dikkate alarak doğal sayılarla dört işlem yapar.	Değerlendirme	Motivasyon
2. Grup	8.sınıf	M.8.2.2.2. Koordinat sistemini özellikleriyle tanırlar ve sıralı ikilileri gösterir	Değerlendirme	Motivasyon ve görselleştirme
3. Grup	5.sınıf	M.5.1.3.4 Sadeleştirme ve genişletmenin kesrin değerini değiştirmeyeceğini anlar ve bir kesir denk olan kesirler oluşturur.	Değerlendirme	Motivasyon
4. Grup	7.sınıf	M.7.1.1.4. Tam sayıların kendileri ile tekrarlı çarpımını üslü nicelik olarak ifade eder. Kuvvetin tek veya çift doğal sayı olması durumları incelenir.	Derinleştirme	Motivasyon
5. Grup	7.sınıf	M.7.1.2.1 Rasyonel sayıları tanırlar ve sayı doğrusunda gösterir.	Değerlendirme	Motivasyon
6. Grup	8.sınıf	M.8.1.1.3. Verilen iki doğal sayının aralarında asal olup olmadığını belirler.	Derinleştirme	Motivasyon
7. Grup	5. sınıf	MAT.5.3.7. Matematiksel araç ve teknoloji yardımıyla düzlemde iki noktada kesişen çember çiftinin merkezleri ve kesişim noktalarından biri ile inşa edilen üçgenlerin kenar özelliklerine yönelik muhakeme yapabilme (2024 Müfredatı)	Keşfetme	Kavramsal öğrenme Motivasyon
8. Grup	8. Sınıf	M.8.3.2.1. Nokta, doğru parçası ve diğer şekillerin öteleme sonucundaki görüntülerini çizer.	Keşfetme	Kavramsal öğrenme

#### 9. Hafta:

Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları ve materyaller incelenmiştir. Her bir grup için ayrı ayrı ders planı ve materyal değerlendirmesi yapılarak hazırladıkları içeriklerin güçlü ve zayıf yönleri belirtilmiştir. Bu süreçte diğer adaylar da arkadaşlarının hazırladıkları ders içerikleri hakkında fikir sahibi olmuştur. Adayların materyal tasarım ilkeleri hakkında eksikliklerinin olduğu gözlemlenmiş ve buna müdahale edebilmek amacıyla şekillendirilen bu derste materyal tasarım ilkelerinin ne olduğu, materyal tasarlarken neye dikkat edilmesi gerektiği noktaları üzerinde durulmuştur. Dersin devamında etkileşimli öğretim materyali hazırlama platformlarından bahsedilmiş ve örnek içerikler paylaşılmıştır. Ders sonunda öğretmen adaylarından hazırlayacakları materyallerin senaryolarını araştırmacıya mail yoluyla göndermesi istenmiştir.

#### 10. Hafta:

Öğretmen adaylarının hazırladıkları senaryolar derse gelmeden önce incelenmiş ve gerekli dönütler verilmiştir. Derste Blippar uygulaması tanıtılmış uygulamanın özellikleri ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Ondalık Sayılar konusuna yönelik araştırmacı tarafından tasarlanan örnek etkinlik öğretmen adaylarıyla paylaşılmıştır. Etkinliğin tasarımı önce araştırmacı tarafından yapılmış daha sonra aynı tasarımı öğretmen adaylarının yapması istenmiştir. Süreçte adaylara destek olunmuştur. Ders sonunda öğretmen adaylarından hazırlayacakları materyallerin senaryolarını gerekli düzenlemeleri yaptıktan sonra tekrar araştırmacıya mail yoluyla göndermeleri istenmiştir.

#### 11,12,13 ve 14. Hafta:

Öğretmen adayları ders döneminin ikinci yarısında hazırladıkları ders planlarını ve materyalleri sınıf ortamında diğer öğretmen adaylarıyla paylaşmıştır. Her hafta 2 grup hazırladıkları içerikleri arkadaşlarına sunmuştur. Bu süreçte iyileştirme ve düzeltme önerileriyle materyal ve ders planları tartışılmış, öğretmen adaylarının hazırladıkları materyaller üzerine konuşulmuş, materyalin güçlü ve zayıf yönleri belirtilmiştir. Yapılan eleştiriler ve öneriler doğrultusunda yeniden düzenlenen ders planları ve materyaller mail aracılığıyla araştırmacıya iletilmiştir.

#### 15. Hafta:

Öğretmen adaylarıyla tüm ders süreci değerlendirilmiştir. İlk hafta uygulanan Matematik İçin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (TPAB-Mat) ve Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeği (DMTYÖ) son test olarak tekrar uygulanmıştır. Böylece değişim

sürecinin analiz edilebilmesi için gerekli nicel veriler toplanmıştır. Öğretmen adaylarının süreç hakkındaki görüş ve düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla odak grup görüşmeleri yapılarak araştırma süreci tamamlanmıştır. Yapılan görüşmeler video ve ses kayıt cihazıyla kayıt altına alınmış, daha sonra metin formatına dönüştürülmüştür.

Öğretmen adaylarının seçtikleri kazanımlar ve materyali ders planının hangi aşamasında, hangi amaçla kullandıklarına dair bilgiler Tablo 3.5'te sunulmuştur.

**Tablo 3.5.** Asıl çalışma son ders planında tercih edilen kazanım, hangi aşamada materyal kullanıldığı ve kullanım amaçları

Gruplar	Sınıf Seviyesi	Kazanım	Ders planının hangi aşamasında kullanıldı?	Hangi amaçla kullanıldı?
1.Grup	6. sınıf	M.6.1.5.5. Bir doğal sayıyı bir kesre ve bir kesri bir doğal sayıya böler, bu işlemi anlamlandırır.	Keşfetme	Kavramsal öğrenme Dikkat çekme Motivasyon
2.Grup	7. sınıf	M.7.1.5.3 Bir çokluğu belirli bir yüzde ile arttırmaya veya azaltmaya yönelik hesaplamalar yapar.	Değerlendirme	Dikkat çekme ve motivasyon
3.Grup	7. sınıf	M.7.1.1.1. Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar, ilgili problemleri çözer.	Değerlendirme	Dikkat çekme motivasyon ve kavramsal öğrenme
4.Grup	6. sınıf	M.6.1.2.2. 2, 3, 4, 5, 6, 9 ve 10'a kalansız bölünebilme kurallarını açıklar ve kullanır.	Keşfetme Değerlendirme	Kavramsal öğrenme Dikkat çekme ve motivasyon
5.Grup	5. sınıf	M.5.2.2.2. Açılarına ve kenarlarına göre üçgenler oluşturur, oluşturulmuş farklı üçgenleri kenar ve açı özelliklerine göre sınıflandırır.	Giriş Keşfetme Açıklama Değerlendirme	Dikkat çekme Kavramsal öğrenme Dikkat çekme Motivasyon
6.Grup	8. sınıf	M.8.1.2.2. Üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur.	Derinleştirme	Dikkat çekme ve motivasyon
7.Grup	7. sınıf	M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer.	Keşfetme Derinleştirme	Anlamli öğrenme Derinlemesine düşünme ve dikkat çekme
8.Grup	6. Sınıf	M.6.1.4.3. Mutlak değerin sayı doğrusunda ve gerçek hayatta (asansör, termometre vb.) ne anlama geldiği üzerinde durulur.	Keşfetme	Kavramsal öğrenme

### 3.4.4. Teknoloji entegrasyon stratejilerine uygun ders süreci

Araştırma sürecinde üniversite ortamında uygulanan teorik ve uygulamalı derslerde Teknoloji Entegrasyon Stratejileri (TES) modeli çerçevesinde anlatım yapılmıştır. Modelin ilk seviyesinde bulunan öğretmen adaylarını teknoloji kullanımına hazırlama aşamaları, uygulama sürecine dahil edilmiştir. Programları kurumsal düzeyde uygulamaya yönelik ikinci seviyedeki temalar araştırma amacının dışında olduğu için uygulamaya dahil edilmemiştir. Modelde

öğretmen adaylarını teknoloji kullanımına hazırlamaya yönelik temalar şu şekildedir; teori ve pratiğin uyumlaştırılması, eğitimcinin rol model olarak kullanılması, eğitimde teknolojinin rolüne ilişkin yansıtma, tasarım yoluyla öğrenme teknolojisi, akranlarla işbirliği yapmak, otantik teknoloji deneyimi, sürekli geri bildirim (Tondeur vd., 2012). Bu temaların teorik ve uygulamalı derslerde nasıl sağlandığına ilişkin kanıtlar her bir alt başlıkta sunulmuştur.

### **Teori ve pratiğin uyumlaştırılması**

Tondeur vd.'nin (2012) yaptığı araştırmada teori ve pratiğin uyumlu hale getirilmesi gerektiği vurgusu bulunmaktadır. Mevcut araştırmada matematik eğitimine yönelik hazırlanan içerikler (ders planı, materyal) öğretmen adaylarına sunulurken teknoloji kullanım amacının altı çizilmiştir. Her bir örnek materyalde teknoloji kullanımının amacı (motivasyon, dikkat çekme, kavram yanılığının önüne geçme, kavramsal öğrenme vs.) açıklanarak belirli bir hedef doğrultusunda belirli bir amaca hizmet ettiği için bu teknolojinin kullanıldığı vurgulanmıştır. Dersler esnasında önce teorik bilgiler verilmiş daha sonra teknolojik uygulamalar yapılmıştır.

### **Eğitimcinin rol model olarak kullanılması**

Tondeur vd.'nin (2012) öğretmen adaylarının teknolojiyi kullanmasında eğitimcinin rol model olmasının önemli olduğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla araştırma süreci boyunca araştırmacı iyi bir rol model olmaya dikkat etmiştir. Materyal hazırlarken öğretmenin sahip olması gereken bilgi ve beceriler, dikkat etmesi gereken ilkeler araştırmacı tarafından vurgulanmıştır. Her hafta örnek materyal önce öğretmen adayları tarafından deneyimlenmiş böylece kendi yapacakları materyal hakkında fikir edinmeleri sağlanmıştır. Materyalin hangi amaçla hazırlandığı ve teknoloji kullanımının bu noktadaki avantajı açıklandıktan sonra araştırmacı tarafından materyal sınıf ortamında yeniden tasarlanmıştır. Materyalin tüm aşamaları ayrıntılı bir biçimde gösterildikten sonra öğretmen adaylarından aynı materyali tasarımları istenmiştir. Tüm uygulama süreci bu şekilde gerçekleştirilmiştir.

### **Eğitimde teknolojinin rolüne ilişkin yansıtma**

Bu temada öğretmenlerin/ öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımının rolüne yönelik düşünmesinin teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Mevcut araştırmada öğretmen adayları hazırladıkları ders planları ve materyallerde teknolojiyi nasıl entegre ettiklerini, hangi amaçla kullandıklarını ifade etmiştir. Matematik eğitiminde teknoloji kullanımının rolü hakkında hem sınıf içi tartışmalar yapılmış hem de günlük formlarla öğretmen adayları düşüncelerini ifade etmiştir. Bu süreç öğretmen adaylarına teknoloji

kullanımının eğitimdeki rolü üzerinde düşünme fırsatı sağlamıştır. Uygulamalar sırasında öğretmen adaylarının tutumlarını yansıtmalarına fırsat tanınmış ve zorlandıkları noktalarda destek sağlanarak olumsuz tutumlar giderilmeye çalışılmıştır.

### **Tasarım yoluyla öğrenme teknolojisi**

Tondeur vd. (2012) öğretmen adaylarının derslerine teknolojiyi entegre ederken tasarım ve planlama noktasında desteğe ihtiyacı olduğunu vurgulamıştır. Dolayısıyla mevcut araştırmada uygulama sürecindeki öğretim tasarımı şu şekildedir;

- Her hafta ilk derste hazırlanan örnek materyal öğretmen adaylarının deneyimine sunulmuştur,
- Materyalin hangi sınıf düzeyine göre seçildiği ve bu seçimin dayanakları ortaya konmuştur,
- Materyalin hangi öğrenme alanı ve kazanıma uygun hazırlandığını açıklamıştır,
- Materyalin dersin hangi aşamasında ne amaçla kullanılacağını açıklamıştır,
- Materyalde kullanılan ilgili yazılım/program tanıtılmıştır (programın özellikleri, menüleri, avantaj ve dezavantajları),
- Konuya ve kazanıma uygun materyal tasarımı örneği, öğretmen adaylarına uygulamalı bir biçimde gösterilmiştir.

Daha sonra ikinci derste öğretmen adaylarının gösterilen programı deneyimlemesi sağlanmıştır. Önceden araştırmacı tarafından hazırlanan materyalin arka planındaki dosyalar, öğretmen adaylarıyla paylaşılmıştır. Bu dosyaları kullanarak öğretmen adaylarından aynı materyali hazırlamaları istenmiştir. Süreçte hem ilgili programa/yazılıma yönelik destek sağlanmış hem de bu tür uygulamaların öğrenciler üzerindeki etkilerine yönelik tartışmalar yapılmıştır.

### **Akranlarla iş birliği yapma**

Öğretmen adaylarının materyal tasarlarken özgüvenlerinin geliştiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla araştırmada bu durum göz önüne alınarak öğretmen adaylarının grup arkadaşları ile iş birliği yaparak ders planı ve materyal hazırlamaları sağlanmıştır. Daha sonra hazırladıkları ders planı ve materyalleri sınıf ortamında sunmaları sağlanarak tartışma ortamı oluşturulmuştur. Böylece hem kendi öğrenmelerine hem de sınıf arkadaşlarının öğrenmelerine katkı sağlanmıştır.

### **Otantik teknoloji deneyimi**

Öğretmen adaylarına gerçeğe dayalı (otantik) deneyimleme fırsatı sağlanması önemlidir. Dolayısıyla planlanan çalışmada, önce araştırmacı tarafından materyalin tasarımı gerçekleştirilmiş daha sonra öğretmen adaylarının aynı tasarımı kendilerinin yapması

istenmiştir. Ders döneminin son haftalarında ise adaylar sınıf ortamında diğer arkadaşlarıyla yaptıkları uygulamaları paylaşmıştır. Süreçte bu uygulamaların MEB okullarında uygulanabilirliği tartışılmış hatta bir grup öğretmen adayı 6. Sınıf seviyesinde materyali uygulamıştır ve sonuçları derste değerlendirilmiştir. Böylece adayların gerçeğe dayalı bir deneyim kazanmasına fırsat tanınmıştır.

### **Sürekli geri bildirim**

Öğretmen adaylarına teknoloji kullanımında sürekli geri bildirim vermek ve süreç odaklı değerlendirme önemlidir. Dolayısıyla araştırmada geleneksel değerlendirme yöntemleri yerine süreç odaklı bir değerlendirme yöntemi tercih edilmiştir. Adayların her ders sonrası günlük yazması istenmiştir. Böylece her ders sonrasında adaylar TPAB ve teknoloji kullanımı hakkında düşünmeye teşvik edilmiştir. Materyal hazırlama sürecinde önce adaylardan senaryo yazmaları istenmiş ve sonraki süreçte her hafta senaryolar üzerinden adaylara geri bildirim verilerek süreç yönetilmiştir. Yine materyallerin tasarımı sürecinde hem ders içi hem de ders dışı geri dönütler verilerek sürekli adaylarla iletişim halinde kalınmıştır.

### **3.5. Verilerin Analizi**

Veri toplama sürecinde hem nitel hem de nicel veriler toplandığı için verilerin analizinde hem nicel hem de nitel analiz yöntemlerinden faydalanmıştır.

#### **3.5.1. Nicel veri analizi**

Nicel verilerin analizinde öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği tespit edilmiştir. Analizler için SPSS programı kullanılmıştır. Çalışmalarda normalliğe ilişkin kişi sayısının 30 un altında olduğu durumlarda Shapiro-Wilk testi önerilmektedir (Ak, 2008). Çalışma grubu 27 öğretmen adayından oluştuğu için ( $N < 30$ ) verilerin analizinde normallik kontrolü yapmak için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. TPAB-Mat toplam puanına ilişkin ön test- son test fark puanlarının normallik analizi Ek- 5' te sunulmuştur. Shapiro-Wilk testi sonucunda p değerinin 0.730 olduğu görülmüş ve  $p > 0.05$  olduğu için verilerin normal dağıldığı varsayılmıştır (Can, 2019). Bundan dolayı TPAB-Mat ölçeğine ait fark puanları üzerinden yapılan analizlerde parametrik testlerden bağımlı örneklem t testi kullanılmıştır.

TPAB alt boyutlarına ilişkin ön test-son test fark puanlarının normallik varsayımı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, tüm alt boyutlara ait fark puanlarının normal dağılım gösterdiğini (Ek-6) ortaya koymuştur ( $p > .05$ ). Bu nedenle, ilgili alt boyutlara ilişkin karşılaştırmalarda parametrik testlerden bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır.

Aynı şekilde DMTYÖ ve alt boyutlarına ilişkin ön test- son test fark puanlarının normallik analizi için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. DMTYÖ toplam fark puanlarına yönelik yapılan Shapiro-Wilk testi sonucunda p değerinin 0.494 olduğu görülmüş (Ek-7) ve  $p>0.05$  olduğu için verilerin normal dağıldığı varsayılmıştır (Can, 2019). DMTYÖ alt boyutlarına ilişkin ön test-son test fark puanlarının normallik analizi sonucunda tüm alt boyutlara ait fark puanlarının normal dağılım gösterdiği (Ek-8) tespit edilmiştir. Bu nedenle ilgili alt boyutlara ilişkin karşılaştırmalarda parametrik testlerden bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır.

### 3.5.2. Nitel veri analizi

Bu çalışmada nitel verilerin çözümlenmesinde hem tümevarımcı hem de tümdengelimci analiz yöntemi birlikte kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlayarak hazırlamış oldukları ders planları içerik analizi ile analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının 14 hafta boyunca yazdıkları günlük formlar ve süreç sonunda yapılan görüşmeler öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde deneyimlerini yansıtmak amacıyla tematik analiz ile analiz edilmiştir. Boyatzis (1998) tematik analizi veri içindeki kalıpları açıklamak, analiz etmek ve raporlamak için kullanılan bir nitel analiz yöntemi olarak tanımlamaktadır. Braun ve Clarke (2006) tematik analizin nitel analizin birçok formu için temel beceriler sağladığını, bu analizin nitel veri analizi için temel bir yöntem olması gerektiğini ifade etmektedir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecindeki deneyimleri Braun ve Clarke'ın (2006) altı aşamalı tematik analiz yöntemi esas alınarak analiz edilmiştir. Bu altı aşama şu şekildedir: Verilere aşına olma, ilk kodları oluşturma, temaları arama, temaları gözden geçirme, temaları tanımlama ve raporun oluşturulması.

#### Aşama 1: Verilere Aşına Olma

Bu çalışmada verilere aşına olma sürecinde öncelikle öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler ve yazılan günlük formlar tekrar tekrar okunmuştur. Daha sonra veriler MAXQDA programına aktarılarak kod bulutu, kelime bulutu gibi araçlarla görüşme ve günlük formların içinde geçen ifadelere aşına olmaya çalışılmıştır. Nitel verilerin önemli miktarda olması göz önüne alındığında, katılımcıların yanıtlarının derinlemesine anlaşılmasını sağlamak için aşınalık süreci sistematik olarak ele alınmıştır.

#### Aşama 2: İlk Kodların Oluşturulması

İkinci aşamada odak grup görüşmelerinden ve günlüklerden toplanan verileri düzenlemek ve anlamlandırmak için ilk kodlar oluşturulmuştur. Bu aşama çalışmanın daha sonra ortaya çıkacak olan bulguları için temel kalıpların oluşması ve temaların belirlenmesi için çok önemlidir (Braun & Clarke, 2022). Kodlama sürecinde hem açık hem de örtük anlamlar kodlamaya dahil edildiği için bu süreçte iki tur inceleme yapılmıştır.

#### Aşama 3: Temaları Arama

Bu aşamada daha önceki aşamada oluşturulan kodlar sentezlenerek daha temel fikirleri içeren temalar araştırılmıştır. İlk temaların geliştirilmesi veride bulunan ilişkileri anlamak ve temel kalıplarla analizi çerçevelemek için oldukça önemlidir (Braun & Clarke, 2022).

#### Aşama 4: Temaların Gözden Geçirilmesi

Bu aşamada önceki aşamada temel çerçeve olarak belirlenen temaların tutarlılığı, temsil gücü ve belirgin olup olmama durumu değerlendirilmiştir. Ayrıca oluşturulan temaların verinin bütününe doğru bir şekilde yansıtıp yansıtmadığı incelenmiş daha sonra mevcut temalar daha net ve anlamlı hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda belirlenen her temada kodlanan veriler tek tek gözden geçirilmiştir.

#### Aşama 5: Temaları Tanımlama

Bu aşamada öğretmen adaylarının odak grup görüşmelerinden ve günlük formlarından alınan transkriptler, kodlar, kategoriler, ilk temalar, oluşturulan ortak temalar tekrar tekrar okunmuştur. Bu aşamada asıl amaç araştırma sorusuyla belirlenen temaların ilişkili olduğundan emin olmaktır (Braun & Clarke, 2022). Verilerin tekrar tekrar okunmasıyla ilerleyen bu süreçte verileri tam olarak yansıtan temaların tanımlanması hedeflenmiştir.

#### Aşama 6: Raporun Oluşturulması

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecindeki deneyimlerine yönelik oluşturulan temalar, tutarlı doğrudan ifadelerle desteklenerek sunulmuştur.

### **3.6. Geçerlik ve Güvenirlik**

Bir araştırmanın bilimsel olarak nitelikli olması, geçerlilik ve güvenirlilik ilkelerinin sağlanmasına bağlıdır (Fraenkel & Wallen, 2006). Geçerlik bireyde ölçülmek istenen özelliğin diğer özellikler karıştırılmadan doğru ölçülmesiyle ilgiliyken (Büyüköztürk vd., 2020)

güvenirlik ölçek puanlarının tesadüfi hatalardan arınlık derecesidir (Turgut, 1993). Bu araştırmada güvenilirlik ile aktarılabirliği (dış gerçekliği) sağlamak ve inandırıcılığı (iç geçerliği) arttırmak amacıyla bazı stratejiler kullanılmıştır.

### **3.6.1. Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirlik**

İç geçerliliği sağlamak için araştırmacıdan verilerin toplanması, analiz edilmesi, yorumlanması aşamalarını kanıtlarla sunması ve bunu nasıl sağladığını açıklaması beklenir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu araştırmada iç geçerliğini sağlamak amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan ders tasarımı sürecinde, örnek materyal tasarımında, tasarımın sınıfta nasıl bir uygulamayla öğrencilere aktarılacağı noktasında, günlük formların ve görüşme sorularının oluşturulmasında, veri analizinde uzman görüşü alınmış ve pilot çalışma yapılarak uygulama sırasında ortaya çıkabilecek sorunlar test edilmiştir. Ayrıca görüşme, günlük ve ders planı gibi birden fazla veri toplama aracı kullanılarak veri çeşitliliği sağlanmaya çalışılmıştır. Bunun yanında araştırma sürecinde her hafta toplanan günlük formlarda ve yapılan görüşmelerde öğretmen adaylarının gerçek duygu ve düşüncelerini ifade etmesi teşvik edilmiştir.

Dış geçerliği sağlamak için araştırmanın veri toplama süreci, uygulama ve analiz aşamaları ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır. Elde edilen verilere ilişkin öğretmen adaylarının doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Ayrıca amaçlı örnekleme yöntemi kullanılarak araştırmadan elde edilen sonuçların net bir şekilde yansıtılmasının dış geçerliliğe katkı sağladığı düşünülmektedir.

Araştırmada güvenilirliği sağlama noktasında veriler MAXQDA programı ile analiz edilmiş olup, kodlama işlemleri farklı zamanlarda olmak üzere 4 kez tekrarlanmıştır. Kodlamalar arasında yaklaşık 1-2 aylık süreler bırakılarak araştırmacının önceki kodlamalardan etkilenme durumu azaltılmaya çalışılmıştır. Böylece iç tutarlılık artırılmıştır. Her kodlama sürecinin ardından elde edilen bir önceki kodlarla benzerlik ve farklılıklar incelenerek örtüşen kodlar birleştirilmiş, ayrışması gereken kodlar yeniden düzenlenmiş ve gerekli görülen durumlarda yeni kodlar oluşturulmuştur. Bu sürecin sonunda kodlama şeması son haline gelmiştir. Ayrıca araştırmacı 14 hafta boyunca sürece doğrudan katılım sağlamış ve elde ettiği sonuçları katılımcı ifadeleriyle destekleyerek sunmuştur. Araştırmanın her aşamasında uzman görüşleri alınarak çalışma şekillendirilmiştir.

### 3.6.2. Nicel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik

Araştırmada kullanılan iki lek (TPAB-Mat ve DMTY) geçerlik-güvenirlik çalışmaları yapılmış lme araçlarıdır. Dolayısıyla bu araçların içerik ve yapı geçerliğini sağladığı söylenbilir. Ayrıca mevcut araştırmada hesaplanan Cronbach Alfa katsayıları ve anlamlı madde-toplam korelasyonları, ölçeklerin yapı geçerliğini desteklemektedir. Diğer taraftan ön test uygulaması ile son test uygulaması arasında 14 haftalık bir süre bırakılarak katılımcıların maddeleri hatırlama olasılığı azaltılmıştır. Böylece ölçümlerin geçerliğini güçlendirmek hedeflenmiştir. Araştırma öncesinde yapılan pilot çalışma ile lme araçlarının mevcut çalışma için uygulanabilirliği test edilmiştir. Pilot alışma sürecinde uygulama süresi, yönergelerin açıklığı, veri toplama sürecindeki olası olumsuzluklar önceden belirlenmiş ve gerekli önlemler alınmıştır. Böylece asıl uygulama süreci daha sorunsuz bir biçimde yrtlmştir. lme araçları standart yönergelere göre uygulanmış ve elde edilen veriler SPSS programı kullanılarak eksiksiz ve hatasız bir biçimde analiz edilmeye çalışılmıştır. Araştırmanın bulguları literatürdeki benzer çalışma sonuçları ile desteklenmiştir.

Araştırmada güvenirliği sağlamak için kullanılan lme araçlarının geçerli ve güvenilir olmasına dikkat edilmiştir. Kullanılan iki lme aracının güvenirliği iç tutarlılık katsayısı (Cronbach Alfa) ve madde-toplam korelasyonları ile incelenmiştir. Hem n testte hem de son testte yapılan analizler, lme araçlarının yüksek düzeyde iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Kullanılan lme araçlarıyla ilgili ayrıntılı bilgiler veri toplama araçları bölümünde sunulmuştur.

## BÖLÜM 4

### 4. BULGULAR

#### 4.1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin TPAB düzeylerine etkisi var mıdır?

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin TPAB düzeylerine etkisi olup olmadığını incelemek için TPAB-Mat ölçeği ön test- son test puanları karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4.1’de sunulmuştur.

**Tablo 4.1.** TPAB-Mat ölçeği ön test ve son test puanlarına ilişkin bağımlı örneklem t testi sonuçları

Değişken	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p	Cohen’s d
TPAB-Mat (son test-ön test)	27	43.66	35.84	6.33	26	p<.001	1.22

Bulgular öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu göstermektedir ( $t(26) = -6,33$ ;  $p < .001$ ). Ortalama fark 43,66 puan olup bu bulgu öğretmen adaylarının materyal geliştirme sürecinin TPAB seviyelerinde anlamlı bir artışa işaret ettiğini göstermektedir. Cohen’s d değeri 1.22 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme süreci sonunda TPAB seviyelerinde çok büyük düzeyde bir gelişme yaşadıklarını göstermektedir.

TPAB-Mat ölçeğinin “TB, AB, PB, PAB, TAB, TPB, TPAB ve BB” olmak üzere sekiz alt boyutu bulunmaktadır. Bu alt boyutlara ilişkin yapılan bağımlı örneklem t-testi bulguları Tablo 4.2’de sunulmuştur.

**Tablo 4.2.** TPAB-Mat ölçeğinin alt boyutlarına ilişkin fark puanlarının bağımlı örneklem t-testi ve etki büyüklüğü sonuçları

Boyut	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p	Cohen’s d
TB_fark	27	6.55	5.73	5.94	26	p < .001	1.14
PB_fark	27	7.70	7.32	5.47	26	p < .001	1.05
AB_fark	27	4.96	5.92	4.36	26	p < .001	.84
TPB_fark	27	5.04	5.53	4.73	26	p < .001	.91
TAB_fark	27	3.78	3.46	5.68	26	p < .001	1.09
PAB_fark	27	4.22	5.29	4.15	26	p < .001	.80
TPAB_fark	27	9.30	6.56	7.36	26	p < .001	1.42
BB_fark	27	2.11	4.58	2.39	26	.024	.46

Tablo 4.2’de TPAB-Mat ölçeğinin tüm alt boyutlarında ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu anlamlı farkın etki büyüklüğünü görmek için Cohen’s d değeri hesaplanmıştır. Cohen’s d formülü araştırma grubunun büyüklüğü 20’den fazla ise kullanılabilir (Lipsey & Wilson, 2001). Cohen’e (1998) göre d değeri 0.2 ise küçük; 0.5 ise orta; 0.80 ise büyük etki büyüklüğü şeklinde yorumlanır (Akt: Özsoy & Özsoy, 2013).

TPAB-Mat ölçeğinin Teknolojik Bilgi (TB) alt boyutunda ön test ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $t(26) = 5.94, p < .001$ ). Cohen's d değeri 1.14 olarak hesaplanmıştır. Bu etkinin güçlü düzeyde olduğu söylenebilir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının teknolojik bilgilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Pedagojik bilgi (PB) boyutuna, öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $t(26) = 5.47; p < .001$ ). Cohen's d =1.05 olarak hesaplanmış ve bu etkinin güçlü bir etki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının pedagojik bilgilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Alan Bilgisi (AB) boyutunda, öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $t(26) = 4.36; p < .001$ ). Cohen's d =.84 olarak hesaplanmış ve bu etkinin güçlü bir etki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının alan bilgilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB) boyutunda, öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $t(26) = 4.73; p < .001$ ). Cohen's d =.91 olarak hesaplanmış ve bu etkinin güçlü bir etki olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik bilgilerine katkı sağladığı söylenebilir.

Teknolojik Alan Bilgisi (TAB) boyutunda, öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $t(26) = 5.68 ; p < .001$ ). Cohen's d =1.09 olarak hesaplanmış ve bu etkinin güçlü bir etki olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının teknolojik alan bilgilerine katkı sağladığı söylenebilir.

Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) alt boyutunda, öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı olarak güçlü olduğu tespit edilmiştir ( $t(26)=4.15$ ;  $p < .001$ ). Cohen's  $d = .80$  olarak hesaplanmış ve bu etkinin büyük bir etki olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerine katkı sağladığı söylenebilir.

Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) boyutunda, öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı olarak güçlü olduğu tespit edilmiştir ( $t(26)=7.36$ ;  $p < .001$ ). Cohen's  $d = 1.42$  olarak bulunmuş ve bu etkinin büyük bir etki olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine önemli bir katkı sağladığı söylenebilir.

Bağlamsal Bilgi (BB) boyutunda, öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $t(26)=2.39$ ;  $p < .05$ ). Cohen's  $d = .46$  olarak hesaplanmıştır. Bu değer orta düzeyde bir etkiye işaret ettiği söylenebilir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının bağlamsal bilgilerine katkı sağladığı belirlenmiştir. Ancak bu artışın diğer alt boyutlara kıyasla daha sınırlı düzeyde olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin teknolojik pedagojik alan bilgisi seviyelerinde anlamlı bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. TPAB'ın tüm alt boyutlarında- TB, AB, PB, PAB, TAB, TPB, TPAB, BB- ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular artırılmış gerçeklik materyali tasarlama deneyimlerinin öğretmen adaylarının TPAB yeterliliklerini bütüncül bir biçimde desteklediğini göstermektedir.

#### **4.2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin dijital materyal hazırlama yeterliliklerine etkisi var mıdır?**

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinde dijital materyal hazırlama yeterlilikleri ön test - son test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını incelemek için Dijital Materyal Tasarımı Yeterlilikleri Ölçeği (DMTYÖ) kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının dijital materyal tasarımı yeterliliklerinin farklılaşma durumunu belirlemek için yapılan bağımlı örneklem t-testi bulguları Tablo 4.3'te sunulmuştur.

**Tablo 4.3.** DMTYÖ ön test - son test bağımlı örneklem t testi sonuçları

Değişken	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p	Cohen's d
DMTYÖ (son test- ön test)	27	29.6	18.4	8.35	26	p<.001	1.61

Tablo 4.3'te sunulan bulgulara göre öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir ( $t(26) = 8.35; p < .001$ ). Ortalama fark 29,6 puan olup bu bulgu öğretmen adaylarının materyal geliştirme sürecinde dijital materyal tasarımı yeterliklerinde anlamlı bir artışa işaret etmektedir. Cohen's d değeri 1.61 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme süreci sonunda Dijital materyal tasarımı yeterliklerinde çok büyük düzeyde bir gelişme yaşadıklarını göstermektedir.

Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri Ölçeğinde bulunan "Tasarım ve Geliştirme Yeterliği", "Teknik Yeterlik", "Teknopedagojik Yeterlik" ve "Uygulama ve Değerlendirme Yeterliği" alt boyutlarının ön test- son test bulguları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan bağımlı örneklem t-testi bulguları Tablo 4.4'te sunulmuştur.

**Tablo 4.4.** DMTYÖ alt boyutlara ilişkin bağımlı örneklem t testi ve etki büyüklüğü sonuçları

Boyut	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p	Cohen's d
TGY_fark	27	8.11	5.87	7.18	26	p < .001	1.38
TY_fark	27	9.59	4.56	10.93	26	p < .001	2.10
TPY_fark	27	7.26	7.41	5.09	26	p < .001	.98
UDY_fark	27	4.63	4.78	5.03	26	p < .001	.97

Tablo 4.4'te DMTYÖ'nün tüm alt boyutlarında ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. TGY boyutunda, öğretmen adaylarının son test puanlarında ön test puanlarına göre anlamlı bir artış olduğu belirlenmiştir ( $t(26) = 7.18; p < .001$ ). Cohen's d değeri 1.38 olarak hesaplanmıştır. Bu etkinin büyük düzeyde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının tasarım ve geliştirme yeterliğini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

TY boyutunda ön test ve son test puanları incelendiğinde son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizde bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ( $t(26) = 10.93; p < .001$ ). Cohen's d değeri 2.10 olarak hesaplanmıştır. Bu etkinin büyük düzeyde olduğu söylenebilir. Bu bulgu öğretmen adaylarının

artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde teknik yeterlik seviyelerinde büyük bir gelişme yaşandığını göstermektedir.

TPY boyutunda ise öğretmen adaylarının ön test ve son test puanları incelendiğinde son test puanlarının ön test puanlarından anlamlı biçimde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $t(26) = 5.09$ ;  $p < .001$ ). Cohen's  $d$  değeri .98 olarak hesaplanmıştır. Bu etkinin büyük düzeyde bir etki olduğu söylenebilir. Bu bulgu öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde teknopedagojik yeterlik seviyelerinde gelişme yaşadığını göstermektedir.

UDY boyutunda ise öğretmen adaylarının ön test ve son test puanları incelendiğinde son test puanlarının ön test puanlarından anlamlı biçimde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $t(26) = 5.03$ ;  $p < .001$ ). Cohen's  $d$  değeri .97 olarak hesaplanmıştır. Bu etkinin büyük düzeyde bir etki olduğu söylenebilir. Bu bulgu öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde uygulama ve değerlendirme yeterliği seviyelerindeki artışa işaret etmektedir.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinde dijital materyal tasarlama yeterlilikleri seviyelerinde anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir. Dijital materyal hazırlama yeterliğinin tüm alt boyutlarında (Tasarım ve Geliştirme Yeterliği, Teknik Yeterlik, Teknopedagojik Yeterlik ve Uygulama-Değerlendirme Yeterliği) ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular artırılmış gerçeklik destekli öğrenme deneyimlerinin öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama becerilerini bütüncül bir biçimde desteklediğini göstermektedir.

#### **4.3. Artırılmış gerçeklik materyali geliştirme süreci sonunda, öğretmen adaylarının dijital materyal hazırlama yeterlilikleri ile TPAB düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki var mıdır?**

Araştırmanın bu bölümünde öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi ile dijital materyal hazırlama yeterliği arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi yapılmadan önce DMTYÖ ile TPAB-Mat ölçeğine ait son test verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğini tespit etmek için çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiştir (Ek-9). TAB alt boyutu hariç her iki ölçeğe ait çarpıklık ve basıklık değerleri -1,5 ile +1,5 arasında değişmektedir. TAB alt boyutunda basıklık değeri 1,638 olarak tespit edilmiştir. Ancak bu değer  $N=27$  gibi küçük örneklerde sınırdan kabul edilebilir (Tabachnick & Fidell, 2013). Dolayısıyla verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Öğretmen adaylarının Dijital Materyal Tasarımı Yeterlilikleri ile TPAB'ları Arasında Pearson Korelasyon Tablosu Tablo 4.5'te sunulmuştur.

**Tablo 4.5.** Öğretmen adaylarının Dijital Materyal Tasarımı Yeterlikleri ile TPAB'ları Arasında Pearson Korelasyon Tablosu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.TGY	1												
2.TY	,697**	1											
3.TPY	,712**	,529**	1										
4.UDY	,647**	,495**	,879**	1									
5.DMTYÖ	,896**	,812**	,891**	,850**	1								
6.TB	,512**	,584**	,673**	,672**	,702**	1							
7.PB	,636**	,466*	,679**	,612**	,690**	,478*	1						
8.AB	,588**	,403*	,652**	,604**	,645**	,430*	,836**	1					
9.TPB	,713**	,593**	,825**	,794**	,840**	,656**	,608**	,544**	1				
10.TAB	,565**	,614**	,757**	,783**	,778**	,645**	,600**	,507**	,784**	1			
11.PAB	,716**	,513**	,798**	,680**	,781**	,547**	,850**	,852**	,786**	,642**	1		
12.TPAB	,639**	,586**	,802**	,721**	,791**	,752**	,715**	,713**	,820**	,760**	,810**	1	
13.BB	,660**	,423*	,596**	,530**	,640**	0,291	,805**	,702**	,548**	0,359	,820**	,566**	1

\*\*p<.01; \*p<.05; TGY: Tasarım ve Geliştirme Yeterliği; TY: Teknik Yeterlik; TPY: Teknopedagojik Yeterlik; UDY: Uygulama ve Değerlendirme Yeterliği; DMTYÖ: Dijital Materyal Tasarım Yeterliği; TB: Teknolojik Bilgi; PB: Pedagojik Bilgi; AB: Alan Bilgisi; TPB: Teknolojik Pedagojik Bilgi; TAB: Teknolojik Alan Bilgisi; PAB: Pedagojik Alan Bilgisi; TPAB: Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi; BB: Bağlamsal Bilgi.

Bu çalışmada korelasyon katsayısının yorumlanmasında;

$|r| < 0.40 \rightarrow$  Düşük düzeyde ilişki

$0.40 \leq |r| \leq 0.70 \rightarrow$  Orta düzeyde ilişki

$|r| > 0.70 \rightarrow$  Yüksek düzeyde ilişki

şeklinde bir değerlendirme yapılmıştır (Pallant, 2017).

Öğretmen adaylarının tasarım ve geliştirme yeterliği puanları ile teknolojik bilgi ( $r=0,512$ ;  $p<.01$ ), pedagojik bilgi ( $r=0,636$ ;  $p<.01$ ), alan bilgisi ( $r=0,588$ ;  $p<.01$ ), teknolojik pedagojik bilgi ( $r=0,713$ ;  $p<.01$ ), teknolojik alan bilgisi ( $r=0,565$ ;  $p<.01$ ), pedagojik alan bilgisi ( $r=0,716$ ;  $p<.01$ ), teknolojik pedagojik alan bilgisi ( $r=0,639$ ;  $p<.01$ ) ve bağlamsal bilgi ( $r=0,660$ ;  $p<.01$ ) puanları arasında orta düzeyde pozitif ilişki saptanmıştır. Öğretmen adaylarının tasarım ve geliştirme yeterliği puanları arttıkça, TPAB alt boyutlarından elde edilen puanlar da artmaktadır.

Öğretmen adaylarının teknik yeterliği puanları ile teknolojik bilgi ( $r=0,584$ ;  $p<.01$ ), pedagojik bilgi ( $r=0,466$ ;  $p<.05$ ), alan bilgisi ( $r=0,403$ ;  $p<.05$ ), teknolojik pedagojik bilgi ( $r=0,593$ ;  $p<.01$ ), teknolojik alan bilgisi ( $r=0,614$ ;  $p<.01$ ), pedagojik alan bilgisi ( $r=0,513$ ;  $p<.01$ ), teknolojik pedagojik alan bilgisi ( $r=0,586$ ;  $p<.01$ ) ve bağlamsal bilgi ( $r=0,423$ ;  $p<.01$ ) puanları arasında orta düzeyde pozitif ilişki saptanmıştır. Öğretmen adaylarının teknik yeterliği puanları arttıkça, TPAB alt boyutlarından elde edilen puanlar da artmaktadır.

Öğretmen adaylarının teknopedagojik yeterlik puanları ile teknolojik bilgi ( $r=0,673$ ;  $p<.01$ ), pedagojik bilgi ( $r=0,679$ ;  $p<.01$ ), alan bilgisi ( $r=0,652$ ;  $p<.01$ ), teknolojik pedagojik bilgi ( $r=0,593$ ;  $p<.01$ ), ve bağlamsal bilgi ( $r=0,596$ ;  $p<.01$ ) puanları arasında orta düzeyde pozitif ilişki; teknolojik alan bilgisi ( $r=0,757$ ;  $p<.01$ ), pedagojik alan bilgisi ( $r=0,798$ ;  $p<.01$ ), teknolojik pedagojik alan bilgisi ( $r=0,802$ ;  $p<.01$ ) puanları arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının uygulama ve değerlendirme yeterliği puanları ile teknolojik bilgi ( $r=0,672$ ;  $p<.01$ ), pedagojik bilgi ( $r=0,612$ ;  $p<.01$ ), alan bilgisi ( $r=0,604$ ;  $p<.01$ ), pedagojik alan bilgisi ( $r=0,680$ ;  $p<.01$ ), ve bağlamsal bilgi ( $r=0,530$ ;  $p<.01$ ) puanları arasında orta düzeyde pozitif ilişki; teknolojik alan bilgisi ( $r=0,783$ ;  $p<.01$ ), teknolojik pedagojik bilgi ( $r=0,794$ ;  $p<.01$ ), teknolojik pedagojik alan bilgisi ( $r=0,721$ ;  $p<.01$ ) puanları arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama yeterliği puanları ile pedagojik bilgi ( $r=0,690$ ;  $p<.01$ ), alan bilgisi ( $r=0,645$ ;  $p<.01$ ) ve bağlamsal bilgi ( $r=0,640$ ,  $p<.01$ ) puanları arasında orta düzeyde pozitif ilişki; teknolojik bilgi ( $r=0,702$ ,  $p<.01$ ), teknolojik pedagojik bilgi ( $r=0,840$ ;  $p<.01$ ), teknolojik alan bilgisi ( $r=0,778$ ;  $p<.01$ ), pedagojik alan bilgisi ( $r=0,781$ ;  $p<.01$ ) ve teknolojik pedagojik alan bilgisi ( $r=0,791$ ;  $p<.01$ ) puanları arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama yeterliği puanları arttıkça, TPAB alt boyutlarından elde edilen puanlar da artmaktadır.

Bu nicel bulgular öğretmen adaylarının aşağıda ifade edilen nitel bulgularıyla da desteklenmektedir.

Dijital materyal hazırlama yeterliliği ile teknolojik bilgi arasındaki ilişki ( $r=.702$ ;  $p<.01$ ) sürecin teknolojik yönüne ilişkin gelişime işaret etmektedir. Bu noktadaki öğretmen adaylarının ifadeleri şu şekildedir:

*“Unity'de nesnelere yerleştirmek başta çok karmaşıktı. Deneme yanılmayla çözmeye çalıştık.” (K4)*

*“Modeli telefona aktarmak için uygulama kurmak gerekiyordu, bu süreci tamamen biz yönettik.” (K19)*

*“Unity, Blippar gibi programları başta hiç bilmiyorduk ama zamanla çok şey öğrendik. Materyal üretmek teknoloji bilgisini de artırdı.” (K6)*

*“Blippar ve UniteAR ilk başta çok karmaşık geldi ama kullandıkça nasıl çalıştığını çözmeye başladım.” (K11)*

*“Daha önce bu tarz uygulamaları hiç kullanmamıştım, ama şimdi rahatlıkla sunum yapabiliyorum.” (K24)*

Dijital materyal hazırlama yeterliliği ile pedagojik bilgi arasında anlamlı ilişkiye ( $r=.690$ ;  $p<.01$ ) yönelik öğretmen adaylarının ifadeleri şu şekildedir:

*“Bir materyali sadece teknolojik olarak değil, öğrencinin seviyesine göre anlatmayı da planlamak gerekiyordu.” (K19)*

*“Materyali sınıfta nasıl uygulayacağımı, öğrencilerin ilgisini nasıl çekerim diye düşündüm.” (K18)*

*“Etkinliği tasarlarken, öğrencinin aktif katılımını nasıl sağlayacağımı da düşündüm.” (K2)*

*“Kazanıma ulaşabilmek için sadece görsel sunmak yetmiyor, öğrenci ne yapacak onu da planlamalıyız.” (K8)*

*“Materyali sınıfa uygun hale getirmek için grup çalışması olarak planladım.” (K21)*

Dijital materyal hazırlama yeterliliği ile AB arasındaki ilişki ( $r=.645$ ;  $p<.01$ ), adayların konuyu sadece teorik değil, uygulamaya dönük düşündüklerini göstermektedir.

*“Öğrencinin konuyu anlaması için neyi vurgulamam gerektiğini düşündüm. Bu da alan bilgimi daha dikkatli kullanmamı sağladı.” (K15)*

*“Matematiksel kavramı dijital ortamda gösterebilmek için kendim de önce iyi anlamalıydım.” (K15)*

*“Bazı konular için AR kullanmak zor oldu çünkü konunun mantığını iyi kavramamız gerekiyordu.” (K22)*

*“Konu iyi anlaşılmadıysa AR hiçbir işe yaramaz, önce biz konuyu çok iyi bilmeliyiz.” (K23)*

*“Alan bilgimiz arttıkça hangi konulara AR uyarlanabilir daha rahat karar verdik.” (K12)*

*“Üç boyutlu şekillerin açınımlarını göstermek için matematiksel mantığı çok iyi kurmak gerekiyor.” (K1)*

Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik bilgileri ile dijital materyal hazırlama yeterliliği arasında çok yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $r=.840$ ;  $p <.01$ ). Bu noktada öğretmen adayları, artırılmış gerçeklik içerikli dijital materyal hazırlarken teknolojik pedagojik bilgilerini nasıl kullandıklarını şu şekilde ifade etmektedir:

*“Teknolojiyle hazırladık ama pedagojik olarak ne kadar etkili olur, bunu da tartıştık.” (K26)*

*“Öğrencinin ilgisini çeker mi, nasıl yönlendiririm, bu tarz pedagojik kararları da teknolojik süreçte düşündüm.” (K24)*

*“Materyali hazırlarken pedagojik olarak nasıl sunacağımı da düşünmek zorunda kaldım. Sadece teknolojiyle ilgilenmek yetmiyordu.” (K1)*

*“AR kullanırken pedagojik olarak ne zaman müdahale ederim, ne zaman öğrenciyi serbest bırakırım bunu tartıştık.” (K17)*

*“Her ne kadar teknolojiyle uğraşsak da sınıf yönetimini unutamayız, bu ikisini birleştirdik.” (K25)*

*“Uygulama planlarken hem hangi uygulamayı kullanacağımızı hem de nasıl yönlendireceğimizi birlikte düşündük.” (K3)*

Teknolojik alan bilgisi ile dijital materyal tasarlama yeterliği arasında güçlü korelasyona ( $r=.778$ ;  $p<.01$ ) ilişkin veriler öğretmen adaylarının aşağıdaki ifadeleri ile desteklenmektedir:

*“GeoGebra ile konuyu anlatırken, teknolojiyi içeriğe hizmet edecek şekilde kullandık. Görsel olarak daha anlaşılır hale getirdik.” (K10)*

*“AR materyalinde konuyu tam olarak anlatabiliyor muyuz diye sürekli içerik kontrolü yaptık.” (K10)*

*“İçeriğe uygun model bulmak zorlayıcıydı, bu yüzden bazen konuya uygun teknoloji aradık.” (K6)*

*“Oran orantı konusunu anlatmak için karakterlerin boylarını AR ile karşılaştırmalı gösterdik.” (K4)*

*“Geometri konularını AR ile anlatırken öğrencinin gözünde şekli canlandırmak çok daha kolay oldu.” (K7)*

*“Teknolojiyi, konuyu anlatan bir araç olarak kullanmamız gerektiğini anladım.” (K14)*

Dijital materyal hazırlama yeterliliği ile pedagojik alan bilgisi arasında anlamlı ilişkiye ( $r=.781$ ;  $p<.01$ ) yönelik öğretmen adaylarının ifadeleri şu şekildedir:

*“Kazanıma uygun materyal oluşturmak için önce neyi öğreteceğimi çok net anlamam gerekti. Bu da dersin pedagojik yönünü daha çok düşündürdü.” (K13)*

*“Kazanımı düşünmeden materyali oluşturunca eksik kalıyor. Önce kazanımı belirledik.” (K12)*

*“Konunun ne kısmını öğrencinin keşfetmesini istiyoruz, bunu AR ile destekledik.” (K17)*

*“Kazanıma hizmet etmeyen hiçbir etkinliğe yer vermemeye çalıştık, bu yüzden bazen konuyu sadeleştirdik.” (K13)*

*“Pedagojik olarak öğrencinin aşama aşama neyi öğrenmesi gerektiğini düşündük.”*  
(K16)

*“Konunun pedagojik sunumunu AR ile desteklemek için senaryolaştırma yaptık.”* (K20)

Yine benzer şekilde öğretmen adaylarının dijital materyal hazırlama yeterliği ile teknolojik pedagojik alan bilgileri arasındaki güçlü düzeyde ilişki ( $r = .791$ ;  $p < .01$ ) öğretmen adaylarının aşağıdaki ifadeleriyle desteklenmektedir:

*“Teknolojiyi seçerken içeriğe uygun olmasına da dikkat ettik. Aynı zamanda öğrencinin anlayacağı düzeyde olması için pedagojik tarafını da düşündük.”* (K9)

*“Her şeyin birbiriyle uyumlu olması gerektiğini bu süreçte fark ettik: konu, teknoloji ve öğrenci seviyesi.”* (K25)

*“Konunun içeriğine göre uygun teknoloji bulmak ve bunu derse uygun hale getirmek zaman aldı ama çok öğreticiydi.”* (K20)

*“Teknolojiyle içeriği birleştirmek kolay değildi, ama öğretim açısından gerekliydi.”*  
(K26)

*“Bu süreçte TPAB’ın ne olduğunu uygulamalı olarak öğrenmiş oldum diyebilirim.”*  
(K15)

*“Her şeyin dengede olması gerektiğini anladık: teknoloji, konu ve öğrenciye uygunluk.”*  
(K27)

Bağlamsal bilgi ile dijital materyal yeterliliği arasında anlamlı ilişki ( $r = .640$ ;  $p < .01$ ) öğretmen adaylarının gerçek yaşam bağlamlarını materyale entegre etme becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Bu noktada öğretmen adayları nicel verileri şu şekilde desteklemektedir:

*“AR materyalini günlük yaşamdan bir örnekle anlatmaya çalıştık. Bu, konunun öğrencide daha kalıcı olmasını sağladı.”* (K21)

*“Öğrencinin dikkatini çekmek için marketteki fiyat karşılaştırmaları gibi örnekler seçtik.”* (K6)

*“Günlük yaşamla bağlantı kurmaya çalıştık. Öğrenciye sadece bilgi değil, kullanım alanı da göstermek istedik.”* (K27)

*“İlköğretim öğrencilerinin hayatında kullanabileceği örnekler seçmeye özen gösterdik.”* (K22)

*“Öğrencinin hayatında kullanabileceği örnekler AR ile daha görünür hale geldi.”*  
(K14)

*Gerçek yaşamdan örnek vermek için günlük hayatta oran kullanılan bir sahne canlandırdık.”* (K7)

#### 4.4. İlköğretim matematik öğretmen adayları matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyallerini ders planlarına nasıl entegre etmektedir?

İlköğretim matematik öğretmen adayları ile gerçekleştirilen 14 haftalık eğitim sürecinde hem 8. haftada hem de 14. haftada adayların hazırladıkları ders planları incelenmiştir. Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyallerini ders planlarına nasıl entegre ettiklerine yönelik bulgular sunulmuştur.

**Tablo 4.6.** Öğretmen adayları tarafından hazırlanan ders planlarının öğrenme alanına göre dağılımı

Öğrenme Alanları	İlk ders planında	Son ders planında	Toplam	%
Sayılar ve İşlemler	5	6	11	68,75
Geometri ve Ölçme	2	2	4	25
Cebir	1		1	6,25
<b>Toplam</b>			16	100

Tablo 4.6 incelendiğinde öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarının %68,75'inin Sayılar ve İşlemler öğrenme alanında, %25'inin Geometri ve Ölçme öğrenme alanında, %6,25'inin Cebir öğrenme alanında olduğu tespit edilmiştir. Hazırlanan ilk ders planında 5 grup sayılar ve işlemler öğrenme alanını tercih ederken son ders planında 6 grup tercih etmiştir. Geometri ve ölçme öğrenme alanını ise ilk ve son ders planlarında 2'şer grup tercih etmiştir. Cebir öğrenme alanını ise 1 grup ilk ders planında tercih etmiştir. Son ders planında tercih eden herhangi bir grup olmamıştır. Türkiye'de "Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı" nda öğrenme alanları sayılar ve işlemler, geometri ve ölçme, cebir, veri işleme ve olasılık şeklinde 5 tane olduğu belirtilmektedir (MEB, 2018). Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları incelendiğinde hiçbir öğretmen adayının veri işleme ve olasılık öğrenme alanlarını tercih etmediği görülmektedir.

**Tablo 4.7.** Öğretmen adayları tarafından hazırlanan ders planlarının alt öğrenme alanı ve konu dağılımı

<b>Öğrenme Alanları</b>	<b>Alt Öğrenme Alanı</b>	<b>Konular</b>	<b>Gruplar</b>
<b>Sayılar ve İşlemler</b>	Doğal sayılar	İşlem önceliği Asal sayılar Bölünebilme Kuralları	G1-i G6-s G4-s
	Kesirler	Sadeleştirme Bir doğal sayıyı kesre bölme	G3-i G1-s
	Tam sayılar	Üslü ifadeler Tam sayılarda toplama çıkarma Üslü sayılarda denklik Mutlak değer	G4-i G3-s G6-s G8-s
	Rasyonel sayılar	Tanıma ve sayı doğrusu üzerinde gösterme	G5-i
	Yüzdeler	Bir sayıyı yüzde arttırma-azaltma	G2-s
	<b>Geometri ve Ölçme</b>	Geometrik Şekiller Üçgenler ve Dörtgenler	Üçgenlerin kenar özellikleri Üçgenlerin sınıflandırılması
Cisimlerin farklı yönden görünümü		Üç boyutlu cisimlerin iki boyutlu görünümünü çizme	G7-s
Dönüşüm Geometrisi		Öteleme	G8-i
<b>Cebir</b>	Doğrusal Denklemler	Koordinat sistemi	G2-i

Tablo 4.7’de öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlayarak entegre ettikleri ders planlarında en çok Sayılar ve İşlemler öğrenme alanında Tam Sayılar alt öğrenme alanını tercih ettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarının Sayılar ve İşlemler öğrenme alanında Doğal Sayılar, Kesirler, Tam Sayılar, Rasyonel Sayılar, Yüzdeler; Geometri ve Ölçme Öğrenme alanında, Geometrik Şekiller, Üçgenler ve Dörtgenler, Cisimlerin Farklı Yönden Görünümü, Dönüşüm Geometrisi; Cebir Öğrenme alanında Doğrusal Denklemler konularına ilişkin olduğu görülmüştür.

Sayılar ve İşlemler öğrenme alanında Doğal Sayılar alt öğrenme alanında İşlem Önceliği, Asal Sayılar, Bölünebilme Kuralları; Kesirler alt öğrenme alanında Kesirlerde Sadeleştirme Ve Bir Doğal Sayıyı Kesre Bölme; Tam Sayılar alt öğrenme alanında Üslü İfadelerde Kuvvetin Tek Çift Olması, Tam Sayılarda Toplama Çıkarma, Üslü Sayılarda Denklik ve Mutlak Değer; Rasyonel Sayılar alt öğrenme alanında Tanıma ve Sayı Doğrusu Üzerinde

Gösterme; Yüzdeler alt öğrenme alanında bir sayıyı yüzde arttırma-azaltma konularında artırılmış gerçeklik materyali ve ders planı tasarladıkları görülmektedir.

Geometri ve Ölçme öğrenme alanında Geometrik Şekiller alt öğrenme alanında Üçgenlerin Kenar Özellikleri, Üçgenler ve Dörtgenler alt öğrenme alanında Üçgenleri Kenar ve Açılı Özelliklerine Göre Sınıflandırma, Cisimlerin Farklı Yönden Görünümü alt öğrenme alanında Üç Boyutlu Cisimlerin Farklı Yönlerden İki Boyutlu Görünümlerini Çizme, Dönüşüm Geometrisi alt öğrenme alanında öteleme sonucundaki görüntülerini çizme konularında materyaller ve ders planları hazırladıkları görülmektedir. Cebir öğrenme alanında hazırlanan tek ders planı ise Doğrusal Denklemler alt öğrenme alanında koordinat sistemini tanıma ve sıralı ikilileri gösterme konusunda hazırlanmıştır.

**Tablo 4.8.** Öğretmen adaylarının ders planlarında sınıf düzeylerine ve öğrenme alanlarına göre artırılmış gerçeklik materyalini kullanma durumlarını gösteren dağılım

Sınıf düzeyleri	Öğrenme Alanları	f	%
<b>5. sınıf</b>	Sayılar ve İşlemler	1	6,25
	Geometri ve Ölçme	2	12,5
<b>6. sınıf</b>	Sayılar ve İşlemler	3	18,75
<b>7. sınıf</b>	Sayılar ve İşlemler	4	25
	Geometri ve Ölçme	1	6,25
<b>8. sınıf</b>	Sayılar ve İşlemler	3	18,75
	Geometri ve Ölçme	1	6,25
	Cebir	1	6,25
<b>Toplam</b>		16	100

Tablo 4.8 incelendiğinde öğretmen adaylarının sınıf seviyesine göre öğrenme alanı seçiminde 6,7 ve 8. sınıf için Sayılar ve İşlemler öğrenme alanının, 5. sınıf seviyesinde Geometri ve Ölçme Öğrenme alanının tercih edildiği gözlemlenmiştir. En fazla tercih edilen sınıf ve öğrenme alanı 7. sınıf seviyesinde Sayılar ve İşlemler öğrenme alanı olmuştur.

**Tablo 4.9.** Öğretmen adaylarının ders planlarında artırılmış gerçeklik materyallerini entegre ettikleri bölüm dağılımı

AG materyalinin entegre edildiği bölüm	İlk ders planında	Son ders planında
<b>Giriş</b>		
<b>Keşfetme</b>	G7, G8	G1, G8
<b>Keşfetme + Derinleştirme</b>		G7
<b>Keşfetme + Değerlendirme</b>		G6, G4
<b>Açıklama</b>		
<b>Derinleştirme</b>	G4, G6	
<b>Değerlendirme</b>	G1, G2, G3, G5	G2, G3, G5

Tablo 4.9 öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyalini 5E modelinin hangi aşamasında tercih ettiklerini göstermektedir. Buna göre öğretmen adayları ilk hazırladıkları ders planında çoğunlukla değerlendirme bölümünde artırılmış gerçeklik materyali kullanmayı tercih

ederken son hazırladıkları ders planlarında en çok keşfetme aşamasını tercih etmiştir. Son hazırlanan ders planlarında öğretmen adaylarının tercih ettikleri bölümlerin çeşitlendiği görülmektedir. İlk ders planında birden fazla yerde artırılmış gerçeklik materyali kullanılmazken ikinci ders planlarında G4 ve G6 keşfetme ve değerlendirme aşamasında G7 ise keşfetme ve derinleştirme aşamasında kullanmıştır. Öğretmen adayı gruplarından hiçbiri ne ilk ders planında ne de son ders planında giriş ve açıklama kısımlarını tercih etmemiştir.

**Tablo 4.10.** Öğretmen adaylarının ders planında artırılmış gerçeklik materyalini tercih etme amaçlarını gösteren dağılım

Grup	İlk ders planında tercih etme amacı	Son ders planında tercih etme amacı
1. Grup	Motivasyon, Dikkat Çekme	Kavramsal Öğrenme Dikkat Çekme Motivasyon
2. Grup	Motivasyon, Görselleştirme, Somutlaştırma	Motivasyon, Dikkat Çekme
3. Grup	Motivasyon, Dikkat Çekme	Dikkat Çekme, Motivasyon Kavramsal Öğrenme
4. Grup	Motivasyon	Kavramsal Öğrenme Dikkat Çekme ve Motivasyon
5. Grup	Motivasyon, Dikkat Çekme	Dikkat Çekme ve Motivasyon
6. Grup	Motivasyon	Dikkat Çekme ve Motivasyon
7. Grup	Motivasyon, Dikkat Çekme,	Anlamli ve Kalıcı Öğrenme Derinlemesine Düşünme ve Dikkat Çekme
8. Grup	Kavramsal Öğrenme, Görselleştirme, Motivasyon	Kavramsal Öğrenme

Tablo 4.10' da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının tamamı ilk ders planında artırılmış gerçeklik materyalini motivasyon, dikkat çekme amacıyla kullanmıştır. Sadece 8. grupta motivasyona ek olarak kavramsal öğrenme amacı da taşımaktadır. Ancak öğretmen adaylarının son hazırladıkları ders planları incelendiğinde kavramsal öğrenmeye yönelik bir eğilim olduğu dikkat çekicidir. Öğretmen adaylarının çoğunluğu (G1, G3, G4, G7, G8) son ders planlarında motivasyon ve dikkat çekmenin yanında kavramsal öğrenmeye katkı sağlayan ders planları hazırlamaya özen göstermişlerdir.

#### 4.5. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecindeki görüş ve deneyimleri nasıldır?

Bu bölümde öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine yönelik görüşleri ve deneyimlerine ait nitel bulgulara yer verilmiştir.

Araştırma kapsamında 8 gruptan veri toplanmasına rağmen bu bölümde karşılaştırmalı analizlerin daha derinlemesine yapılabilmesi için TPAB-Mat ölçeği son test verilerine göre

TPAB seviyeleri belirgin bir biçimde farklı olan üç grup (düşük = G5; orta=G4; yüksek = G1) seçilerek analiz gerçekleştirilmiştir. Nitel veriler öğretmen adayları ile yapılan yüz yüze görüşmeler ve 14 hafta boyunca toplanan günlüklerden elde edilmiştir. Nitel verilerin analizinde MAXQDA, elde edilen verilerin görselleştirilmesinde R Studio programı kullanılmıştır. Nitel bulgular tematik analiz ele alınmış ve yapılan analizler sonucunda ortaya konan bulgular 4 tema altında toplanmıştır. Bu temalar şu şekildedir:

“Artırılmış Gerçeklik Materyali Geliştirme Süreci TPAB Deneyimleri”,

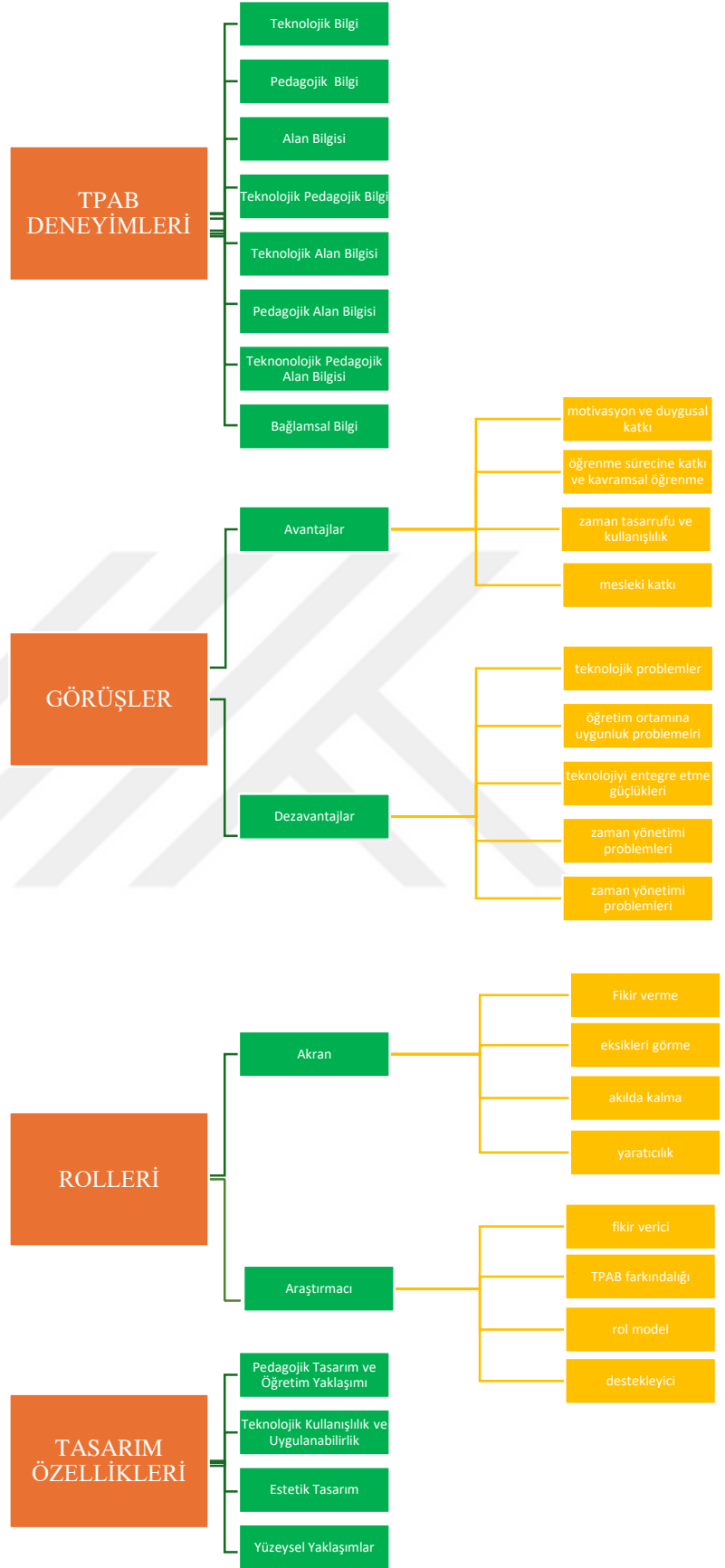
“Artırılmış Gerçeklik Materyali Geliştirme Süreci Görüşleri”,

“Artırılmış Gerçeklik Materyali Geliştirme Süreci Roller”,

“Artırılmış Gerçeklik Materyali Geliştirme Süreci Tasarım Özellikleri”.

Tümevarımsal ve tümdengelimsel analiz sonucunda elde edilen nitel bulguları (kod, kategori, tema) bütüncül bir biçimde ortaya koymak amacıyla hazırlanan kod haritası Şekil 4.1’de sunulmuştur.

# Artırılmış Gerçeklik Materyali Tasarlama Süreci

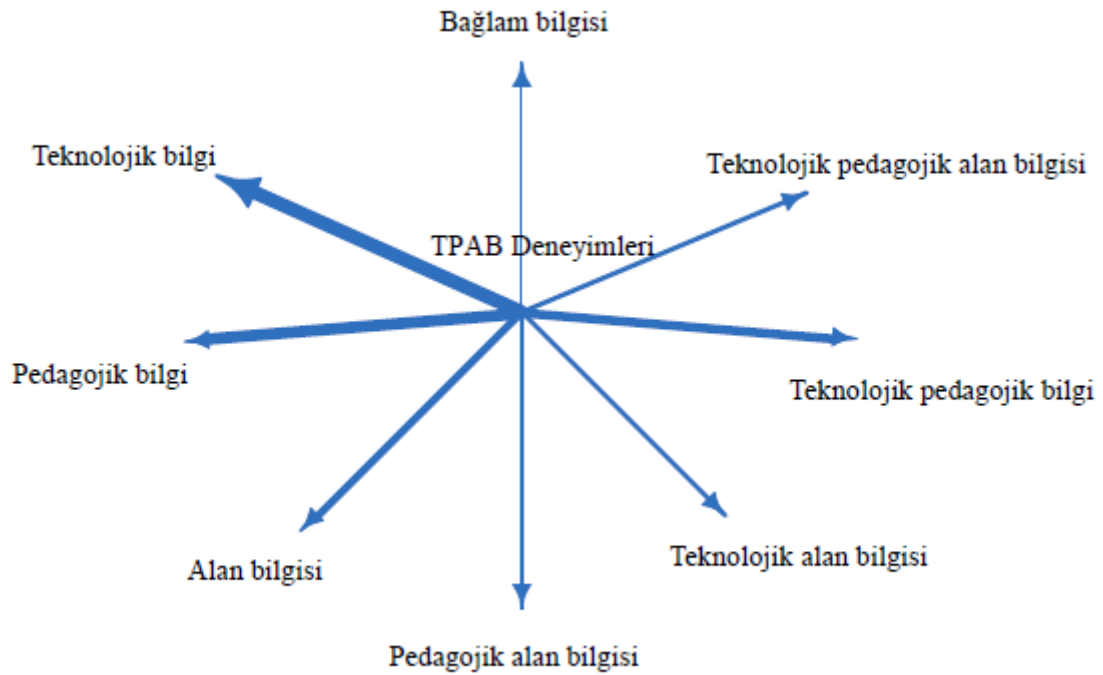


Şekil 4.1. Tematik analiz kod haritası.

Şekilde 4.1’de tematik analiz ifade edilirken analizin yönüne dikkat edilmiştir. Yeşil renkli ifadeler kategorileri ve turuncu renkli ifadeler ise temaları göstermektedir. Kodlardan kategorilere, kategorilerden temalara geçildiğini ifade etmek için büyük ve küçük harfler kullanılmıştır. (TEMA- Kategori- kod).

#### 4.5.1. Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde TPAB deneyimlerine ilişkin bulgular

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde TPAB deneyimlerine yönelik tümdengelsel analiz sonucunda Şekil 4.2’de sunulan kategoriler oluşturulmuştur.



Şekil 4.2. TPAB deneyimi teması ve kategorileri

Öğretmen adaylarının “Artırılmış Gerçeklik Materyali Tasarlama Süreci TPAB Deneyimleri” temasına ait kategoriler Şekil 4.2’de sunulmuştur. Ok kalınlıkları ilgili kodların görülme sıklığını (frekansını) ifade etmektedir.

Şekil 4.2’de ilköğretim matematik öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama süreci boyunca edindikleri TPAB deneyimleri sunulmaktadır. Öğretmen adaylarının 14 hafta boyunca her ders sonrasında doldurdukları günlük formlar ve süreç sonunda yapılan grup görüşmelerinden elde edilen verilerde ifade ettikleri TPAB deneyimlerine ait kategori ve söylemleri teknolojik bilgi, pedagojik bilgi, alan bilgisi, teknolojik pedagojik bilgi, teknolojik

alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi, teknolojik pedagojik bilgi ve bağlam bilgisi şeklindedir. Öğretmen adaylarının ifadelerinde en çok teknolojik bilgi ve pedagojik bilgi bileşenlerini vurguladıkları görülmektedir. Ayrıca teknolojik pedagojik bilgi ve alan bilgisi deneyimlerine ilişkin katılımcı ifadeleri de oldukça fazladır. Bunun yanında teknolojik pedagojik alan bilgisi ve teknolojik alan bilgisi kategorisine ilişkin çok fazla katılımcı ifadeleri de bulunmaktadır. Öğretmen adayları bağlam bilgisi bileşenine diğer kategorilere göre daha az yer vermiştir. Bu noktada öğretmen adaylarının görüşleri doğrudan ifadelerle aşağıda desteklenmektedir.

### **Teknolojik Bilgiye İlişkin Söylemler**

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde TPAB deneyimine yönelik en fazla bahsettikleri kategori teknolojik bilgi olmuştur. Örneğin teknolojik bilgisinin arttığını Gü7\_K9 “*Teknoloji bilgimi arttırdı çünkü yeni bir uygulama ve 3D siteleri öğrenmiş oldum. Bunları nasıl kullanabileceğimi öğrendim.*” şeklinde ifade ederken Gü5\_K14 “*GeoGebra AR kullanmayı öğrendim ve çeşitli AR uygulamalarının varlığından da haberdar oldum. Bu sebeple benim için faydalıydı.*” şeklinde ifade etmektedir. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde teknolojik uygulamalar öğrendiğini ve sürecin TPAB deneyimlerine katkısını Gü5\_K25 “*Derslerimde kullanabileceğim farklı AR uygulamalarını öğrendim. Farklı ve dikkat çekici program olmaları açısından benim teknolojik bilgime fayda sağladı*” şeklinde ifade etmiştir. Benzer biçimde bu dersin öncesinde artırılmış gerçeklik uygulamalarından haberdar olmadığını ve nasıl kullanılacağını bilmediğini ifade eden Gü10\_K14 “*Dersin öncesinde GeoGebra AR veya derste gördüğümüz çeşitli uygulamalardan haberdar değildim ve epistemolojik zorluğa sahip kavramların bu uygulamalar sayesinde daha anlaşılır hale getirilebileceğini öğrendim.*” diyerek artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinin teknolojik bilgisine katkısını dile getirmektedir.

### **Pedagojik Bilgiye İlişkin Söylemler**

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde TPAB deneyimine yönelik en fazla bahsettikleri ikinci kategori pedagojik bilgi olmuştur. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinin öğretmen adaylarının pedagojik bilgisine katkısı noktasında öğrenci bilgisine yönelik olarak Gü3\_K26 “*Öğrencilerin asal sayılarda zorlanabileceklerini ve asal sayıların klasik yolla anlatılmasının sıkıcı olabileceğini fark ettim.*” ifadesini kullanmaktadır. Benzer biçimde Gü4\_K8 “*Öğrencinin neyi nasıl bildiğini tahmin etmenin ya da bilmenin önemini anladık. Öğrencinin karıştırabileceği, bilmediği ya da yanlış bildiği şeylerin önemini tekrar farkına vardık.*” ifadesiyle sürecin öğretmen adaylarının

pedagojik bilgilerine katkı sağladığı söylenebilir. Ayrıca materyal tasarımı noktasında farkındalıklarının arttığını ifade eden Gü8\_K3 “*Öğrencilerin seviyesine uygun materyal hazırlamak, öğrencilerin öğrenme sürecini daha etkili hale getirir ve derse olan ilgiyi artırır.*” diyerek materyal tasarımında öğrenci seviyesinin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Yine materyal hazırlama noktasında dersin katkısına işaret eden Gü8-K9 “*Bir materyal tasarlarken dikkat etmem gereken kavramları, noktaları tekrarlamış olduk. Materyal tasarımı açısından faydalı bilgilerin olduğu bir dersti.*” diyerek derslerin pedagojik bilgisine katkısını ifade etmiştir. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde pedagojik bilgiye yönelik olarak dersin kavram yanlışlarına dikkat çekme noktasındaki katkısını Gü10-K8 “*Yapılan kavram yanlışları ile öğrencinin yapabilecekleri hatalara değinmek faydalı oldu. Bu sayede öğretim aşamasında nelere dikkat etmeliyiz gibi sorulara cevap bulabildik.*” şeklinde dile getirmektedir. Diğer bir katılımcı Gü1\_K15 “*Okulda çok boyutlu uygulamaları eğitime entegre edebileceğimizin yolları olduğunu öğrendim.*” diyerek sürecin öğretim bilgisine katkısını ifade etmiştir. Yine benzer şekilde Gü11-K14 “*Öğrencinin anlama bilgisi açısından yoğun bir ders planının verimsiz olabileceği kanısına vardık.*” ifadesiyle ders planının nasıl olması gerektiği hakkında fikir edindiğini dile getirmektedir. Gü12\_K8 derste yapılan örneklerin öğretim bilgilerine katkı sağladığını “*Yer verilen konularda neler yapılabileceğini öğrendik. Farklı fikirler görmek bizim için faydalı oldu diyebilirim. Bu örnekler sayesinde meslek hayatımızda kullanabileceğimiz öğretim yöntemleri gördük diyebilirim.*” şeklinde belirtmiştir.

### **Alan Bilgisine İlişkin Söylemler**

Öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinin alan bilgilerine katkı sağladığını ifade etmektedir. Bu noktada bu bölümde alan bilgisine yönelik doğrudan ifadelere yer verilmiştir. Örneğin Gü10\_K14 “*Yüzdelerin hem 5 hem 6.sınıfta olması, kesirlerin 6.sınıfa kadar ilkokul kademesinden itibaren öğretilmesi hakkında konuştuk*” ifadesiyle öğretim sürecinde ele alınan konularda alan bilgisine yönelik farkındalık kazandığını belirtmiştir. Benzer biçimde Gü12\_K26 “*Üç boyutlu cisimlerin görünüşlerinin 7.sınıf olduğunu ve mutlak değerinin 6.sınıf olduğunu öğrendim.*” diyerek sürecin öğretmen adayının müfredat bilgisine katkısını ifade etmektedir. Ders kapsamında araştırmacı tarafından sunulan örneklerde yer alan kazanımlardan birine yönelik Gü6\_K2 “*Yamuğun alanının paralelkenarın alanından bulunduğu müfredatta yer aldığını öğrendim.*” ifadesiyle sürecin alan bilgisine katkı sağladığını belirtmektedir. Benzer şekilde başka bir katılımcı Gü5\_K9 “*Yamuk örneği üzerinden müfredatta ne kadar alan kapladığını ve hangi sınıfta hangi bilgilerin verilmesi gerektiğini öğrenmiş olduk.*” diyerek sürecin alan bilgisine katkı sağladığını ifade etmektedir.

## Teknolojik Pedagojik Bilgiye İlişkin Söylemler

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde TPAB deneyimine yönelik en fazla bahsettikleri üçüncü kategori teknolojik pedagojik bilgi olmuştur. Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik bilgi deneyimlerine yönelik Gü1\_K14 “*Öğrencinin dikkatini çekmesi açısından çok önem arz eden bir materyal öğrendik. Bu materyali kullanmak öğrencilerin daha iyi anlamasına olanak sağlayacaktır diye düşünüyorum.*” ifadesi ile uygulamanın öğrencilere katkı sağlayacağını düşündüğünü ifade etmektedir. Benzer düşünceyi Gü1\_K1 “*Öğrencinin dikkatini çekebilecek yeni uygulamalar ve yöntemler öğrendim. Öğrencinin dikkatini çektiği için ve eğlendirerek öğrettiği için kalıcı öğrenmeyi destekleyeceğini düşünüyorum*” şeklinde belirtmektedir. Bu noktada G4-K9 “*Teknolojiyi nasıl entegre edebileceğimizi bilmiyorduk. Artık UniteAR ı şu konuda şöyle kullanabilirmişim. Ya da bana kolaylık sağlayabilirmiş diyebiliyoruz yani.*” diyerek sürecin teknoloji entegrasyonuna katkısını ifade etmektedir. Kullanılan teknolojilerin öğretim sürecine katkısı noktasında Gü4\_K14 “*Bugünkü ders öğretim bilgim açısından faydalıydı. Derste gördüğümüz etkinlik, içine eklenebilecek ipucu ve dönütler sayesinde daha etkili bir öğretim yapılabileceğini gösteriyordu. Ayrıca buluş yolu stratejisi için de çok kapsamlı şeyler hazırlanabilir.*” ifadesiyle sürecin teknolojik pedagojik bilgiye katkısını ifade etmektedir. Kullanılan artırılmış gerçeklik teknolojilerinin karşılaştırmasını yapan Gü7\_K5 “*Bugüne kadar birçok uygulamada Karekod okutup bir etkinlik üzerinde durmayı görmüştük. Bu uygulama üzerinde ise direkt bir görselin okutulup bu şekilde bir uygulama yapıldığının ilk defa gördüm. Bu da oldukça ilgi çekici ve çocuğun daha çok dikkatini çekebilir diye düşünüyorum. Bir karekod okutmaktansa bu şekilde bir resmi okuyup yönlendirme yapması hem daha gerçekçi hem de daha ilgi çekici olur diye düşünüyorum.*” diyerek hangi uygulamanın öğrenci için etkili olabileceği hakkında fikrini dile getirmektedir. Başka bir katılımcı Gü3\_K2 “*Öğrencinin farklı öğrenme alanlarındaki seviyesini çeşitli uygulamalarla görebileceğimizi fark ettim. Örneğin bu derste yüzdelerle ilgili öğrencilerin seviyesini ölçebilecek bir etkinlik oluşturduk.*” şeklinde sürecin katkısını dile getirirken memnuniyetini dile getiren Gü2\_K1 “*Bu uygulamaları kesinlikle dersimde kullanmak isterim. Eğlenceli bir öğretim süreci için bu uygulamalar çok faydalı. O üç boyutlu cisimleri zihinde canlandırmakta zorlanan öğrenciler için faydalı olacağını düşünüyorum. Teknoloji çağında yetişen yeni nesil için uygun olduğunu düşünüyorum*” ifadesiyle teknolojik pedagojik bilginin işlevselliğine vurgu yapmaktadır.

## **Teknolojik Alan Bilgisine İlişkin Söylemler**

Öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinin teknolojik alan bilgisi deneyimlerine katkı sağladığını ifade etmektedir. Bu noktada Gü9\_K5 *“Teknolojik açıdan aynı kazanımın farklı uygulamalarını nasıl yapabileceğimizi gördük, teknolojik olarak bir uygulama yapmak için birden fazla seçenek olduğuna şahit olduk ve oldukça faydalı oldu.”* ifadesiyle sürecin teknolojik alan bilgisine katkısını dile getirmektedir. Benzer şekilde Gü9\_K5 *“Kesirler ve yüzdeler eğitimini yaparken tek düze değil de oyunlar ve teknolojik kurgular etrafında bunu nasıl yapabileceğimizi gördük ve tartıştık o açıdan yararlı oldu.”* diyerek deneyim sürecindeki teknolojik pedagojik bilgi bileşenini ifade etmektedir. Başka bir katılımcı olan Gü9\_K27 *“Yapılan programlarda kesirlerde bölme ve yüzdeler konusu işlenmişti. Bu konuları zaten biliyoruz fakat teknolojide kullanmayı görmek faydalı oldu.”* diyerek alan bilgisine teknolojiyi nasıl entegre edeceğini öğrendiğini belirtmektedir. Geometri derslerine teknoloji entegrasyonunu öğrendiğini ifade eden Gü2\_K2 bu durumu *“Geometri derslerinde görselleştirmeyi artırmak için bu uygulamaları kullanabileceğimizi öğrendim.”* şeklinde ifade etmektedir. Benzer şekilde Gü9\_K1 *“Blippar uygulamasını matematiğe nasıl entegre edebilirim sorusuna yanıt buldum. Yeni bir uygulama daha öğrenmiş oldum. Matematiği anlamayı kolaylaştırdığını düşünüyorum. Ben de kullanırdım.”* diyerek artırılmış gerçeklik uygulamasını matematiğe entegre etmeyi öğrendiğini belirtmiş ve memnuniyetini dile getirmiştir. Bu tarz teknolojik uygulamaların sadece geometri için kullanıldığını düşünen Gü3\_K2 *“UniteAR gibi uygulamalarla genellikle geometri alanında etkinlikler oluşturulur diye düşünüyordum fakat sayılar, cebir, yüzdeler vb. konularda da etkinlik oluşturabileceğimizi gördüm.”* diyerek sürecin teknolojik alan bilgisine katkısını dile getirmiştir.

## **Pedagojik Alan Bilgisine İlişkin Söylemler**

Öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinin pedagojik alan bilgisi deneyimlerine katkı sağladığını ifade etmektedir. Örneğin Gü5\_K8 *“Öğretim bilgisi açısından ufukumuzu açan bir dersti. Aslında kullandığımız uygulama sayesinde biz bile neyin nereden geldiğini tekrar deneyerek öğrendik diyebilirim. Öğretim yaparken nerelere vurgu yapılmalı, nelere dikkat edilmeli bunları da pekiştirdik.”* ifadesiyle sürecin katkısına dikkat çekmektedir. Benzer şekilde Gü6\_K9 *“İspatların nereden geldiğini ve formülleri öğrencilere keşfettirebilmek için oldukça olumluydu.”* diyerek yapılan uygulamaların öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerine katkısını ifade etmektedir. Matematik eğitiminde materyal hazırlarken dikkat edilmesi gerekenler noktasında geliştiğini ifade eden Gü8\_K2 *“Matematikte*

*materyal oluşturma ile ilgili dikkat edilmesi gerekenleri öğrendim.”* diyerek sürecin katkısını ifade etmektedir. Bir diğer katılımcı olan Gü\_K14 *“Bu derste öğrencilere yüzde, kesir ve ondalık gösterimleri birbirine dönüştürme konularını anlatmadan önce onların başka konulardaki bilgilerini, hazır bulunuşluklarını ölçmemiz gerektiğini gördük. Hazırladığımız etkinliklerin hangi bilişsel türe girdiğini gerekçelendirmemiz gerektiği hakkında konuştuk.”* ifadesiyle sürecin pedagojik alan bilgisine katkısını belirtmektedir.

### **Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisine İlişkin Söylemler**

Öğretmen adayları, artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinin teknolojik pedagojik alan bilgilerine katkı sağladığını ifade etmektedir. Örneğin Gü5\_K5 *“Bugünkü dersimizde 5. Sınıf yamukla ilgili kazanımı inceledik. O kazanımı işlerken nasıl şekilde işleyeceğimiz konusunda bilgi aldık. Geometrik şekilleri somutlaştıracak uygulamalar bilgilendiriciydi.”* diyerek derste araştırmacı tarafından yapılan örnek etkinliğin teknolojik pedagojik alan bilgisine katkısını ifade etmektedir. Bir diğer katılımcı olan Gü2\_K2 *“Öğrencilere çemberin tanımını açıklarken GeoGebra sayesinde bu tanımları görsel bir şekilde de aktarabileceğimi gördüm. Kenarlarına göre üçgenlerin çizimini çemberler sayesinde öğrencilerime de yaptırabileceğimi fark ettim.”* ifadesiyle geometri alanında teknolojiyi nasıl kullanabileceğini fark ettiğini ifade etmektedir. Benzer şekilde Gü1\_K9 *“Aslında zor gibi gelen karmaşık soruları sormakta çekindiğimizi çünkü öğrencinin bunu yapamayacağını düşündüğümüzü fark ettim. Ancak gördüğümüz örneklerle aslında bunu AR uygulamalarıyla somutlaştırdığımızda oldukça basit ve eğlenceli etkinliklere çevirip öğrencilerin daha kolay anlayabileceği hale getirebileceğimizi öğrendim.”* diyerek sürecin katkısını özetlemektedir. Gü7\_K3 *“RoAr uygulamasıyla kesir sıralamasını somutlaştırmak, soyut matematiksel kavramları görsel hale getirerek anlatmayı kolaylaştırır. Bu tür uygulamalar, soyut konuları daha anlaşılır hale getirir ve problem çözme sürecini kolaylaştırır.”* diyerek soyut konuları teknolojiyle somutlaştırmanın önemini vurgulamaktadır.

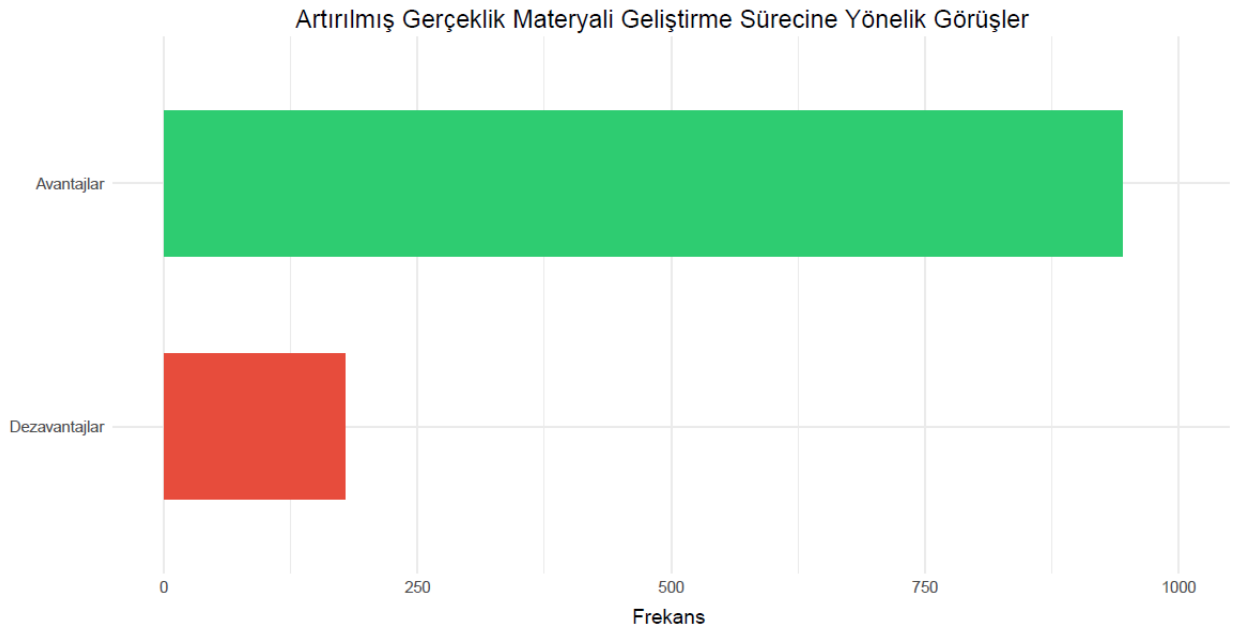
### **Bağlam Bilgisine İlişkin Söylemler**

Öğretmen adayları, artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde en az yer verdiği TPAB deneyimi bağlam bilgisi olarak tespit edilmiştir. Bu noktada öğretmen adaylarının hazırladıkları artırılmış gerçeklik materyalini okul ortamında uygulamaya yönelik çekinceleri olduğu görülmüştür. Örneğin yapılan görüşmelerde G1\_K1 artırılmış gerçeklik materyallerinin avantajlarından bahsederken dezavantaj olarak sınıf koşullarını öne sürmektedir: *“Dezavantaj olarak da sınıf ortamındaki koşullar. Çocukların hepsinin kolay erişmesi.. mesela incelemek*

isterse çoğu çocuğun mesela altıncı sınıf yedinci sınıf, herkesin telefonu yok, tableti yok, interneti yok. O yüzden dezavantajı bu olabilir.” şeklinde bu dezavantajı ifade etmiştir. Benzer şekilde G4\_K9 “Yani o açıdan bence teknolojiyi kullanmak avantajlı bir şey ama şeyi düşünüyorum. Mesela biz hiç köy okuluna gitmedik, orada bunun ne kadar kullanabiliriz gibi onlar kafamda soru işareti oluyor” diyerek benzer kaygısını dile getirmektedir. Ancak hazırladığı artırılmış gerçeklik materyalini gerçek sınıf ortamında deneyimleme fırsatı bulan G1\_K15 “Belirli ana keşfedilecek kazanımlarda uygulanabilir ve okulun ortamı da uygunsu ki ben deneyimledim de yani yaptım” diyerek sınıf ortamında uygulanabilirliğini ifade etmiştir. Yine derste yapılan örnek uygulamalar doğrultusunda bağlamsal bilgisinin geliştiğini ifade eden Gü12\_K27 bu durumu “Üç boyutlu cisimlerin görünümü ve mutlak değer konularını derste nasıl işlememiz gerektiği konusunda, günlük hayata uyarlama konusunda verimliydi.” şeklinde belirtmektedir.

#### 4.5.2. Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine ilişkin görüşlerine ait bulgular

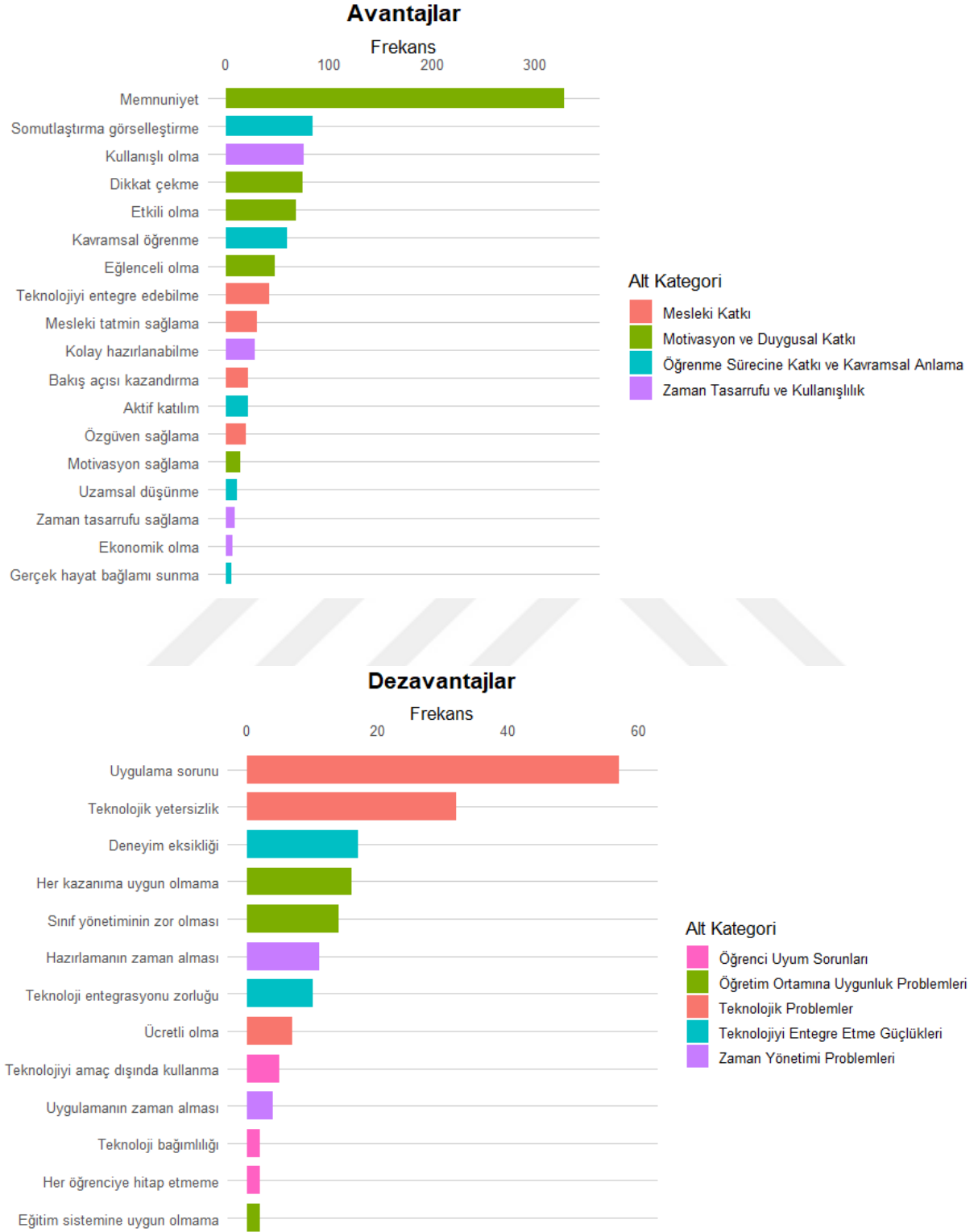
Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine yönelik görüşlerini içeren kategoriler ve frekansları Şekil 4.3’te sunulmuştur.



Şekil 4.3. Görüşler temasına yönelik kategoriler ve frekans

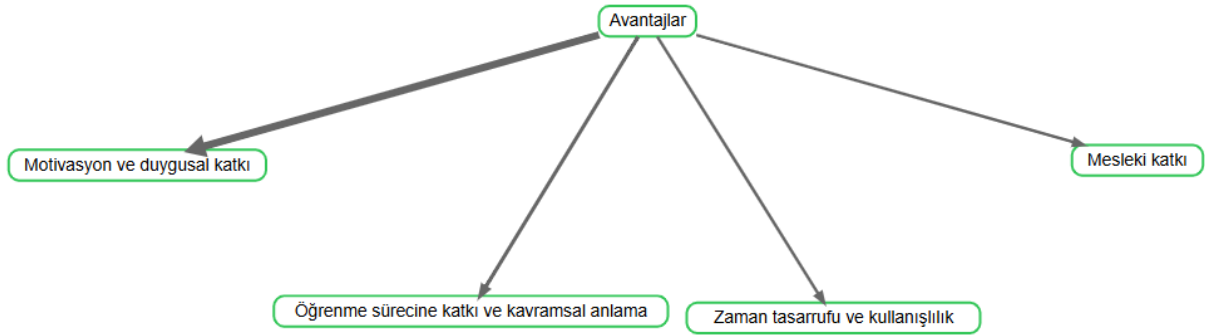
Öğretmen adaylarının, artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde yaşadıkları deneyim neticesinde avantajlara ilişkin ifadelerinin dezavantajlara ilişkin ifadelerle kıyasla beş

kat fazla olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının avantaj ve dezavantaj kategorilerinde ifade ettikleri kodlar ve frekansa ilişkin bulgular Şekil 4.4'te sunulmuştur.



Şekil 4.4. Artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecindeki görüşlere yönelik tema -kategori- alt kategori-kod ve frekansları

#### 4.5.2.1. Avantajlar

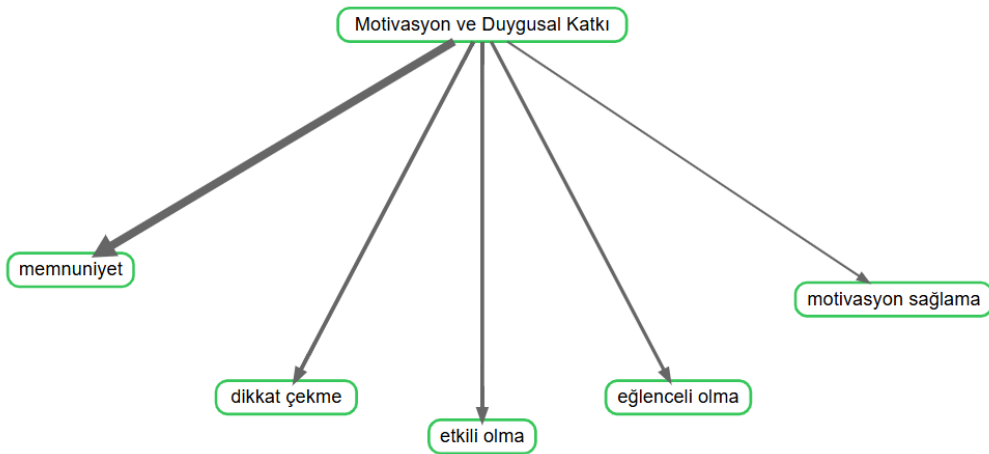


Şekil 4.5 Avantajlar kategorisi ve alt kategorileri

Şekil 4.5'te görüldüğü gibi öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde yaşadıkları veya kullanımında yaşayacaklarını tahmin ettikleri avantajlar dört kategoride sınıflandırılmıştır. Ok kalınlıkları ilgili alt kategorilerin görülme sıklığını (frekansını) ifade etmektedir. Bu kategoriler şu şekildedir: motivasyon ve duygusal katkı, öğrenme sürecine katkı ve kavramsal anlama, zaman tasarrufu ve kullanılışlılık, mesleki katkı. Öğretmen adaylarının en fazla ifade ettiği avantajın motivasyon ve duygusal katkı alt kategorisinde olduğu görülmektedir.

#### Motivasyon ve Duygusal Katkı

Öğretmen adaylarının motivasyon ve duygusal katkı kategorisinde ifade ettikleri kodlar sırasıyla memnuniyet, dikkat çekme, etkili olma, eğlenceli olma ve motivasyon sağlama olmak üzere beş kod ile açıklanmıştır.



Şekil 4.6. Motivasyon ve duygusal katkı alt kategorisi ve kodları

Şekil 4.6’da görüldüğü üzere motivasyon ve duygusal katkıya yönelik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinde matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik en fazla ifade ettikleri avantaj materyal kullanımından duydukları memnuniyet olmuştur. Şekildeki ok kalınlıkları ilgili kodların görülme sıklığını (frekansını) ifade etmektedir. Öğretmen adaylarının tamamı hem yazdıkları günlük formlarda hem de yapılan görüşmelerde artırılmış gerçeklik kullanımından memnuniyet duyduklarını ifade etmektedir. Örneğin Gü\_K8 “*Bugünkü bahsettiğimiz uygulamalar bence kolaylıkla okulda sınıflarımız da kullanabileceğimiz uygulamalardı. Öğrencilere farklılık kazandırmak bakış açılarını değiştirmek adına bence güzel uygulamalar. Öğrencileri geliştirebilen uygulamalar olabilir. Öğretmen olduğumda sınıflarımda kazanımlara uygun olarak da bu uygulamaları kullanmak isterim.*” diyerek sınıflarda artırılmış gerçeklik uygulamalarını kullanmak istediğini belirtmektedir. Benzer şekilde Gü2\_K25 “*Kullanılan uygulamalar genel olarak kullanılması kolay ve eğlenceli uygulamalardı. Kullanıldığında öğrencilerin dikkatini çeken hatta derse teşvik eden uygulamalardı. Ben de bu yüzden derslerimde kullanmak isterdim.*” diyerek uygulamaların kolay ve eğlenceli olması dolayısıyla öğrencilerin dikkatini çekeceğini belirterek memnuniyetini dile getirmekte ve derslerde kullanmak istediğini ifade etmektedir. Bir diğer katılımcı Gü9\_K9 “*Öğrencilerin daha aktif katılımını sağlayabilmek için oldukça güzel bir uygulama olduğunu düşünüyorum. İlgi çekici görseller, animasyon efektleri ekleyebilmemiz bu uygulamanın avantajı.*” ifadesiyle uygulamaların oldukça güzel ve dikkat çekici olduğunu belirtmiştir. Bu dikkat çekici uygulamaların derslerde kullanılması gerektiğini vurgulayan Gü12\_K25 “*UniteAR uygulaması matematik eğitimi için oldukça avantajlıdır. Teknoloji hayatımızın her yerinde olduğu için derslerde de kullanılması gerektiğini düşünüyorum.*” diyerek bu düşüncesini ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarının matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanıma dair en fazla ifade ettikleri bir diğer avantaj materyallerin öğrencilerin dikkatini çekmesidir. Bu noktada Örneğin Gü8\_K26 “*Blippar gibi uygulamalar sayesinde ders daha ilgi çekici ve kolay anlaşılabilir olacağından faydalı olabileceğini düşünüyorum*” ifadesiyle, Gü9\_K5 “*Dikkat çekme ve daha çok sanal gerçeklik sağlama açısından öğrenciler için oldukça avantajlı bir uygulama*” ifadesiyle uygulamaların dikkat çekici olduğunu belirtmektedir. Artırılmış gerçeklik uygulamalarının dikkat çekiciliğinin yanında kalıcı öğrenmeye de destek olabileceğini ifade eden Gü1\_K1 “*Öğrencinin dikkatini çekebilecek yeni uygulamalar ve yöntemler öğrendim. Öğrencinin dikkatini çektiği için ve eğlendirerek öğrettiği için kalıcı öğrenmeyi destekleyeceğini düşünüyorum.*” ifadesini kullanmaktadır. Matematik öğretiminde dikkat

çekmek için bu tarz uygulamaları öğrendiğini ifade eden Gü11\_K3 “*Bugünkü ders öğrencilerin hangi yöntemlerle daha iyi anlayabileceğini gözlemlememe olanak sağladı. Özellikle artırılmış gerçeklik, öğrencilerin dikkatini çekip anlamalarını kolaylaştırabilir diye düşünüyorum.*” diyerek bu avantajı vurgulamaktadır. Gü3\_25 “*Sıradan bir etkinlik yerine daha eğlenceli ve daha dikkat çekici birkaç etkinlikle matematik öğretimini daha renkli hale getirilebileceğini öğrendim.*” ifadesiyle matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik materyallerinin dikkat çekmede özelliğine değinmektedir.

Artırılmış gerçeklik materyallerinin matematik eğitiminde kullanımına dair öğretmen adaylarının ifade ettikleri bir diğer avantaj hazırlanan materyallerin eğlenceli olmasıdır. Özellikle öğrenciler tarafından zorlanılan bir ders olan matematik için dersin eğlenceli hale getirilmesi önemlidir. Bu noktada öğretmen adaylarından Gü3\_K25 “*Dersteki etkinliği telefondan açtığımda eğlendiğimi ve ortaokul öğrencisiyken bu tarz etkinliklerin olmasını isteyebileceğimi düşündüm. Özellikle yeni nesil teknolojinin içine doğduğu için bu tür etkinlikleri daha çok sevebileceğini fark ettim.*” diyerek Gü3\_K26 “*Teknolojik materyallerle öğretimin daha etkin ve eğlenceli olabileceğini fark ettim*” diyerek artırılmış gerçeklik materyallerinin dersi eğlenceli hale getirdiğini ifade etmektedir. Bir diğer öğretmen adayı Gü1\_K8 “*Dersin öncesinde oldukça karışık gözüken bir uygulamanın aslında ne kadar eğlenceli ve biz öğretmenlere kolaylık sağladığını farkına vardım. Zevk aldığım bir dersti. Oldukça da bilgilendim. Yapılabilir bir uygulama olduğunu da fark ettim. Bu uygulama ile ilgili bilgi düzeyimi arttırmak isterim*” diyerek artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğlenceli olduğunu ifade etmiş ayrıca kullanımının kolay olduğunu ve ileride kullanmak isteyeceği bir uygulama olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı tarafından yapılan örnek uygulamalardan birinde artırılmış gerçeklik materyaline yönelik Gü4\_K5 “*Öğrencilerin anlaması üzerinde kazanımları eğlenceli hale getirerek aktif bir rol oynadı diyebilirim özellikle çocukların sesli ve görselli uyarılara daha çok tepki verdiğini düşünürsek bu haftaki uygulamamız oldukça etkili oldu.*” ifadesiyle kazanımları eğlenceli hale getirdiğini ifade etmektedir.

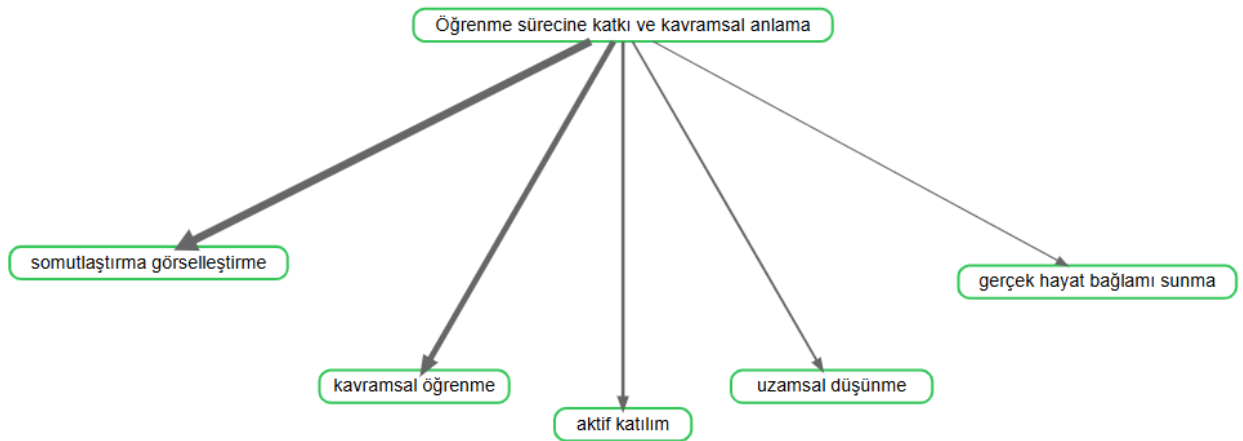
Artırılmış gerçeklik materyallerinin matematik eğitiminde kullanımına dair öğretmen adaylarının ifade ettikleri bir diğer avantaj hazırlanan materyallerin etkili olmasıdır. Örneğin Gü\_K3 “*Müfredatta yer alan geometri konularını hem teorik hem de pratik açıdan öğretmen olarak daha etkili bir şekilde kavrayıp anlatmamızı sağlar.*” diyerek artırılmış gerçeklik materyallerinin etkili bir öğretim sağlayabileceğini ifade etmektedir. Kazanımların etkili bir biçimde kavratılmasına yönelik Gü9\_K15 “*Diğer programlara göre daha kullanışlı olan Blippar'ın bazı kazanımların kavratılmasında etkili olabilecek yönleri vardır.*” ifadesi de bunu

desteklemektedir. Yapılan görüşmelerden birinde artırılmış gerçeklik materyalinin kullanımının önemine ilişkin Gö4\_K26 “*Dersi daha etkili kullanmak için bence çok önemli. Daha böyle ilgisiz öğrencileri bile derse kattığı için aslında çok önemli.*” diyerek bu durumu ifade etmektedir.

Artırılmış gerçeklik materyallerinin matematik eğitiminde kullanımına dair öğretmen adaylarının ifade ettikleri bir diğer avantaj hazırlanan materyallerin motivasyon sağlamasıdır. Örneğin Gü3\_K5 “*Öğretmenlik hayatında bazen karşılaştığımız konuları nasıl aktaracağımızı bilmeyebiliriz. Bununla beraber UniteAR gibi uygulamaları kullanmak bizim öğretimdeki yükümüzü hafifletecektir. Öğretim açısından öğrenciyi de teşvik edecektir.*” ifadesiyle artırılmış gerçeklik materyalinin hem öğretmen hem de öğrenci için motivasyon sağlama potansiyelini dile getirmektedir. Nitekim bir başka katılımcı derslerde artırılmış gerçeklik materyali kullanımının motivasyona katkısına ilişkin Gü9\_K27 “*Öğrenciye motivasyon kazandırmak ve konuyu pekiştirmesi açısından ilerletici olduğunu görebiliyorum.*” ifadesini kullanmaktadır.

### Öğrenme Sürecine Katkı ve Kavramsal Anlama

Öğretmen adaylarının matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanıma dair en fazla ifade ettikleri ikinci avantaj ise öğrenme sürecine katkı sağlaması ve kavramsal anlamaya destek olmasıdır. Bu süreçte artırılmış gerçeklik materyali tasarlayan ve deneyimleme fırsatı bulan öğretmen adayları, matematik derslerinde artırılmış gerçeklik materyali kullanımının öğrencilerin öğrenme sürecine katkı sağlayacağını ve kavramsal anlamasına destek olacağını düşünmektedir.



Şekil 4.7. Öğrenme sürecine katkı ve kavramsal anlama alt kategorisi ve kodları

Şekil 4.7’ de görüldüğü gibi bu noktada öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyallerinin özellikle soyut kavramları somutlaştırma- görselleştirme açısından öğrencilere faydalı olacağını ifade etmektedir. Ok kalınlıkları ilgili kodların görülme sıklığını (frekansını) ifade etmektedir. En fazla ifade edilen somutlaştırma ve görselleştirme katkısına yönelik Gü3\_K2 *“Bu tarz teknolojik uygulamaların matematikte kullanımı öğrencilerde merak uyandırır diye düşünüyorum. 3 boyutlu şekilde zihinde canlandırması zor olan durumları somutlaştırmak açısından bu uygulamalar faydalı olur. Ben de öğrencilerimin derse olan ilgisini zinde tutmak için kullanmak isterdim bu uygulamaları.”* ifadesiyle artırılmış gerçeklik materyallerinin soyut kavramları somutlaştırma potansiyelini dile getirmektedir. Benzer biçimde Gü12\_K3 *“Üslü ifadeler gibi soyut matematiksel konular, AR materyalleri ile görselleştirilerek daha somut bir şekilde sunulabilir. Bu, öğrencilerin kavramları daha iyi anlamasına olanak tanır.”* diyerek somutlaştırmanın yanında kavramsal anlamaya da destek olabileceğini belirtmektedir. Uygulamaların somutlaştırma- görselleştirme avantajına yönelik Gü11\_K3 *“Bu uygulamalar matematik eğitiminde, görselleştirme ve etkileşim açısından oldukça avantajlıdır.”* diyerek Gü7\_K9 *“Özellikle somutlaştırılması gerektiğini düşündüğüm konular olduğunda bu uygulamayı kullanabilirim”* diyerek düşüncelerini ifade etmektedir. Benzer şekilde eğitimde artırılmış gerçeklik kullanımının gerekli olduğunu söyleyen Gö4\_K8 *“bence gerekli hocam.. öğretimi.. öğrenimi artırıyor öğrencilerin de dikkatini çekiyor ve daha somutlaştırılması açısından da önemli olduğunu düşünüyorum ben.”* ifadesiyle artırılmış gerçeklik materyalinin somutlaştırma işlevine vurgu yapmaktadır.

Öğretmen adaylarının öğrenme sürecine katkı ve kavramsal anlama noktasında sıklıkla ifade ettikleri bir diğer avantaj artırılmış gerçeklik materyali kullanmanın kavramsal öğrenmeye destek olacağı düşüncesidir. Bu noktada Gü11\_K9 *“Uygulamaların kullanımı zaman, maliyet ve kolaylaştırma açısından avantajlı olduğunu söyleyebilirim. Evet derslerimde kullanmak isterim çünkü daha anlamlı bir kavrama olduğunu düşünüyorum”* diyerek Gü1\_K15 *“Öğrencinin kavramsal olarak anlamlı bir öğrenme geçirmesinde faydaları olacaktır.”* diyerek uygulamaların kavramsal anlamaya destek olma potansiyelini ifade etmektedir. Benzer biçimde Gü1\_K14 *“öğrencinin dikkatini çekmesi açısından çok önem arz eden bir materyal öğrendik. bu materyali kullanmak öğrencilerin daha iyi anlamasına olanak sağlayacaktır diye düşünüyorum.”* diyerek aynı düşünceyi ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarının bazıları matematik derslerinde artırılmış gerçeklik materyali kullanımının aktif katılım sağlayacağını ifade etmektedir. Örneğin Gü9\_K9 *“Öğrencilerin daha aktif katılımını sağlayabilmek için oldukça güzel bir uygulama olduğunu düşünüyorum.”*

diyerek uygulamanın öğrencilerin aktif katılımını destekleyebileceğini ifade etmektedir. Öğrencilerin aktif katılımını teşvik etmede uygulamaların rolüne ilişkin Gü1\_K25 “*Matematiği somutlaştırarak öğrencilerin daha aktif ve daha eğlenerek öğrendiği etkinlikleri derste nasıl kullanabileceğimi anladım.*” ifadesini kullanmaktadır.

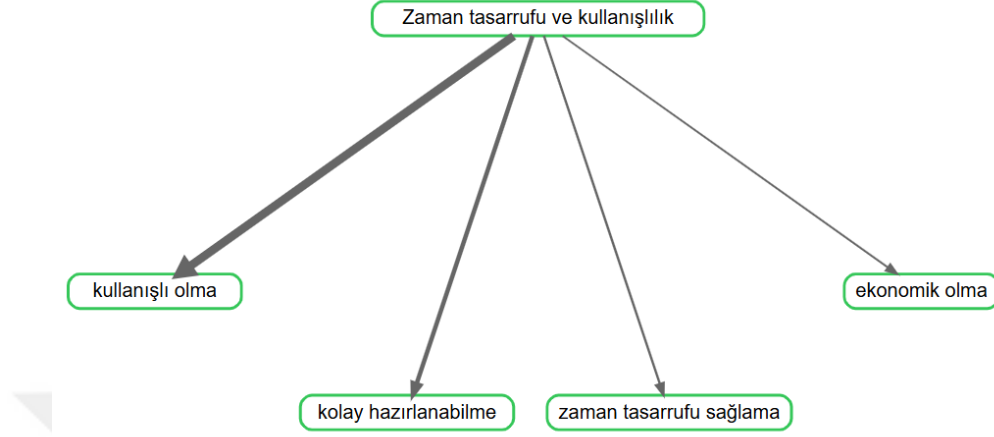
Öğretmen adaylarının bazıları matematik derslerinde artırılmış gerçeklik materyali kullanımının avantajlarından birinin de uzamsal düşünmeye destek olacağını ifade etmektedir. Örneğin Gü2\_K3 “*2 boyutludan 3 boyutluya geçiş, uzamsal düşünmeyi geliştirmeye yardımcı olur. Öğrenciler nesnelere farklı açılardan görmeyi ve düşünmeyi öğrenirler. Geometri bilgileriyle de ilişkilendirilebilir.*” ifadesiyle bu düşüncesini dile getirmektedir. Yapılan görüşmelerde artırılmış gerçeklik materyali kullanmaya ilişkin Gö4\_K9 “*Bir de uzamsal görselleştirmeyi de bence artırıyor hocam. Çocukların öyle düşünebilmesi farklı bakış açıları geliştirebilmesi açısından. Mantıklı bir şey.*” ifadesini kullanmaktadır. Benzer şekilde Gü5\_K3 “*Öğrendiğimiz ve kullandığımız programlar sayesinde öğrencilere sanal olarak şekilleri ve açılımlarını gösterebilmek onların geometrik kavramları daha iyi anlamalarını sağlar. Özellikle üç boyutlu şekillerin düzlemdeki açılımlarını veya katlanmış hallerini interaktif olarak gösterebilmek, öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştirir.*” diyerek artırılmış gerçeklik materyali kullanmanın uzamsal düşünmeyi geliştireceğini ifade etmektedir.

Matematik derslerinde artırılmış gerçeklik kullanımının soyut bir ders olan matematik dersleri için gerçek hayat bağlamı sunması noktasındaki avantajlara vurgu yapan Gü1\_K8 “*Bu uygulama sayesinde öğrenciler için bir gerçeklik sağlıyor bu sayede öğrenciler daha kolay anlayabiliyor ya da gözlemleyebiliyor. Bende öğrenci olduğum dönemlerde bu uygulama ya da benzeri uygulamalarla dersler yapılınsı isterdim. Bunu örnek olarak da öğretmen olduğum süreçte bu uygulama hakkında daha çok bilgi alarak bilgilenerken derslerimde kullanmak da isterim*” diyerek öğrenci olduğu dönemlerde bu uygulamaların kullanılmış olmasını istediğini dile getirmiştir. Gü12\_K27 “*Üç boyutlu cisimlerin görünümü ve mutlak değer konularını derste nasıl işlememiz gerektiği konusunda, günlük hayata uyarlama konusunda verimliydi*” diyerek Gü10\_K26 “*Hazırlanan materyallerde öğrencilerin günlük hayatında kullanılan matematiksel kavramları anlamlandırması için önemli olduğunu daha da iyi anladım.*” diyerek artırılmış gerçeklik materyallerinin günlük hayat bağlamında sağladığı avantajları ifade etmişlerdir.

### **Zaman Tasarrufu ve Kullanışlılık**

Öğretmen adaylarının matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik zaman tasarrufu ve kullanılabilirlik kategorisinde ifade ettikleri kodlar sırasıyla kullanışlı olma, kolay

hazırlayabilme, ekonomik olma ve zaman tasarrufu sağlama olmak üzere dört kod ile açıklanmaktadır. Bu kodlar Şekil 4.8’de sunulmuştur. Ok kalınlıkları ilgili kodların görülme sıklığını (frekansını) ifade etmektedir.



Şekil 4.8. Zaman tasarrufu ve kullanılabilirlik alt kategorisi ve kodları

Öğretmen adaylarının matematik derslerinde artırılmış gerçeklik materyali kullanımının avantajlarından birinin de kullanılabilirliği olduğunu ifade etmektedir. Örneğin Gü7\_K14 “*Öğretim bilgim açısından faydası bu uygulamanın pratik oluşunun dersin bazı aşamaları için çok kullanışlı olması olabilir. Her zaman büyük kapsamlı etkinlikler olmadan da bu uygulama kullanılabilir.*” derken Gü12\_K25 “*Kullanılan uygulamalar genel olarak kullanılması kolay ve eğlenceli uygulamalardı. Kullanıldığında öğrencilerin dikkatini çeken hatta derse teşvik eden uygulamalardı. Ben de bu yüzden derslerimde kullanmak isterdim.*” diyerek artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılabilir olduğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde Gü5\_K8 “*Uygulama açısından da gayet kolay. Akıllı tahtası olan her sınıfta uygulanabilir. Birçok konu için öğrenciye fayda sağlayacağına inanıyorum*” diyerek Gü7\_K14 “*bu uygulamanın pratik oluşunun dersin bazı aşamaları için çok kullanışlı olması olabilir. Her zaman büyük kapsamlı etkinlikler olmadan da bu uygulama kullanılabilir.*” diyerek uygulamaların sınıf ortamında kullanılabilir olacağını düşündüklerini ifade etmektedir.

Öğretmen adayları matematik derslerinde artırılmış gerçeklik materyali kullanımının avantajlarından birinin de kolay hazırlanabilme olduğunu ifade etmektedir. Bu noktada Gü8\_K25 “*İncelediğimiz birçok uygulama ücretsiz ve kolay kullanıma sahip olan uygulamalardı.*” derken Gü9\_K9 “*Uygulamayı çok sevdim, arayüzü ve kullanım şekli oldukça kolay ve kullanıcılara oldukça fazla imkânı ücretsiz sağlıyor.*” diyerek kullanılan uygulamaların kolaylığına dikkat çekmektedir. Bir başka öğretmen adayı ise Gü3\_K8 “*Kullanım açısından*

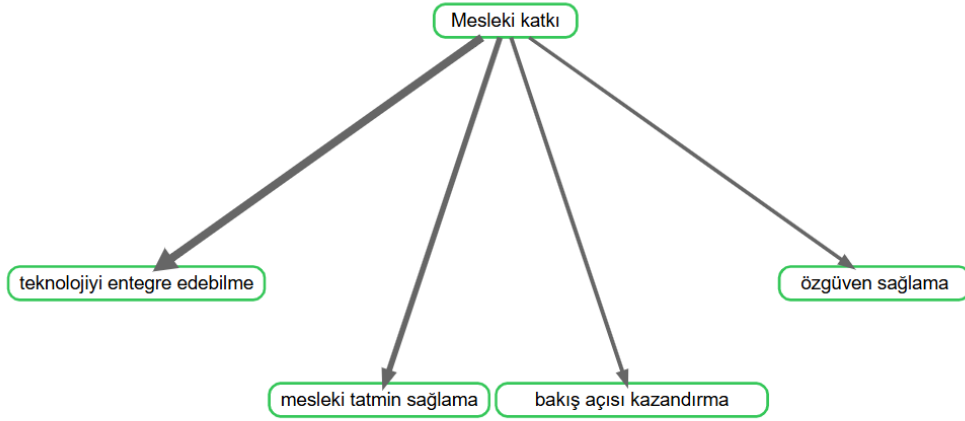
*zor bir uygulama değil ayrıca hazırlaması da kolay bir uygulama. Bu yüzden bence öğretmenler için de oldukça avantajlı.”* diyerek bu tarz uygulamaların öğretmenler için kolay hazırlanabilir bir materyal uygulaması olduğunu ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarından bazıları matematik derslerinde artırılmış gerçeklik materyali kullanımının avantajlarından birinin de zaman tasarrufu olduğunu ifade etmektedir. Örneğin Gö1\_K15 hazırladıkları ve uyguladıkları artırılmış gerçeklik materyali için *“Zaman kazandırıyor hocam hani mesela bizim bu kesirlerle ilgili yaptığımız etkinliği hani ben somut bir hale getirecek olsaydım onun için çok fazla uğraşmam gerekiyordu ve çok daha pahalı olacaktı. Mesela ekonomik de olmayacaktı açıkçası. Hani bunlar çok önemli.”* diyerek uygulamaların hem zaman hem de maliyet olarak avantajlı olduğunu ifade etmektedir. Benzer biçimde Gü1\_K8 *“Bence bu uygulama matematik alanlarında kullanılması gereken zamandan ve emekten de oldukça tasarruf yapmamızı sağlayan bir uygulamaydı.”* diyerek Gö4\_K25 *“Bir de pratiklik de sağlıyor aslında hocam bizim belki aynı şeyi tahtada da yapmak.. bir küp çizmek mesela. Hani biz onu tahtada çizene kadar hani direk açmak zamandan da bence tasarruf sağlıyor.”* diyerek uygulamaların zamandan tasarruf sağladığını belirtmektedir.

Öğretmen adaylarından bazıları matematik derslerinde artırılmış gerçeklik materyali kullanımının avantajlarından birinin de ekonomiklik olduğunu ifade etmektedir. Örneğin Gö5\_K2 *“.. çünkü teknoloji çağındayız, çocuklar onlara ilgi gösteriyor. Onun dışında hani eski etkinlikler materyaller hem daha çok vakit hani hem maliyet şeyi oluyor. Bunlar direkt hani hazırlıyorsun bilgisayar üzerinden”* diyerek artırılmış gerçeklik materyallerinin maliyetinin olmadığını ifade etmektedir. Bir diğer öğretmen adayı benzer biçimde Gü8\_K9 *“Çok faydalı, zaman ve maliyet bakımından oldukça avantajlı uygulamalar gördük. Derslerimde kullanmak istediğim materyaller vardı.”* diyerek bu düşüncesini ifade etmektedir.

### **Mesleki Katkı**

Öğretmen adaylarının matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde mesleki katkı kategorisinde ifade ettikleri kodlar sırasıyla teknoloji entegre edebilme, mesleki tatmin sağlama, bakış açısı kazandırma ve özgüven sağlama şeklinde dört kod ile açıklanmaktadır. Bu kodlar ve frekansları Şekil 4.9’da sunulmuştur. Ok kalınlıkları ilgili kodların görülme sıklığını (frekansını) ifade etmektedir.



Şekil 4.9. Mesleki katkı alt kategorisi ve kodları

Öğretmen adaylarının mesleki katkı kategorisine ilişkin en fazla ifade ettikleri kod teknoloji entegrasyonu kodudur. Bu noktada öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde teknolojiyi derse nasıl entegre edeceklerini öğrendiklerini ifade etmektedir. Örneğin Gü9\_K1 “*Blippar uygulamasını matematiğe nasıl entegre edebilirim sorusuna yanıt buldum. Yeni bir uygulama daha öğrenmiş oldum. Matematiği anlamayı kolaylaştırdığını düşünüyorum. Ben de kullanırdım.*” ifadesiyle Gü3\_K2 “*UniteAR gibi uygulamalarla öğrencilerin ilgisini çekecek şekilde matematik etkinlikleri tasarlayabileceğimizi ve bunu nasıl yapacağımızı öğrendim. Matematiği herkes için eğlenceli hale getirebileceğimizi gördüm*” ifadesiyle matematik derslerine teknolojiyi nasıl entegre edebileceklerini öğrendiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Gü2\_K25 “*3 boyutlu cisimlerin nasıl oluşturulduğunu, ders içeriğine nasıl entegre edilebileceğini öğrendim. Bunu nasıl yapacağım hakkında bir fikrim olmadığından bana bu konuda faydası oldu.*” diyerek materyal tasarlama sürecinin teknoloji entegrasyonuna katkısını ifade etmiştir.

Öğretmen adaylarının mesleki katkı kategorisine ilişkin sıklıkla ifade ettikleri bir diğer kod mesleki tatmin kodudur. Örneğin tasarladıkları artırılmış gerçeklik materyalini gerçek sınıf ortamında uygulama fırsatı bulan Gö1\_K15 uygulama sonrasında “*Evet.. doyumum da çok güzel..*” ifadesini kullanarak mesleki tatmin sağladığını belirtmektedir. Benzer bir ifadeyi Gö1\_K14 “*hocam bu etkinlikleri tasarım aslında şunu sağlıyor, biz bu etkinliği üretip sonrasında da sınıfta uygulayınca gerçekten bir mesleki doyum da sağlıyorsunuz*” şeklinde ifade etmektedir.

Öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinin bakış açılarını genişlettiği yönünde ifadeleri de bulunmaktadır. Örneğin Gü1\_K25 “*Çeşitli örneklerle,*

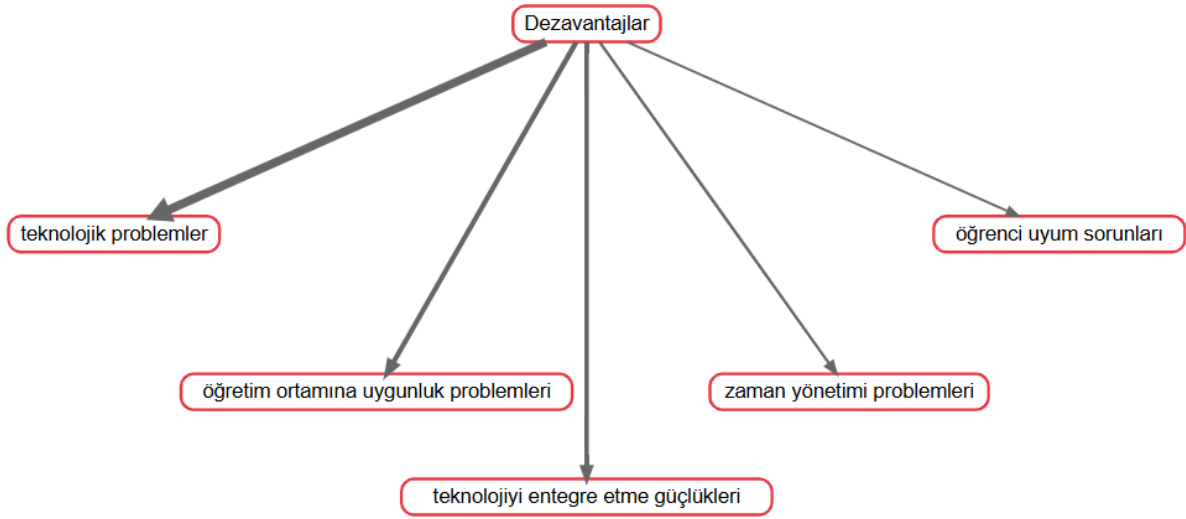
*derslerde teknolojiyi nasıl kullanabileceğimizi görerek daha farklı bakış açılarına ulaştım.”* diyerek Gü3\_K14 *“uygulamaya ve yapılabilecek etkinliklere karşı bakış açım oldukça gelişti.”* bu gelişimlerini ifade etmektedir. Gü5\_K15 *“Programlar derin incelendiğinde ve hayal gücümüzü zorladığımızda çok farklı çalışmalar yapılabilir olduğunun farkına vardım.”* diyerek farklı bakış açıları kazandığını belirtmektedir.

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinin özgüven yönünden de katkı sağladığını ifade eden öğretmen adaylarından Gö1\_K14

*“Hazırlayabileceğiniz etkinlikler çok değişti.. yani ben çok sıcak bakmıyordum. Vizede hazırladık ama zordu açıkçası mesela hani Arı Maya fikri çok güzeldi. Biz de bırakmak istemedik ama o evi konumlandırması vesaire zordu. Bir de keşfetme için ne yapılabilir ki diye düşünüyorduk Sürekli hani keşfetmek için yapılamayacağını falan da düşünüyordum ben daha öncesinden. Hani finalde hani bu keşfetme etkinliğini hazırlayabilmek bence güzel bir duyguydu. Hani teknolojiyi kullanabiliyor olmak da öyle. Çünkü ben biraz mesela GeoGebra bana çok kapsamlı geliyor. O yüzden sanki hiç öğrenemez, kullanamazmışım gibi hissetmişim kendimi hani. O kadar detaylı.. hani şimdi bunlardan kendime etkinlik hazırlayınca kendimi daha iyi hissettim teknoloji anlamında.”*

diyerek aslında süreçte özgüven kazandığını belirtmektedir. Benzer biçimde Gö5\_K5 *“bir de yapabileceğimizi de gördük. Ben bu dersi almasam hiçbir zaman böyle bir uygulamadan haberim olmayacaktı ve yapabileceğime hiç girmezdim bu işe.. inanmazdım gideceğine ama çok zorlansam da biliyorum yani ileride bir uygulamam gerekirse uygulayabilirim”* diyerek sürecin katkısını ifade etmektedir. Güncel teknolojiye ayak uydurmanın önemini vurgulayan Gö4\_K9 *“Bence kendini güncelleyebilmek için önemli hocam. Çünkü teknoloji çağındayız ve her gün yeni bir şey. Çocuklar sizden daha bilgili olmaya başlıyor artık ve mesela sınıf önünde sizin durumunuz da çok önemli. Ben bunu bilmiyorum deyip böyle bakmak var. Bir de tamam hallederiz deyip yapmak var.”* diyerek aslında teknolojik materyal hazırlamayı bilmenin öğretmenler için özgüven sağlayacağını ifade ediyor. Öğretmen adaylarından Gö1\_K14 hazırladığı materyalin videosunu çevresiyle paylaştığını ve yaşadığı özgüveni şu şekilde ifade ediyor *“Videoları sürekli ben birilerine gönderiyorum. Bakın, ben bunu yaptım diye :) Ama bu beni çok mutlu ediyor hani paylaşmak istiyorum.”*

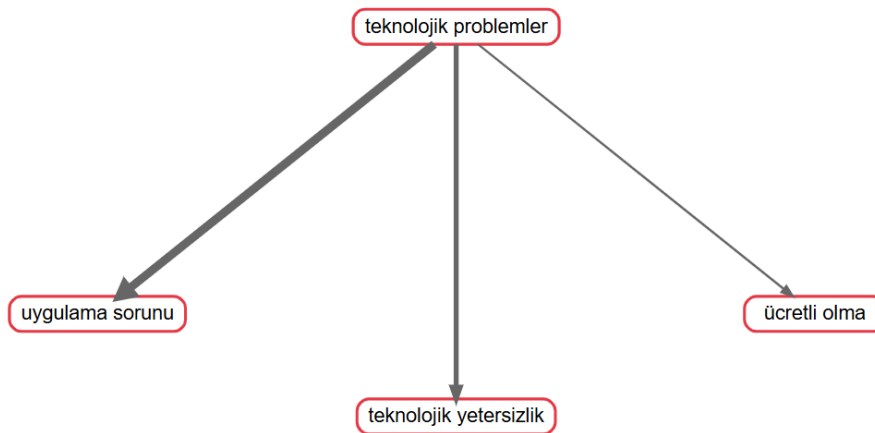
#### 4.5.2.2. Dezavantajlar



Şekil 4.10. Dezavantajlar kategorisi ve alt kategorileri

Şekil 4.10’da öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde yaşadıkları veya kullanımında yaşayacaklarını tahmin ettikleri dezavantajlar beş alt kategoride sınıflandırılmıştır. Bunlar; teknolojik problemler, öğretim ortamına uygunluk problemleri, teknolojiyi entegre etme güçlükleri, zaman yönetimi problemleri, öğrenci uyum sorunları şeklindedir. Öğretmen adaylarının materyal tasarlama sürecinde bahsettikleri dezavantajlar en fazladan en aza doğru sırasıyla teknolojik problemler, öğretim ortamına uygunluk problemleri, teknolojiyi entegre etme güçlükleri, zaman yönetimi problemleri, öğrenci uyum sorunlarıdır. Ok kalınlıkları ilgili kodların görülme sıklığını (frekansını) ifade etmektedir.

#### Teknolojik Problemler



Şekil 4.11. Teknolojik problemler alt kategorisi ve kodları

Şekil 4.11’de görüldüğü gibi teknolojik problemler alt kategorisi kendi içinde uygulama sorunu, teknolojik yetersizlik ve ücretli olması olmak üzere üç kod ile açıklanmaktadır. Öğretmen adaylarının matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik materyali kullanmaya yönelik en fazla zorluk yaşadıkları problem uygulama sorunu olmuştur. Uygulama sorununa yönelik Gü\_K25 *“UniteAR’da daha önce öğrendiklerimizden daha karmaşık bir etkinlikti. Doğru ve yanlış cevaplardan sonraki geçişleri yapmada biraz zorlandım. Çünkü her aşamasının planlanması gerekiyordu. Ses yükleme açısından da biraz zorluk yaşadım. Bunun dışında uygulamadan bazen etkinlik açılmadı. Bu açıdan bir dezavantaj sağlarken eğlenceli olması ve öğrenciye geri bildirim vermesi açısından avantajlıydı.”* ifadesiyle bazen etkinliği açılması noktasında sorun yaşadığını belirtmiştir. Katılımcı Gü\_K26 *“Daha çok çoğu uygulamanın uygulanabilir olduğunu düşünüyorum sadece bazı uygulamaların sadece belli cihazlarda kullanımı çeşitli olumsuzluklar taşısa da matematik eğitiminde faydalı olabileceğini düşünüyorum”* diyerek bazı uygulamaların sadece belirli cihazlarda açılmasının sorun olduğunu ifade etmiştir. Yapılan görüşmelerde Gö5\_K3 *“UniteAr da mesela kolaydı hazırlama aşaması ama QR ile okuduğunuzda hani öğrencilere de QR kodu okuduktan sonra çözecekler ama kasmalar, donmalar yaşıyor bu sefer en başa dönüyor. Uygulamanın kendisinde bir sıkıntı var.”* diyerek uygulamada yaşanan kasma ve donmaları belirtmiştir.

Öğretmen adayları teknoloji yetersizlik olarak genellikle öğretim ortamlarında yeterli teknolojik imkanların bulunmadığını, öğrencilerin teknolojiye erişiminin sınırlı olabileceğini ifade etmektedir. Örneğin Gü3\_K5 *“Öğrencinin bir kazanımı kavramasını kolaylaştıracak etkinlikler oldukça fayda sağlayacaktır. Aynı zamanda öğrencinin ilgisini çekeceği için pozitif bir izlenim uyandıracak. Uygulama yapılırken teknolojik destek açısından yetersiz kalan sınıflar da negatif bir durum oluşturabilir”* diyerek artırılmış gerçekliğin sınıflarda kullanımının avantajlı olacağını ancak teknolojik yetersizliğin negatif bir durum oluşturacağını ifade etmektedir. Benzer şekilde Gü7\_K3 *“Evet, bu tür uygulamaları dersimde kullanmak isterdim. Özellikle soyut konuları somutlaştırarak öğrencilerin konuyu kavramasını kolaylaştırabilir ve dersin daha eğlenceli geçmesini sağlayabilirim. Ancak, bu araçları seçerken sınıfın donanım düzeyi ve erişim imkanlarını da dikkate alırdım.”* Diyerek benzer durumu ifade etmektedir. Ayrıca Gü4\_K14 *“Bu uygulama çok faydalı olsa da çocukların teknolojiye erişimi açısından sorunlu olabilir.”* diyerek aynı kaygıları taşıdığını ifade etmiştir.

Öğretmen adayları ile yapılan çalışmada kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamalarının tamamının ücretsiz versiyonları kullanılmıştır. Bu noktada öğretmen adaylarının belirttikleri bazı dezavantajlar bulunmaktadır. Örneğin Gü3\_K5 *“UniteAR programı oldukça matematik*

açısından avantajlar sağlayan bir program sahne geçişleri ve bir etkinlik oluşturmada çok fazla zorlandığımı söyleyemem bence anlaşılması kolay bir program ancak süreli ve kısıtlı kullanım yerleri olduğu için buna bir dezavantaj diyebilirim. Aynı zamanda öğrenciler ile buluşması için öğrencileri de yeterli ekipmana sahip olması gerekiyor bu aslında sadece uygulamanın sınırlılığı değil eğitim sisteminin de bir sınırlılığı diyebiliriz.” bu durumu ifade etmektedir. Benzer şekilde Gö\_K2 “Onun dışında hani belki bu zamanı da biz şu an ilk defa denediğimiz için belki bu kadar uzun sürede yaptık.. ya da hani. Ücretli almadığımız için çok zorlandık. Hani ben ders esnasında yaptığımızda zorlanmamıştım. Sizin dediklerinizin hepsini gayet yapmıştım. Sonraki aşamalarda biz kendi bilgisayarlarımızda deneyince pek olmadı. Hani ileride de bu sorunu çözersek gayet kullanılabilir” diyerek ücretli olmasından dolayı zorlandığını ifade etmektedir.

### Öğretim ortamına Uygunluk Problemleri

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine yönelik ifade ettikleri dezavantajlardan birinin öğretim ortamına uygunluk problemleri olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.12. Öğretim ortamına Uygunluk Problemleri alt kategorisi ve kodları

Şekil 4.12’de görüldüğü gibi öğretim ortamına uygunluk problemleri kategorisi her kazanıma uygun olmama, sınıf yönetiminin zor olması ve eğitim sistemine uygun olmama şeklinde üç kod ile açıklanmaktadır. Bazı öğretmen adayları artırılmış gerçeklik uygulamalarının her kazanım için uygun olmayabileceğini ifade etmektedir. Örneğin yapılan görüşmelerde Gö1\_K1 “Keşfetmelerini sağladı ama her kazanım için uygulanabileceğini düşünmüyorum.” şeklinde bu düşüncesini belirtmektedir. Yine günlük formlarda Gü3\_K26 “Bence uygulanması gayet kolay ancak bazı konularda çok yararlı olacak olsa da bazı konular için aslında öğrenciler için ilgi çekici olsa da çok gerek olmadığını düşünüyorum.” şeklinde

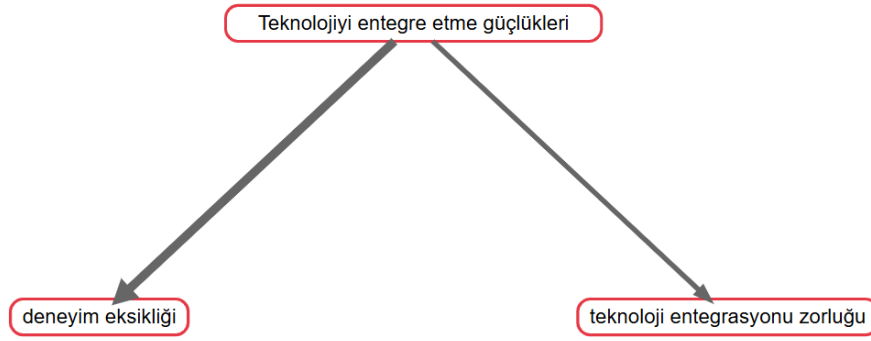
düşüncesini ifade ederken bir diğer katılımcı Gü4\_K15 “Değerlendirme amaçlı eğitsel oyun kapsamında olumlu etkileri olduğunu düşünüyorum. Her kazanımı bu uygulamaya entegre edemeyebiliriz.” diyerek her kazanım için bu uygulamamanın kullanılabilir olmadığını belirtmektedir.

Öğretim ortamına uygunluk problemlerinden bir diğer sınıf yönetiminin zor olabileceği düşüncesidir. Bu nokta Gü12\_K8 “Gerçek sınıf ortamlarında ne kadar uygulanabilir emin değilim.” diyerek Gü8\_K27 “Sadece kalabalık sınıflarda uygulanması epey zor olacaktır.” Diyerek sınıf ortamında uygulamanın zor olabileceğini belirtmektedir. Yapılan görüşmelerde Gö4\_K26 “Ben hazırlamak konusunda hani daha yetkin olduğunu düşünüyorum ama uygulamak.. aslında özellikle sınıf yönetimi, hem öğrenciler hem de teknoloji açısından zorlanacağımı düşünüyorum.” ifadesiyle artırılmış gerçeklik materyalinin sınıfta kullanımında sınıf yönetimi konusunda zorlanacağını düşündüğünü söylemektedir.

Bazı öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyallerinin eğitim sistemine uygun olmayabileceğini ifade etmektedir. Örneğin Gü\_K8 “Avantajlarının oldukça fazla olduğunu düşünüyorum. Bunlar içinde ilgi çekme unsuru somutlaştırma vb. gibi şeyler var avantaj sağlayan. Bizim sistemimizi düşündüğümüzde bu uygulama ne kadar kullanılabilir onu bilemiyorum yani bir sınıf ortamında nasıl kullanabiliriz kısmında endişeliyim. Aynı zamanda bu kullanımlarımız ile eğitim sistemimizin değerlendirme kısmı ne kadar uyumlu o konuda da biraz kararsızım. Ama bunun dışında öğrencilerin öğrenmesi için bu uygulama çok etkili ve güzel. Bende derslerimde uygun koşullar ve ortam sağlandığı sürece kullanmak isterdim.” diyerek matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanımının avantajlarının yanında eğitim sistemine uygunluğu noktasında kararsızlığını dile getirmektedir.

### **Teknolojiyi Entegre Etme Güçlükleri**

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine yönelik ifade ettikleri dezavantajlardan bir diğerinin teknolojiyi entegre etme güçlükleri olduğu gözlemlenmiştir.



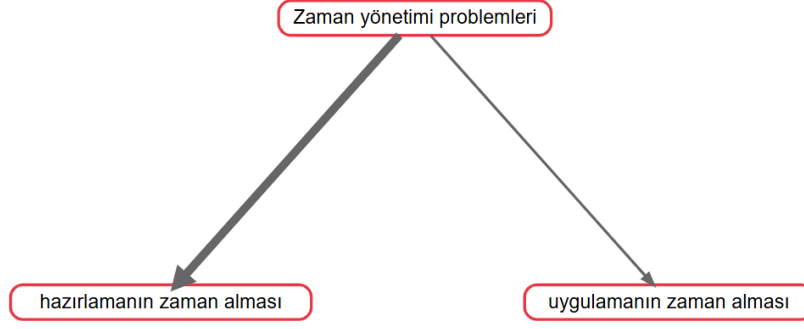
**Şekil 4.13.** Teknolojiyi entegre etme güçlükleri alt kategorisi ve kodları

Şekil 4.13'te görüldüğü gibi teknolojiyi entegre etme güçlükleri kategorisi deneyim eksikliği ve teknolojiyi entegrasyonu zorluğu şeklinde iki kod ile açıklanmaktadır. Öğretmen adaylarından bazıları artırılmış gerçeklik materyali hazırlamaya dair deneyim eksikleri olduğunu ifade etmiş ve bu yüzden zorlandıklarını belirtmiştir. Örneğin Gö1\_K14 *“Etkinlikler konusunda çok fazla fikir beliriyor kafamda ama uygulamalarda uygulanıp uygulanamayacağı ondan emin değilim.”* diyerek Gö5\_K5 *“..ve yani gerçekten memnun değildik yaptığımız şeyden. Orada da biraz yeterlilik meselesi 4 sene.. 3 sene belki biz bu dersi görmedik. Bununla ilgili bir şey görmedik.”* diyerek deneyim eksiklikleri olduğunu belirtmektedir. Sürecin deneyim eksikliğinden dolayı zor olduğunu ifade eden Gö1\_K15 *“Bir de biz daha önce böyle şeylerle karşılaşmadık. O yüzden normal bir etkinlik olsa sınıfta uygulanacak başka bir türlü hani somut materyaller somut etkinlikler konusunda fikir sahibiz ama hani Bliippar- UniteAR böyle artırılmış gerçeklik uygulamalarında buna dair bir fikrimiz de yoktu. O yüzden sıfırdan bir şeyler üretmekte zordu biraz bence.”* şeklinde bu konudaki düşüncesini ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarından bazıları teknolojiyi entegre etmenin zorluğunu ifade etmiştir. Örneğin Gö5\_K27 *“hani tasarım hani fikir olarak bir şey üretebiliyoruz ama onu uygulamakta biraz geri plandayız maalesef.”* diyerek bu zorluğu ifade ederken Gö5\_K5 *“Ama bunu bilgisayara dökme açısından yetersizliklerim olduğunun farkındayım ve bunun da uygulamaya suç atasım geliyor.”* diyerek fikrini teknolojiye entegre etmekte yetersiz olduğunu düşündüğünü belirtmektedir. Bir diğer katılımcı olan Gö1\_K15 *“Evet düşünce oluyor mu? Oluyor, güzel fikirler de çıkıyor hocam. Hani daha güzel fikirler çıkardık ama ona uygulama yetmiyor gerçekten”* şeklinde fikirleri uygulamaya dökemediğini belirtmiştir.

### **Zaman Yönetimi Problemleri**

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine yönelik ifade ettikleri dezavantajlardan biri de zaman yönetimi problemleridir.

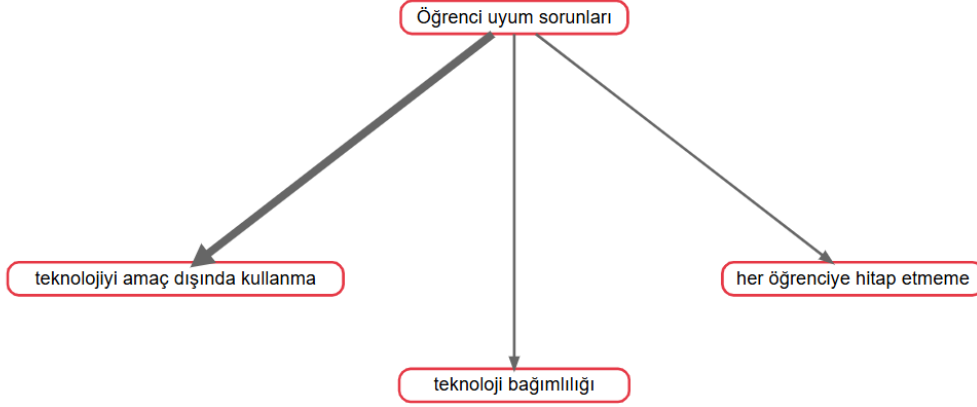


Şekil 4.14. Zaman yönetimi problemleri alt kategorisi ve kodları

Şekil 4.14’te görüldüğü gibi öğretim zaman yönetimi problemleri kategorisi hazırlamanın zaman alması ve uygulamanın zaman alması şeklinde iki kod ile açıklanmaktadır. Öğretmen adaylarının bazıları hazırlamanın zaman aldığını söylerken bazıları uygulamanın zaman alıcı olduğunu söylemektedir. Örneğin Gü9\_K15 “*Kullanımı somut anlamı desteklediği için avantajlıdır ancak hazırlaması uzun zaman alabileceğinden dezavantajı da vardır*” diyerek hazırlamanın zaman alıcı olduğunu belirtmektedir. Bir diğer katılımcı da Gü10\_K8 “*Kullanılan uygulamalar genelde matematik eğitiminde avantaj sağlıyor. Bu uygulamaların her birini kullanmak içinde ciddi bir emek vermek gerekiyor. Yapım aşamasından dolayı bazı uygulamalarda dezavantaj da olduğunu düşünüyorum. Genel anlamda ise ben de öğretim sürecimde uygulamalara yer vermek isterim.*” diyerek bazı uygulamaları yapmanın zaman aldığını ifade etmektedir. Gü2\_K26 “*Kullanımı öğretmenler için kolay öğrenciler için de faydalı olabilir ancak sınıf ortamında uygulanabilirliği zaman açısından kullanışlı olmayabilir*” diyerek uygulamanın zaman alabileceğini ifade etmektedir.

### Öğrenci Uyum Sorunları

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine yönelik ifade ettikleri dezavantajlardan bir diğeri de öğrenci uyum sorunlarıdır.

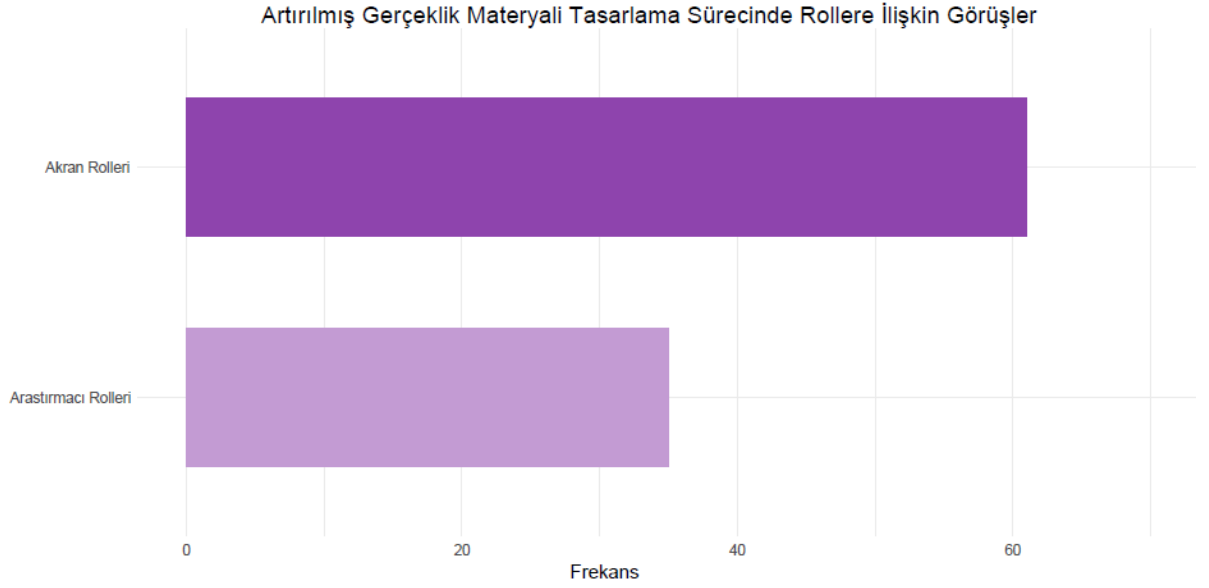


Şekil 4.15. Öğrenci uyum sorunları alt kategorisi ve kodları

Şekil 4.15’ te görüldüğü gibi öğretmen adayları matematik derslerinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımının teknolojiyi amaç dışında kullanma, teknoloji bağımlılığı ve her öğrenciye hitap etmeme gibi olumsuz durumlar oluşturabileceğini ifade etmektedir. Örneğin Gö4\_K9 “*Bir de hocam şöyle bir şey var mesela ödev olarak versek bunu diye düşünüyorum. Ailelerinden telefon isteyecekler ama o telefonla mesela ödevi anında bitirecekler. Hala ödev yapıyorum deyip farklı şeyler de yapabilir. o da geliyor aklıma.*” diyerek öğrencilerin teknolojiyi amaç dışında kullanmalarına sebep olabileceğini dile getirmektedir. Bu tarz teknolojik materyal kullanımının öğrencilerde teknoloji bağımlılığı oluşturabileceğine dair Gö1\_K15 “*Öğrencinin kavramsal olarak anlamlı bir öğrenme geçirmesinde faydaları olacaktır. Ancak bu tarz dijital materyal tasarımları bağımlılık yaparak kavramsal öğrenimin önüne geçme durumları görülebilir.*” diyerek bu konudaki fikrini ifade etmektedir. Ayrıca teknolojinin her öğrenciye hitap etmeyebileceğine dair Gü10\_K3 “*Bugünkü ders, farklı öğretim araçlarını tanıma, etkili materyal geliştirme ve ders planlama gibi konularda öğretim bilgimizi artırmıştır. Ancak zaman yönetimi ve her öğrenciye hitap edememe gibi sınırlamalar, bu araçların uygulanmasında bazı zorluklar yaratabilir.*” ifadesiyle düşüncesini belirtmektedir.

#### 4.5.3. Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci rollerine ilişkin bulgular

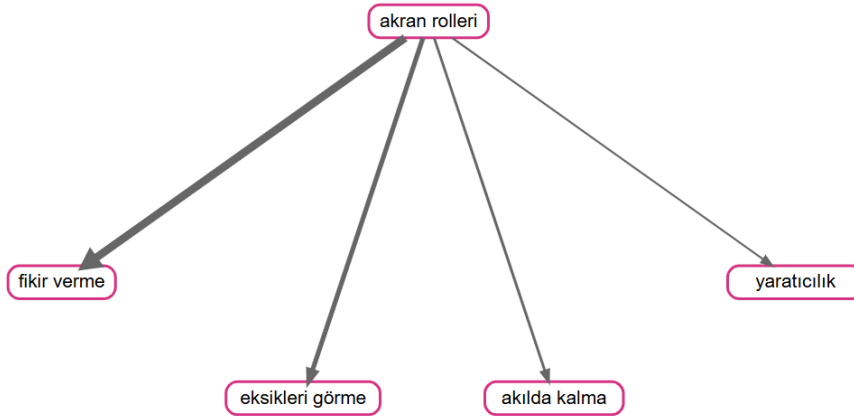
Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine yönelik roller akran rolleri ve araştırmacı rolleri olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır. Artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecindeki rollere yönelik kategoriler Şekil 4.16’da sunulmuştur.



**Şekil 4.16.** Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecindeki rollere yönelik kategori frekansları

### Akran Roller

Öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde grup çalışması yapmış ve hazırladıkları materyal ve ders planlarını sınıf ortamında sunmuştur. Böylelikle süreçte birbirleriyle iş birliği içinde çalışarak akran rollerine ilişkin fikir verme, eksikleri görme, akılda kalma ve yaratıcılık gibi deneyimler kazanmıştır.



**Şekil 4.17.** Akran rolleri kategorisi ve kodları

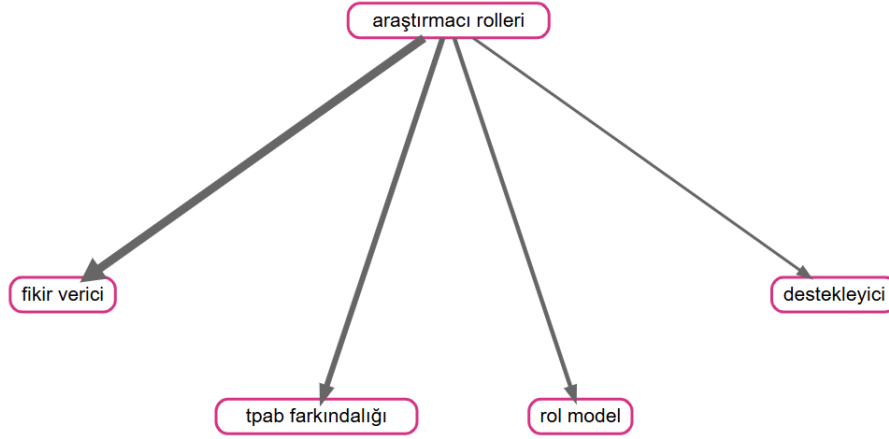
Şekil 4.17’de görüldüğü gibi akran rollerine ilişkin öğretmen adayları tarafından en fazla ifade edilen kod fikir verme kodu olmuştur. Örneğin Gü11\_K14 “*Bugünkü derste arkadaşlarımızın ders planlarını gördük ve ders anlatımları konusunda ilham verici oldu.*” diyerek Gü9\_K27 “*Daha önce arkadaşlarımızın kazanımları hakkında teknolojiyi nasıl kullanabileceğimi düşünmemiştim bu yönden bana farklı bir bakış açısı kazandırdı.*” diyerek

akranlarının hazırladığı ders planlarının kendileri için fikir verici olduğunu ifade etmektedir. Diğer arkadaşlarının hazırladığı ders planı ve materyalleri görmenin faydalı olduğunu ifade eden Gö1\_K15 *“Arkadaşlarımızınkini izlemek de iyi oldu hocam. Çünkü hani bilmiyorum bazı konularda.. hani şu an etkinliğe direk hatırlamıyorum ama ‘aaa dedim bu da böyle yapılabiliyormuş’ vesaire. O yüzden ilgi çekiciydi bence diğerlerini izlemekte.”* diyerek akranlarının hazırladığı çalışmalardan fikir edindiğini belirtmektedir. Diğer taraftan başka grupların hazırladığı materyalleri değerlendiren öğretmen adayları eksikleri görme açısından deneyim kazanmışlardır. Örneğin Gü12\_K2 *“İkinci grubumuzun üslû sayılarla ilgili derinleştirme aşaması için UniteAR’ dan hazırladığı etkinlikte boyama yapılması 8. sınıf öğrencileri için uygun değildi.”* ifadesiyle hazırlanan etkinliğin yaş grubuna hitap etmediğini belirtmektedir. Öğretmen adaylarından Gö4\_K8 hazırlanan bir başka materyalle ilgili *“Tavşan da çok güzeldi. Tavşan da sadece şey bence sıkıntılıydı. Hani keşfetme kısmında falan kullanmışlardı ya çok uzundu”* diyerek etkinliğin uzun olduğunu ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarının bazıları hazırlanan etkinliklerin kendileri için akılda kalıcı olduğunu belirtmektedir. Örneğin hangi etkinliklerin en çok aklında kaldığını ifade eden Gö4\_K9 *“Tavşan bi de hocam şey Minecraft ta yaptıkları.. o da öğrencilerin çok dikkatimi çekerdi ve gerçekten her yönden bakabilme imkanları çok iyi.”* diyerek hazırlanan materyalin akılda kalıcı ve dikkat çekici olduğunu belirtmiştir. Benzer biçimde Gö4\_K1 *“Hele kullanılan sesler bile hocam çok önemli. Yani özellikle şu.. tavşan sesli mesela o bizim bile bu yaşta çok fazla dikkatimizi çekti ve çok sevdik.”* diyerek akıllarında kaldığını ifade etmektedir. Ayrıca yaratıcılık noktasında Gü8\_K14 *“Arkadaşlarımın sunumlarını görünce gelecekte daha yaratıcı dersler yapabileceğimi fark ettim.”* diyerek arkadaşlarının etkinliklerinin yaratıcılığını geliştirdiğini belirtmektedir.

### **Araştırmacı Roller**

Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde araştırmacı, öğretmen adaylarıyla yoğun bir iletişim halinde olmuştur. Hem ders içinde verilen örnekler, dersin tasarımı, hem ders dışında sağlanan destek ile sürecin daha verimli hale getirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmacı rollerine yönelik öğretmen adaylarının ifade ettiği deneyimler fikir verici, TPAB farkındalığı, rol model ve destekleyici olmak üzere dört kod ile açıklanmaktadır.



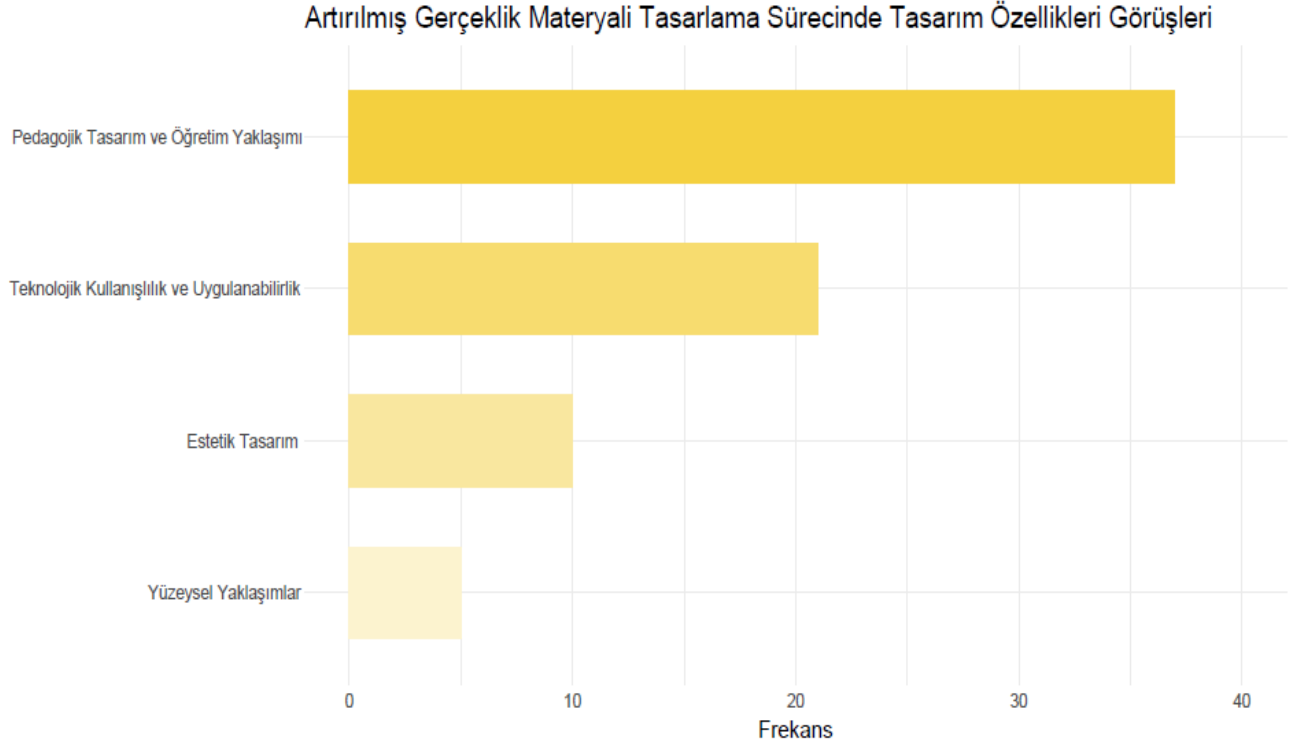
Şekil 4.18. Araştırmacı rolleri kategorisi ve kodları

Şekil 4.18’ de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının araştırmacı rolüne ilişkin en fazla ifade ettikleri deneyim araştırmacının fikir verici olmasıdır. Araştırmacının derste sunduğu örnek etkinliğe yönelik Gü7\_K5 “7 sınıf rasyonel sayılarla alakalı bir etkinlik görmüş olduk. Müfredattaki teknoloji entegrasi için ekstradan bir fayda sağladı. Özellikle bu şekilde temel konuların teknolojileri nasıl bağdaştırılacağını görmek bizim için oldukça faydalı oluyor.” diyerek sunulan örnek etkinliğin fikir verici olduğunu dile getirmektedir. Benzer biçimde Gü4\_K25 “Asal sayılar üzerinden planlanabilecek örnek fikri edindim. Ders planımda uygulayabileceğim türden bir etkinlikti.” diyerek Gü2\_K14 “derste bahsi geçen uygulamaların kullanım alanları bana ilham verdi diyebilirim” diyerek yine araştırmacı tarafından sunulan örnek etkinliğin fikir verici olduğunu ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarının bazıları araştırmacının ders tasarımının TPAB farkındalığını geliştirdiğini ifade etmektedir. Örneğin Gü2\_K14 “Öğretim yöntem ve teknikleri için alternatifler görmemi sağladı.” diyerek derste sunulan örneklerin TPAB’larına katkı sağladığını belirtmektedir. Bazı öğretmen adayları araştırmacıyı rol model aldığını söylemektedir. Örneğin Gö1\_K15 “Hatta biz direk sizin verdiğiniz örneğin benzer örnekler yaptık” derken Gö1\_K14 “Sizin gösterdiğiniz örnekler illaki bizleri etkiliyor” şeklinde bu durumu ifade etmektedir. Araştırmacının destekleyici rolüne ilişkin Gü1\_K27 “Hocamızın eşliğinde öğrendiklerimizi uygulamamız iyi oluyor, tek başımıza bunları uygulamamız sıkıntı olabilirdi.” derken G5\_K8 “Matematik için GeoGebrada bu kadar çok özelliğin olduğunu bilmiyordum, bu konuda hocamızın da direktifleriyle olumlu yönde değişimim olduğunu söyleyebilirim” şeklinde bu durumu ifade etmektedir.

#### 4.5.4. Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde tasarım özelliklerine ilişkin bulgular

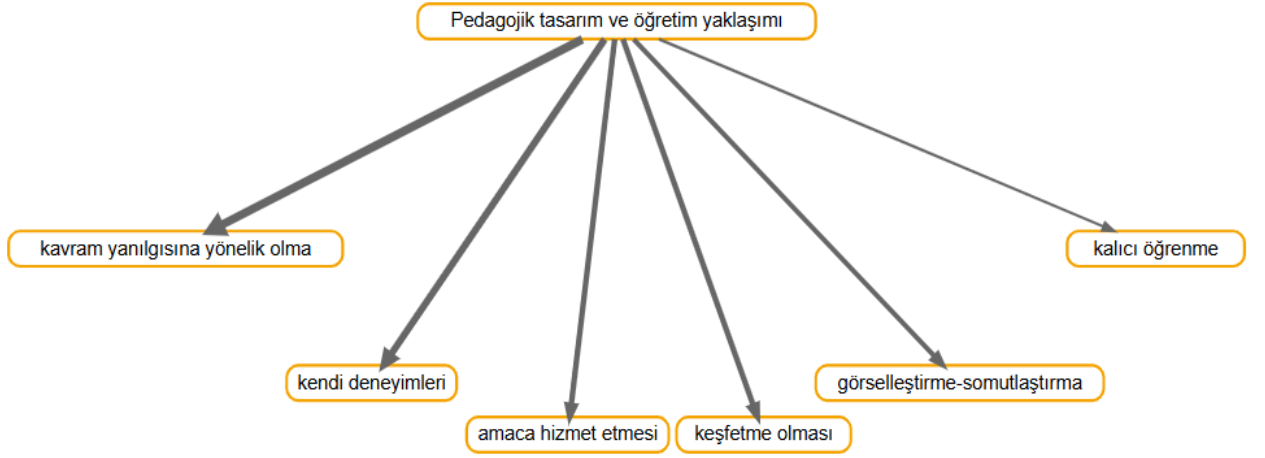
Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlarken dikkat ettikleri tasarım özelliklerine ilişkin bulgular pedagojik tasarım ve öğretim yaklaşımı, teknolojik kullanılabilirlik ve uygulanabilirlik, estetik tasarım, yüzeysel yaklaşımlar olmak üzere kod ile açıklanmaktadır. Bu kategori-kod ve frekans verileri Şekil 4.19’da sunulmaktadır.



**Şekil 4.19** Artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecindeki tasarım özelliklerine yönelik tema -kategori-kod ve frekansları

Aşağıda artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci tasarım özelliklerine ilişkin her bir kategori ve kodlar açıklanarak öğretmen adaylarının doğrudan ifadelerine yer verilmiştir.

## Pedagojik Tasarım ve Öğretim Yaklaşımı

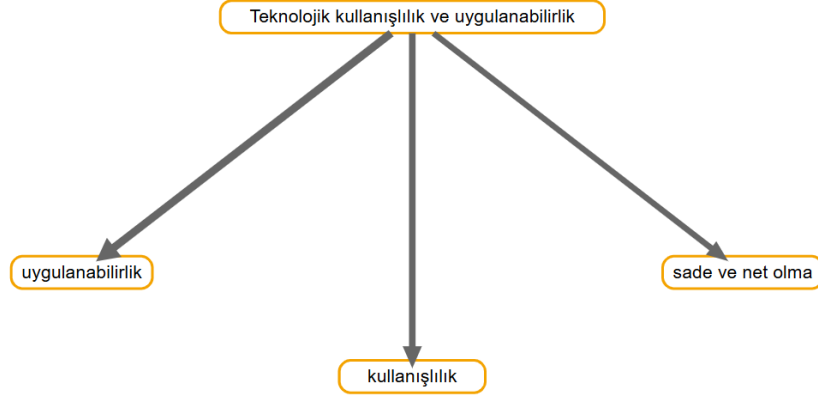


Şekil 4.20. Pedagojik Tasarım ve Öğretim Yaklaşımı kategorisi ve kodları

Şekil 4.20’de öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde en fazla dikkat ettikleri tasarım özelliğinin pedagojik tasarım ve öğretim yaklaşımı kodu olduğu görülmektedir. Bazı öğretmen adayları öğrencilerin yaptığı kavram yanlışlığına müdahale etmek amacıyla artırılmış gerçeklik materyali tasarladığını ifade etmektedir. Örneğin Gö4\_K9 öğrencilerin üslü sayılarda yaptıkları kavram yanlışlığına yönelik “*Bir de şey, üslü sayılarda üstü sıfır olunca sayı sıfır olmalı gibi.. hani benim öğrencilik hayatımızda orta okulda bizde yaptık yani.*” diyerek bu yanlışlığı dikkate aldıklarını belirtmektedir. Bazı öğretmen adaları ise kendi deneyimlerini dikkate aldığını Gö\_K8 “*Ya aslında kendimizden de yola çıkmış olabiliriz.*” diyerek Gö\_K25 “*Bunu da yapabilir gibi. Evet, bizim de karıştırdığımız şeyler vardı. Ben bunu karıştırıyordum. Mesela gibisinden de yola çıktık. Evet bunu da yapabilir. Çocuk böyle düşünebilir yani..*” diyerek ifade etmektedir. Öğretmen adaylarından bazıları ise materyali hazırlarken amaca hizmet etmesinin gerekli olduğunu ifade etmektedir. Örneğin Gö1\_K1 “*Benim seçerken en dikkat ettiğim şey de verdiğiniz dikdörtgende karınca yürümesi örneği var ya hocam.. hep sürekli O aklıma geliyor, amacına hizmet ediyor mu acaba diye düşünüyorum.*” şeklinde bunu ifade etmektedir. Bazı öğretmen adayları materyali tasarlarken keşfetme etkinliği olmasına dikkat ettiğini ifade etmektedir. Örneğin Gö1\_K15 “*Öncelikle biz hangi 5E modelin hangi bölümünde yapacağımıza karar verdik. Ona uygun olacak bir kazanım seçtik. Çünkü her kazanım keşfettirilemiyor.*” diyerek önce keşfetme bölümünde bir materyal tasarlama kararı verdiklerini daha sonra uygun kazanımı seçtiklerini ifade ediyor. Materyal tasarlarken görselleştirme- somutlaştırma olmasına dikkat ettiğini söyleyen Gö1\_K14 “*Bu*

konuda görsel kullanarak uygulamaya entegre edebiliriz diye düşündük. Ona dikkat etmeye çalıştık.” diyerek bunu ifade etmektedir.

### Teknolojik Kullanışlılık ve Uygulanabilirlik

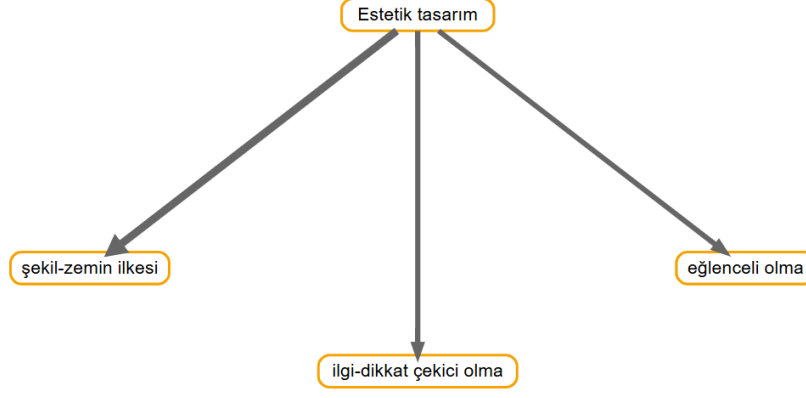


Şekil 4.21. teknolojik kullanılşlılık ve uygulanabilirlik kategorisi ve kodları

Şekil 4.21’de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde dikkat ettikleri teknolojik kullanılşlılık ve uygulanabilirlik kategorisi üç kod ile açıklanmaktadır. Bu kodlar sırasıyla uygulanabilirlik, kullanılşlılık ve sade net olma kodu şeklindedir. Öğretmen adaylarının bazıları materyal tasarımında uygulanabilirliğe dikkat ettiğini belirtmektedir. Örneğin Gö5\_K3 materyali tasarlarken “*Uygulamalarda kullanabileceğiniz şekilde ona dikkat ettik yani. Nasıl kullanabiliriz diye.*” diyerek uygulanabilirliğine dikkat ettiklerini ifade etmektedir. Bir başka öğretmen adayı materyalin kullanılşlığına dikkat ettiğini Gö4\_K26 “*Derste aslında uygunluğu tekrar kullanılabilirliği çok önemli.*” sözleriyle belirtmektedir. Bazı öğretmen adayları materyalin sade ve net olması gerektiğini belirtmektedir. Örneğin Gö1\_K15 “*Sadelığe önem veririm. Ben hani sade ve anlaşılır olması bence çok önemli gerçekten. Çünkü hani bazı arkadaşların etkinliklerini de izlerken hani bazıları yoğun geldi. O konuda eleştirilerde bulunduk mesela. O yüzden hani göze hitap etmesi sade ve anlaşılır olması bence çok önemli. Yani dediğim gibi daha önce de söylemiştim. Keşfetme aşamasında da kullanmaya daha çok önem gösteririm ben sanırım.*” diyerek artırılmış gerçeklik materyalinin sade net olmasının gerektiğini ifade etmektedir.

### Estetik tasarım

Öğretmen adaylarının materyal tasarımında dikkat ettiklerini belirttikleri bir diğer özellik estetik tasarım özelliğidir.

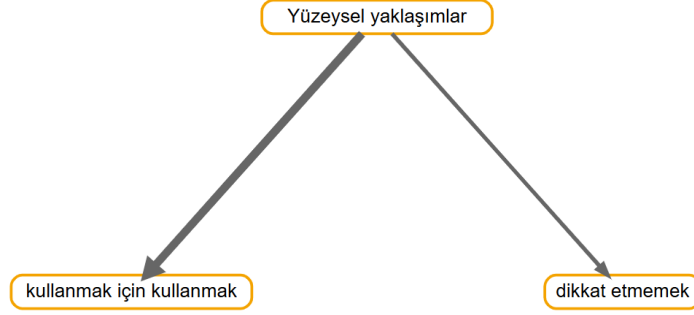


**Şekil 4.22.** Estetik tasarım kategorisi ve kodları

Şekil 4.22’de görüldüğü gibi estetik tasarım kategorisi üç kod ile açıklanmaktadır. Bu kodlar; şekil zemin ilkesi, ilgi-dikkat çekme ve eğlenceli olma şeklindedir. Öğretmen adaylarından Gö4\_K9 materyal tasarlarken dikkat ettiği özellikleri “*Yazı varsa yazının büyüklüğü, okunabilirliği, yani font seçimi, büyüklüğünün seçimi, her yerden aynı şekilde görünebilmesi de önemli. Arka planda önemli, böyle karmaşık arka planların önüne yazı koyuyorsan, eğer ona da bir arka plan koyman gerekiyor okunabilmesi için.. gibi gibi yani*” diyerek ifade etmektedir. Benzer biçimde Gö4\_K8 “*Bence arkadaşlarım da söyledi, o işte etkinliklerde falan o yazı boyutu, arka plan, videonun o sesi, eş zamanlı gelip gelmemesi, o geri dönüt aslında bence çok önemli.*” diyerek materyal tasarımıda şekil-zemin ilkesine dikkat ettiklerini belirtmektedir. Bir diğer katılımcı Gö4\_K26 “*Mesela kullandığımız animasyonlar falan hocam hani mesela biz hani buna güler miydik ya da işte sence çocuklar buna güler mi.. mesela doğru sahnesinde onu eğlendirecek ya da mutlu edecek bir şey olması gerekiyor ya. onlar buna gülebilir ya da bunu sevebilir gibi düşündük biraz daha..*” diyerek hazırladıkları materyalin ilgi- dikkat çekme özelliklerine dikkat ettiklerini ifade etmektedir. Materyal tasarımıda eğlenceli olmasına dikkat ettiklerini söyleyen Gö1\_K15 “*..denk kesirlere de çok uygun aslında. Ama birim kesirler daha eğlenceli. O yüzden.*” diyerek materyalin eğlenceli olması için kazanımı ona göre seçtiklerini ifade etmektedir.

### **Yüzeysel yaklaşımlar**

Öğretmen adaylarının bazıları artırılmış gerçeklik materyali tasarlarken aslında çok da dikkat etmediklerini ifade etmektedir. Bazıları sadece materyalde artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanmış olmak için kullandıkları ifade etmektedir. Öğretmen adaylarının bu ifadeleri kullanmak sıklıkları şekil 4.23’de görülmektedir.



Şekil 4.23. Yüzeysel yaklaşımlar kategorisi ve kodları

Öğretmen adaylarını materyal hazırlarken neye dikkat ettikleri sorulduğunda Gö5\_K5 “*dikkat etmemişiz ilkinde çok dikkat etmemişiz yani açıkçası onu fark ettik zaten.*” diyerek bu durumu dile getirmektedir. Yaptıkları materyal tasarımından aslında memnun olmadıklarını ifade eden Gö5\_K27 “*Biz de çok memnun değildik zaten biraz mecburiyetten.*” diyerek artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanmak için kullandığını belirtmektedir.

#### 4.6. Farklı TPAB seviyesindeki ilköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimleri nasıl değişmektedir?

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin TPAB seviyelerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemek amacıyla nitel veriler analiz edilmiştir. Verilere MAXQDA programı kullanılarak analiz edilip elde edilen temalar ve kodlar TPAB seviyeleri (düşük, orta, yüksek) doğrultusunda frekanslara göre gruplandırılmıştır.

Bulgular tematik olarak yapılandırılmıştır. Her tema için ilgili alt kodların TPAB seviyelerine göre dağılımı tablolarla ifade edilmektedir. Her tablo, ilgili temada öğretmen adaylarının deneyimlerinin hangi düzeyde yoğunlaştığını göstermekte; ardından gelen açıklayıcı paragraflarda bu farklılıklar yorumlanmaktadır. Böylece TPAB seviyelerinin, artırılmış gerçeklik materyali geliştirme deneyimlerine nasıl yansıdığı çok boyutlu olarak ortaya konulmuştur.

##### 4.6.1. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci TPAB deneyimleri

“Artırılmış Gerçeklik Materyali Tasarlama Süreci” teması altında öğretmen adaylarının TPAB bileşenlerine ilişkin deneyimleri analiz edilmiştir. Kodlar, Petko vd. (2025) tarafından tanımlanan TPAB modeli temel alınarak oluşturulmuş ve katılımcıların bu bileşenlere yönelik ifadeleri gruplandırılmıştır.



Şekil 4.24. TPAB Deneyimlerinin TPAB seviyelerine göre karşılaştırılması

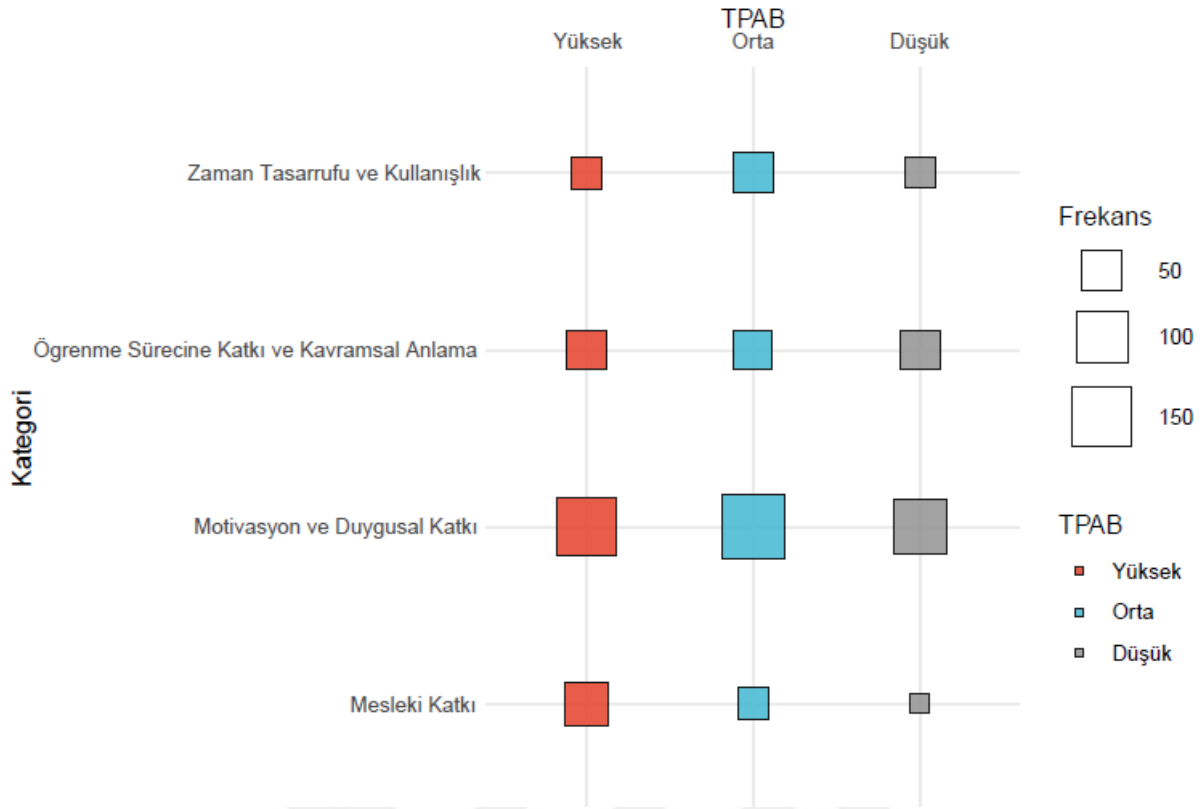
Şekil 4.24'te her bir TPAB bileşenine ilişkin kodların TPAB seviyesine göre frekanslarının yer almaktadır. Bu yapıda öğretmen adaylarının TPAB seviyesi arttıkça hangi bilgi türünün daha baskın olduğu veya hangilerinin daha az ifade edildiği görülmektedir.

Teknolojik bilgi bileşeni tüm gruplarda en fazla vurgulanan bileşen olmuştur. Pedagojik bilgi, teknolojik pedagojik bilgi ve pedagojik alan bilgisi bileşenleri en fazla orta TPAB grubunda vurgulanırken, alan bilgisi ve teknolojik alan bilgisi bileşenlerinin en fazla düşük TPAB grubunda vurgulandığı, bağlam bilgisinin ise en fazla yüksek TPAB grubunda vurgulandığı görülmektedir.

#### 4.6.2. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecine yönelik görüşler

##### Avantajlar

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde yaşadıkları olumlu deneyimler avantajlar temasında yansıtılmaktadır. Bu deneyimler dört alt kategoride açıklanmaktadır. Öğretmen adaylarının alt kategorilere göre frekans dağılımları ve bu dağılımın TPAB seviyelerine göre nasıl farklılaştığı Şekil 4.25'te sunulmuştur.



Şekil 4.25. Avantajlara ilişkin verilerin TPAB seviyelerine göre karşılaştırılması

Şekil 4.25'te görüldüğü gibi öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde tüm TPAB seviyelerindeki öğretmenler tarafından en fazla vurgulanan avantaj “motivasyon ve duygusal katkı” alt kategorisi olmuştur. Bu alt kategori memnuniyet, dikkat çekme, eğlenceli gibi artırılmış gerçeklik kullanımının öğretmenler ve öğrenciler üzerindeki duyuşsal etkilerini kapsamaktadır. TPAB seviyelerine göre incelendiğinde “motivasyon ve duygusal katkı” avantajının en fazla vurgulandığı grup orta TPAB grubu olmuştur. Bu bulgu, orta seviyede TPAB’a sahip olan öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyallerinin öğrencinin ilgisini çekme, eğlenceli olma, memnuniyet gibi avantajlarını, diğer gruplara göre daha fazla ifade ettiklerini göstermektedir. Yüksek TPAB grubundaki öğretmen adaylarının da bu katkıları çok fazla vurguladığını görülmektedir. Bu katkıları en az vurgulayan grubun düşük TPAB grubu olduğu tespit edilmiştir.

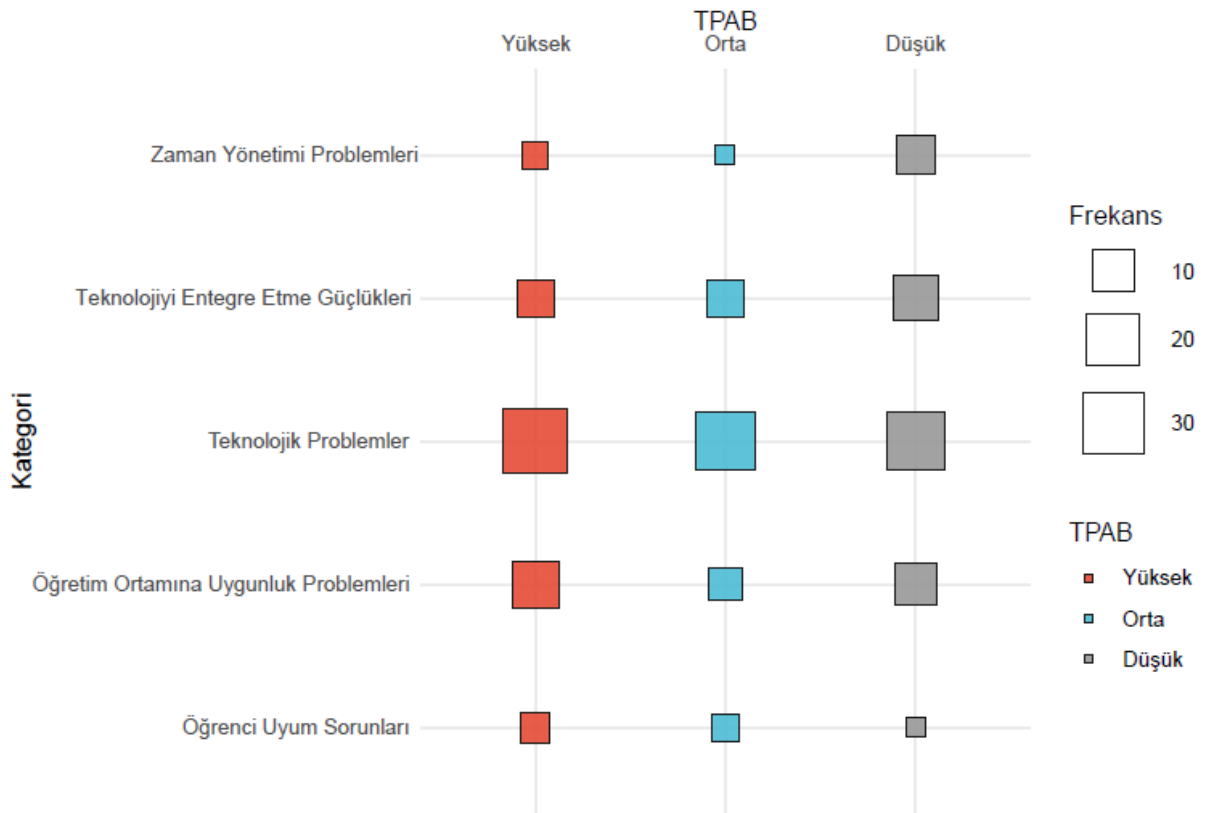
“Öğrenme sürecine katkı ve kavramsal anlama” alt kategorisi artırılmış gerçeklik materyallerinin görselleştirme, somutlaştırma, kavramsal anlama, aktif katılım sağlama süreçlerine katkısını içermektedir. Öğretmen adayların TPAB seviyelerine göre incelendiğinde tüm gruplarda benzer düzeyde bu katkının dile getirildiği görülmektedir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının TPAB seviyesi ne olursa olsun artırılmış gerçeklik teknolojinin öğrenme sürecine katkı sağladığını ve kavramsal anlamaya destek olacağını düşündüğünü göstermektedir.

“Zaman tasarrufu ve kullanılabilirlik” alt kategorisi artırılmış gerçeklik materyallerinin kullanılabilirlik, pratiklik ve zaman tasarrufu sağlaması gibi avantajlarını kapsamaktadır. Bu avantajı en fazla dile getiren öğretmen adayları grubunun orta TPAB grubu olduğu görülmektedir. Orta TPAB grubunun artırılmış gerçeklik materyallerinin kullanımını diğer gruplara göre daha pratik ve kullanılabilir bulduğu söylenebilir. Düşük TPAB ve yüksek TPAB grubunda bu avantaj daha az vurgulanmıştır.

“Mesleki katkı” alt kategorisi öğretmen adaylarının süreçte teknoloji entegrasyonu öğrendiğini, mesleki tatmin, bakış açısı ve özgüven kazandığını ifade ettiği içerikleri kapsamaktadır. Bu avantaj en fazla yüksek TPAB grubunda vurgulanmıştır. Bu bulgu öğretmen adaylarının TPAB seviyesi arttıkça artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecini mesleki gelişimine katkı sağlayan bir deneyim olarak algıladıklarını ortaya koymaktadır. Diğer gruplarda bu avantaj daha sınırlı düzeyde ifade edilmiştir.

### Dezavantajlar

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde yaşadıkları olumsuz deneyimler dezavantajlar temasında yansıtılmaktadır.



Şekil 4.26. Dezavantajlara ilişkin verilerin TPAB seviyelerine göre karşılaştırılması

Şekil 4.26’da tüm TPAB seviyelerinde en fazla karşılaşılan güçlüğün “teknolojik problemler” alt kategorisi olduğu görülmektedir. Bu alt kategorinin özellikle yüksek TPAB grubunda diğer gruplardan daha fazla dile getirildiği sonucuna ulaşılmıştır. Yüksek TPAB seviyesindeki öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlarken teknik sınırlamaları daha fazla fark ettiklerini ve bu noktada daha eleştirel bir bakış açısıyla bu durumu ifade ettikleri söylenebilir.

“Öğretim ortamına uygunluk problemleri” alt kategorisi de yine benzer şekilde yüksek TPAB grubunda sıklıkla dile getirilmiştir. Bu durum yüksek TPAB seviyesine sahip öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik uygulamalarını öğretim koşulları ve kazanımların uygunluğu ile ilişkilendirerek daha bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirdiğini göstermektedir. Öğretmen adayları bu bağlamda artırılmış gerçeklik materyallerinin sınıf yönetimini zorlaştırabileceğini, her kazanım için uygun olmayabileceğini ifade etmişleridir.

“Teknolojiyi entegre etme güçlükleri” tüm gruplarda yakın düzeyde vurgulanmakla birlikte en fazla düşük TPAB seviyesinde dile getirilmiştir. Bu bulgu, düşük TPAB grubundaki öğretmen adaylarının teknolojiyi entegre etme noktasında daha fazla zorlandıklarını göstermektedir.

“Zaman yönetimi problemleri” en fazla düşük TPAB grubundaki öğretmen adayları tarafından dile getirilmiştir. Düşük TPAB seviyesindeki öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyali hazırlama ve uygulamayı zaman alıcı olarak görmektedir. Diğer TPAB seviyesindeki gruplarda (yüksek, orta) “zaman yönetimi problemleri” daha az dile getirilmiştir.

“Öğrenci uyum sorunları” alt kategorisi yüksek TPAB seviyesindeki öğretmen adayları tarafından daha fazla dile getirilmiştir. Bu bulgu, yüksek TPAB seviyesindeki öğretmen adaylarının öğrenciye yönelik dezavantajları daha eleştirel ifade ettiğini göstermektedir.

### **Avantaj ve Dezavantajların TPAB Seviyesine Göre Karşılaştırılması-Özet**

TPAB seviyesi yükseldikçe, öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik teknolojisini sadece öğrenci bağlamında değil aynı zamanda kendi mesleki gelişimleri, öğretimsel stratejiler ve sınıf içi uygulamalar bağlamında da daha bütüncül bir biçimde değerlendirdikleri gözlemlenmiştir. TPAB seviyesi yüksek olan öğretmen adayları materyal geliştirme sürecinin mesleki katkı, öğrenme sürecine ve kavramsal öğrenmeye katkısı gibi yönlerine vurgu yaparken, dezavantaj yönünden teknolojik ve öğretim ortamına uygunluk problemlerine vurgu yapmaktadır. Bu bulgu, yüksek TPAB seviyesine sahip öğretmen adaylarının süreci sadece

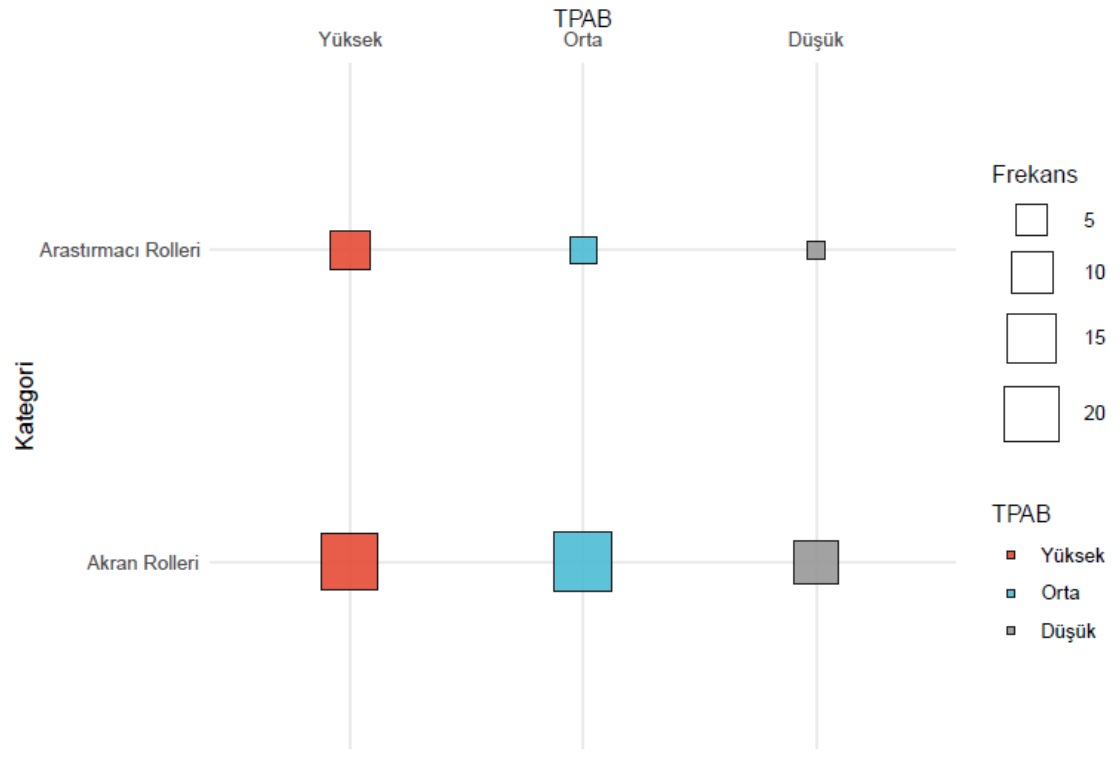
teknik olarak değil aynı zamanda pedagojik ve bağlamsal olarak değerlendirdiğini göstermektedir.

Orta TPAB seviyesine sahip olan öğretmen adayları artırılmış gerçeklik teknolojisinin “motivasyon ve duygusal katkı” ile “zaman tasarrufu ve kullanılabilirlik” yönlerine vurgu yapmış, süreci daha fayda odaklı ve pratik olarak değerlendirmiştir. Bu gruptaki öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyallerinin öğrenme sürecine katkısını da vurgulamış ancak pedagojik bütünleştirme ve öğretimsel derinlik yönünden sınırlı kalmıştır.

Düşük TPAB seviyesine sahip olan öğretmen adayları artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecini çoğunlukla teknik problemler, zaman yönetimi sorunları ve entegrasyon güçlükleri bağlamında değerlendirmiştir. Bu durum, söz konusu grubun artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik algısının, avantajlardan ziyade karşılaşılan zorluklara ve sınırlayıcı koşullara odaklandığını göstermektedir.

#### 4.6.3. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci rolleri

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde deneyim kazandıkları akran ve araştırmacı rollerinin TPAB seviyelerine göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 4.27’de sunulmuştur.



Şekil 4.27. Roller ve öğretmen adaylarının TPAB seviyelerine göre frekansları

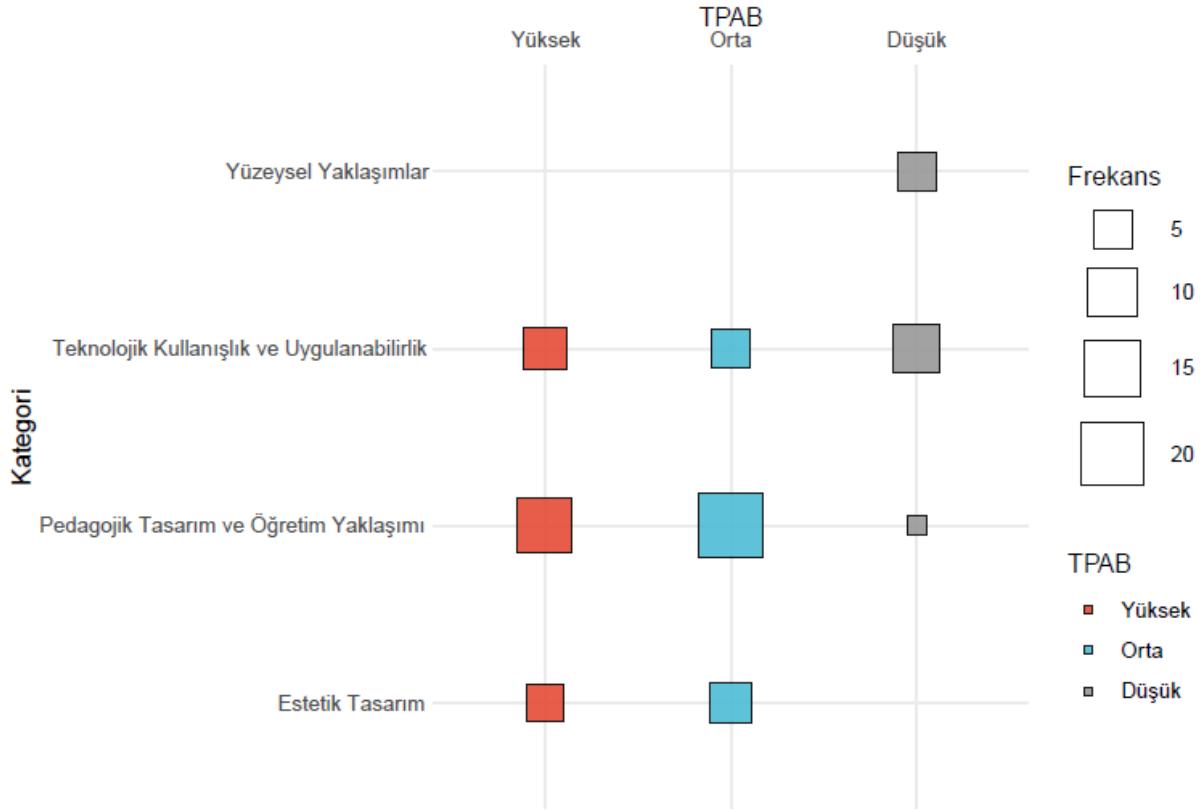
Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama sürecinde öğretmen adaylarının işbirlikçi çalışmalarını teşvik edilmiştir. Bu süreçte hem akranlarıyla hem de araştırmacı ile yoğun bir iletişim halinde olan öğretmen adayları sürecin rollerini iki kategoride ifade etmektedir.

“Araştırmacı rolleri” artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinde araştırmacının fikir verme, destekleme, rol model olma gibi rollerini kapsamaktadır. Bu rolde en fazla frekans yüksek TPAB grubundaki öğretmen adaylarında ortaya çıkmıştır. Bu bulgu yüksek TPAB seviyesindeki öğretmen adaylarının sürecin araştırmacı desteği boyutunu daha etkili kullandıklarını göstermektedir. Orta ve düşük TPAB gruplarında bu rol daha sınırlı düzeydedir.

“Akran rolleri” artırılmış gerçeklik materyali geliştirme sürecinde öğretmen adaylarının birbirlerine fikir verme, eksiklerini görme, yaratıcılığını destekleme gibi rollerini içermektedir. Öğretmen adaylarının her TPAB seviyesinde en fazla ifade ettikleri rol akran rolleri olmuştur. Bu rolde en fazla frekanslar sırasıyla orta TPAB grubunda ve yüksek TPAB grubunda görülmüştür. Düşük TPAB grubundaki öğretmen adayları bu rolde daha sınırlı düzeyde etkileşim göstermektedir. Bu durum, orta ve yüksek TPAB seviyesindeki öğretmen adaylarının akran etkileşimine daha fazla katıldıklarını, grup içinde işbirlikçi öğrenmeye daha yatkın olduklarını ortaya çıkarmaktadır.

#### **4.6.4. Artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci tasarım özellikleri**

Öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlarken dikkat ettikleri tasarım özelliklerinin TPAB seviyelerine göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 4.28’de sunulmuştur.



Şekil 4.28. Tasarım Özellikleri ve öğretmen adaylarının TPAB seviyelerine göre frekansları

“Pedagojik tasarım ve öğretim yaklaşımı” kategorisi öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlarken dikkat ettiği kavram yanılıgına yönelik olma, anlamlı öğrenme sağlama, amaca hizmet etme, keşfetme etkinliği olma gibi özellikleri kapsamaktadır. Bu kategori en fazla orta TPAB grubunda, daha sonra yüksek TPAB grubunda vurgulanmıştır. Düşük TPAB grubunda ise bu kategori neredeyse hiç yer almamıştır. Bu bulgu orta ve yüksek TPAB gruplarının materyal tasarımında öğretimsel hedeflere ve pedagojik özelliklere dikkat ettiğini göstermektedir.

“Teknolojik kullanılşılık ve uygulanabilirlik” kategorisi öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlarken dikkat ettiği kullanılşılı olma, sade ve net olma, uygulanabilir olma gibi özellikleri kapsamaktadır. Tüm TPAB seviyelerinde bu kategori vurgulanmakta ancak en fazla düşük TPAB grubunda dile getirilmektedir. Bu bulgu düşük TPAB grubunun materyal tasarım sürecine kullanılşılık ve uygulanabilir olma açısından yaklaştığını göstermektedir.

“Estetik tasarım” kategorisi öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarımında dikkat ettiği şekil-zemin ilkesini, ilgi-dikkat çekici olma gibi özellikleri kapsamaktadır. Bu kategoride en fazla ifade sırasıyla orta TPAB grubunda, yüksek TPAB grubunda yer almıştır. Düşük TPAB grubunda ise estetik tasarım kategorisine hiç yer

verilmemiştir. Bu bulgu düşük TPAB' a sahip öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarımında estetik boyuta yeterince önem vermediklerini göstermektedir.

Yüzeysel yaklaşımlar kategorisi artırılmış gerçeklik materyalini tasarlarken aslında tasarım özelliklerine çok dikkat etmediklerini söyleyen ifadeleri içermektedir. Bu kategorideki ifadeler sadece düşük TPAB grubunda ortaya çıkmıştır. Bu bulgu düşük TPAB seviyesindeki öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyallerini tasarlarken daha yüzeysel ve teknolojik olarak kolay uygulanabilir olma odaklı bir yaklaşım sergilediklerini göstermektedir.



## BÖLÜM 5

### 5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen bulgular ilgili alan yazın ışığında tartışılmıştır. Devam eden bölümlerde araştırmanın sonuçlarına ve önerilere yer verilmiştir.

#### 5.1. Tartışma ve Sonuç

Araştırmada öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreci ve bu süreçteki TPAB deneyimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu süreçte öğretmen adaylarından hem nicel hem de nitel veriler toplanmış ve uygun yöntemlerle analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda her bir alt probleme yönelik tartışma ve sonuç bölümleri aşağıda sunulmuştur.

##### 5.1.1. Birinci alt probleme ilişkin tartışma-sonuç

Bu araştırma probleminde ilköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimleri neticesinde TPAB ön test- son test sonuçları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı incelemiştir. Elde edilen bulgular bu sürecin öğretmen adaylarının TPAB seviyelerini anlamlı bir biçimde arttırdığını göstermektedir. Öğretmen adaylarının TPAB-Mat ölçeğinden aldığı ön test puanları ile son test puanları arasındaki 43,66 puanlık fark ve hesaplanan Cohen's  $d=1,22$  değeri bu gelişimin çok yüksek düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç, öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecinin TPAB becerilerini geliştirmede oldukça etkili olduğunu göstermektedir. TPAB-Mat ölçeğinin “teknolojik bilgi (TB), alan bilgisi (AB), pedagoji bilgi (PB), pedagojik alan bilgisi (PAB), teknolojik alan bilgisi (TAB), teknolojik pedagojik bilgi (TPB), teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) ve bağlam bilgisi (BB)” olmak üzere sekiz alt boyutuna ilişkin bulgular genel bulguyu desteklemektedir.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecinin, TPAB-Mat ölçeğinin tüm alt boyutlarında anlamlı farklılık yarattığı tespit edilmiştir. Bu alt boyutlarda en fazla artış TPAB boyutunda olduğu görülmektedir. Bu artış, AG materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarına pedagoji, teknoloji ve alan bilgilerini bütünleştirme konusunda önemli katkı sağladığını göstermektedir. TPAB-Mat ölçeğinde en fazla artış olan ikinci alt boyut teknolojik bilgi (TB) boyutudur. Araştırmada nitel verilerle de desteklenen bulgu öğretmen adaylarının teknolojik bilgi ve becerilerinde güçlü bir artış yaşadığını göstermektedir. Bu artışın sebebinin öğretmen adaylarının uygulama sürecinde kullandıkları çeşitli yazılım, donanım ve teknolojik

araçlar olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde öğretmen adaylarının pedagojik bilgilerinde de güçlü bir artış tespit edilmiştir. Bu sonuç öğretmen adaylarının öğretim uygulamalarında pedagojik olarak geliştiklerini göstermektedir. Uygulama sürecindeki araştırmacının pedagojik rehberliğinin ve tasarlanan AG materyali örneklerinin bu artışa katkı sağladığı söylenebilir. Teknolojik ve pedagojik bilgilerde yaşanan güçlü artışın öğretmen adaylarının TPB'ne de katkı sağladığı görülmektedir. Bu bulgu öğretmen adaylarının teknolojik ve pedagojik bilgilerini bütünleştirme konusunda geliştiklerini göstermektedir. Öğretmen adaylarının alan bilgilerinde yaşanan güçlü gelişmeye birlikte PAB ve TAB boyutlarında da güçlü gelişmeler yaşandığı görülmektedir. Adayların en az gelişme yaşadığı alan Bağlamsal Bilgi (BB) alt boyutu olmuştur. Bu alanda artış anlamlı fakat diğer alt boyutlara göre sınırlı düzeydedir. Bu sonuç öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecinde BB farkındalıklarının arttığını yani teknolojik içerikleri farklı bağlamlara uyarlama becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Ancak bu artışın sınırlı olmasında öğretmen adaylarının sınıf ortamında tasarladıkları materyalleri okul bağlamında uygulama fırsatının olmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü öğretmen adaylarının hazırlanan teknolojik materyalleri sınıflarda nasıl kullanacakları konusunda endişelerinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle öğretmen adaylarının BB boyutundaki gelişimleri diğer boyutlara göre sınırlı kalmıştır. Araştırmanın nicel boyutunda elde edilen bu bulgular nitel verilerle de desteklenmiştir. Nitekim öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecindeki görüş ve deneyimlerinin incelendiği altıncı problemde TPAB deneyimlerine yönelik en fazla TB boyutunda ifadelere yer verdikleri en az BB boyutunda ifadelere yer verdikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu ifadelerin nicel bulgularla paralel olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının teknoloji destekli öğrenme deneyimlerinin TPAB seviyelerini artırdığı yapılan benzer çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Örneğin, Tıkman (2023) öğretmen adaylarının dijital materyal tasarım deneyimlerinin TPAB öz-değerlendirme becerilerini arttırdığını tespit etmiştir. Benzer şekilde Özçakır ve Aydın (2019) AG destekli öğrenme deneyimlerinin öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımına yönelik öz-yeterliliklerini geliştirdiğini belirlemiştir. Özçakır (2017) öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama sürecinde sadece teknik yeterlilik değil aynı zamanda öğretim sürecini yapılandırma ve öğretim içeriği üretme noktasındaki pedagojik yeterliliklerinin geliştiğini gözlemlemiştir. Benzer şekilde Yiğit- Koyunkaya (2017) ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının teknoloji destekli öğretim süreci sonunda TPAB'lerinin anlamlı bir biçimde geliştiğini tespit etmiştir. Günbaş (2020) teknolojik materyal oluşturma sürecinin öğretmen adaylarının

TPAB'larını geliştirdiğini belirlemiştir. Köksal-Baları (2025) öğretmen adaylarına teknoloji destekli öğretim uygulamaları yaptırılmasının adayların TPAB yeterliliklerini geliştirdiğini tespit etmiştir. Bu araştırmalara paralel olarak Barroso-Osuna ve Palacios-Rodríguez (2022) öğretmen adaylarının AG materyali hazırlama sürecine aktif katılım göstermelerinin TPAB (Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi) gelişimlerine katkısını desteklemektedir.

Ayrıca öğretmen adaylarının TPAB'ları ile teknolojiyi matematik öğretiminde kullanıma yönelik inançları arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu noktada Hidayat vd. (2024) tarafından öğretmen adaylarının özellikle TPAB ile TAB bileşenlerinin matematikte teknoloji kullanımına dair olumlu inançları üzerinde büyük etkisi olduğunu tespit etmiştir. Mevcut araştırmada da benzer şekilde AG materyali tasarlama sürecinin öğretmen adaylarının TPAB ve TAB seviyelerini anlamlı düzeyde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin matematik eğitiminde teknoloji kullanımına yönelik niyetlerini doğrudan ve güçlü bir biçimde etkilediği görülmektedir (Yıldız & Arpacı, 2024). Bunun nedenin öğretmen adaylarının TPAB seviyeleri ile teknolojiyi derslerde kullanmaya yönelik öz-yeterlikleri arasında güçlü ilişkiden kaynaklı olduğu söylenebilir (Turgut, 2023). Bu noktada Kapıcı ve Akçay (2023) öğretmen adaylarının sanal platformda teknoloji entegrasyonuna dayalı ders planları hazırlama deneyimlerinin TPAB öz-yeterliklerini anlamlı bir şekilde artırdığını belirlemiştir. Dolayısıyla TPAB gelişimi sadece bilgi boyutunda bir artışı ifade etmekten ziyade, aynı zamanda adayların teknoloji kullanımına yönelik inanç, özyeterlilik ve tutumlarını da etkilemektedir. Bu bağlamda mevcut araştırmada, öğretmen adaylarının derslerinde teknolojiyi kullanmaya daha istekli olmaları, kendilerini daha yeterli hissetmeleri, teknoloji kullanımına dair olumlu tutumları bu çalışmalarını destekler niteliktedir.

Öğretmen adaylarının TPAB çerçevesini iyi anlaması gerektiği (Arifuddin vd., 2025) ve bu noktada yetersizlikler yaşadığı düşünüldüğünde (Kocagül & Ünal Çoban, 2024) adaylara, teknoloji entegrasyonuna ilişkin daha fazla deneyim yaşamaları için fırsat sunulmalıdır. Nitekim Young vd. (2019) mesleki gelişim programlarının öğretmenlerin teknolojik bilgi, pedagojik bilgi, teknolojik içerik bilgisi ve pedagojik içerik bilgisi algılarını artırdığını ortaya koymuştur. Araújo Filho ve Gitirana (2022) ise hizmet öncesi öğretmen eğitiminde dijital teknoloji kullanımının işbirlikçi planlama süreçleriyle zenginleştirildiğinde TPAB gelişimine katkı sağladığını tespit etmiştir.

Mevcut araştırma bulguları, literatürle paralel şekilde öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama deneyimlerinin TPAB gelişimine güçlü bir biçimde katkı sağladığını

göstermektedir. Özellikle TPAB, TB, TAB ve PB alt boyutlarında yüksek düzeyde gelişim tespit edilmiştir. Bu bulgular AG materyali tasarlama sürecinin öğretmen adaylarının pedagojik, teknolojik ve alan bilgilerini bütünleştirme konusundaki güçlü katkısına işaret etmektedir.

### 5.1.2. İkinci alt probleme ilişkin tartışma-sonuç

Bu araştırma probleminde ilköğretim matematik öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimleri neticesinde dijital materyal hazırlama yeterlilikleri ön test- son test sonuçları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen bulgular süreçte öğretmen adaylarının dijital materyal hazırlama yeterliliklerinde anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarının DMTYÖ ölçeğinden aldığı ön test puanları ile son test puanları arasındaki fark ve hesaplanan Cohen's d değeri bu gelişimin çok yüksek düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak AG materyali geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının dijital materyal hazırlama becerilerin geliştirmede oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

Dijital materyal hazırlama yeterliğinin tüm alt boyutlarında (Tasarım ve Geliştirme Yeterliği, Teknik Yeterlik, Teknopedagojik Yeterlik ve Uygulama-Değerlendirme Yeterliği) ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Özellikle TY boyutunda oldukça yüksek düzeyde bir etkinin olduğu görülmektedir. Bu bulgu AG materyali tasarlama sürecinde bütün öğretmen adaylarının teknik ve teknolojik bilgilerinin geliştiğini ortaya koymaktadır. TGY boyutunda da benzer biçimde elde edilen yüksek etki büyüklüğü dikkat çekicidir. Bu sonuç öğretmen adaylarının materyal tasarım sürecinde daha amaca uygun, kullanışlı ve estetik dijital materyal üretme konusunda geliştiklerini göstermektedir. TPY boyutunda da anlamlı gelişim tespit edilmesi öğretmen adaylarının süreçte dijital araçlarla pedagojik hedefleri nasıl bütünleştireceklerine dair gelişim yaşadıklarını göstermektedir. UDY boyutunda yaşanan gelişim, öğretmen adaylarının süreçte tasarladığı materyallerin kullanımını değerlendirme ve uygulama deneyimleri açısından katkısına işaret etmektedir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecinde tasarım ve geliştirme yeterliliği ile teknik yeterlilik boyutlarında hızla gelişme gösterdiğini, materyallerin sınıf içinde uygulanması ve değerlendirilmesi noktasında deneyimlerinin sınırlı olduğunu söyleyebiliriz.

Literatür bulguları mevcut araştırmayı desteklemektedir. Örneğin Tıkman (2022), dijital materyal geliştirme sürecinin öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyon becerilerini arttırdığını tespit etmiştir. Benzer biçimde Şen vd. (2025) yapay zeka destekli materyal

tasarlama eğitiminin öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama yeterliliklerini anlamlı ölçüde arttırdığını belirlemiştir. Bilişim Teknolojileri öğretmenlerinin rehberliğinde branş öğretmenleriyle bir araştırma yapan Soydan (2018) dijital materyal geliştirme sürecinin öğretmenlerin teknolojiyi derse entegre etme becerilerini ve öz-yeterliliklerini artırdığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak teknoloji entegrasyonuna yönelik süreçlerin öğretmen adayların dijital materyal tasarlama yeterliliğini geliştirdiği söylenebilir.

Öğretmen adaylarının ifade ettiği gibi dijital teknolojilerin matematik eğitimindeki soyut kavramları somutlaştırma, motivasyonu artırma ve öğrenmeyi daha dikkat çekici hale getirme potansiyeli bulunmaktadır (Temel & Gür, 2022). Bu bağlamda özellikle matematik derslerinde dijital teknolojilerin kullanımına daha fazla yer verilmesi önemlidir. Ancak bu süreçte bazı zorluklar yaşanabilmektedir. Öğretmen adaylarının dijital materyal hazırlama sürecinde yaşadığı zorluklara yönelik Şimşek ve Yazıcı (2021), özellikle pedagojik uygunluk boyutunda adayların yetersizlik yaşadıklarını belirlemiştir. Bu bağlamda mevcut araştırmada, öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecinde gösterdikleri TPY boyutundaki gelişim, adayların teknolojiyle yönelik pedagojik uygunluk eksikliklerinin giderilmesinde fayda sağlayabilecek bir unsur olarak değerlendirilebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının dijital materyal hazırlamaya yönelik kaygıları dijital materyal tasarlama deneyimleri ile azaltılabilir (Yılmaz, 2024). Bu kapsamda öğretmen eğitiminde adayların dijital materyal tasarlama deneyimleri kazanması oldukça kritik öneme sahiptir. Çünkü lisans eğitiminde alınan dersler öğretmen adaylarının dijital teknolojileri kullanımını olumlu etkilemektedir (Temel & Gür, 2022). Nitekim öğretmenlerin dijital materyal yeterliliklerini karşılaştıran Gökbulut vd. (2021) de genç öğretmenlerin dijital materyal tasarımında daha yüksek performans gösterdiğini tespit etmiştir.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama deneyimlerinin, dijital materyal tasarlama yeterliliklerini anlamlı ve güçlü bir biçimde arttırdığı belirlenmiştir. Bu artış sadece toplam puanda değil aynı zamanda bütün alt boyutlarda tespit edilmiştir. Dolayısıyla AG materyali tasarlama sürecinin öğretmen adaylarının dijital materyal geliştirme becerilerini hem teknik hem pedagojik olarak bütüncül bir biçimde desteklediği söylenebilir.

### **5.1.3. Üçüncü alt probleme ilişkin tartışma-sonuç**

Bu alt problemde öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali geliştirme süreci sonunda, dijital materyal hazırlama yeterlilikleri ile TPAB düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının

TPAB seviyeleri ile dijital materyal tasarlama yeterlilikleri arasında pozitif ve anlamlı ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Alt boyutlarda korelasyon katsayısının orta ve yüksek düzeyde olması bu ilişkinin tutarlı ve güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının dijital materyal tasarım yeterliliği ile teknolojik bilgileri arasında yüksek düzeyde ilişki tespit edilirken; alan bilgileri ve pedagojik bilgileri ile arasında orta düzeyde pozitif yönde anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının teknolojik, pedagojik ve alan bilgileri artıkça dijital materyal tasarım yeterliliklerinin arttığı söylenebilir.

Özellikle öğretmen adaylarının teknopedagojik bilgileri ile tasarım ve geliştirme yeterliği, teknopedagojik yeterlilik, uygulama ve değerlendirme yeterliliği arasındaki yüksek düzeyde anlamlı ilişkiler, dijital materyal tasarımında öğretmen adaylarının teknopedagojik bilgilerinin önemini göstermektedir. Bu ilişki öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlarken teknolojik bilginin yanında pedagojik yöntem ve teknikleri bütünleştirebilmelerinin önemine işaret etmektedir.

Öğretmen adaylarının teknolojik alan bilgileri ile teknopedagojik yeterlilikleri ve uygulama ve değerlendirme yeterlilikleri arasındaki yüksek düzeyde anlamlı ilişki öğretmen adaylarının TAB'larının dijital materyal tasarımında önemini göstermektedir. Teknolojik alan bilgisi yüksek olan öğretmen adayları, dijital materyal tasarlarken materyalin pedagojik uygunluğu ve uygulanabilirliği konusunda daha bilinçli değerlendirmeler yaparak teknolojinin öğretim hedefleri ile bütünleşmesini sağlayabilir.

Öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisi ile tasarım ve geliştirme yeterliği ve teknopedagojik yeterlilik arasındaki yüksek düzeyde anlamlı ilişki öğretmen adaylarının PAB'lerinin dijital materyal tasarımındaki önemine işaret etmektedir. PAB'leri yüksek öğretmen adayları, materyalin tasarım ve geliştirme boyutu ile teknopedagojik yeterliği boyutlarını daha derinlemesine analiz etmektedir. Bu çerçevede PAB'leri yüksek öğretmen adaylarının materyalin öğretim hedeflerine uygun ve estetik bir biçimde tasarlamamasına önem verdikleri ve bu konuda kendilerini yeterli hissettikleri söylenebilir.

Literatür incelendiğinde, Kum (2022) öğretmen adaylarının TPAB seviyeleri ile dijital okuryazarlık becerileri arasındaki ilişkinin yüksek olduğunu tespit etmiştir. Dolayısıyla TPAB'leri yüksek olan öğretmen adaylarının dijital materyal tasarım yeterliliklerinin yüksek olması beklenen bir sonuçtur ve araştırma bulgularıyla paraleldir. Nitekim Bakaç ve Özen (2017) öğretmen adaylarının materyal tasarımına yönelik öz-yeterliliklerinin TPAB seviyelerine göre farklılaştığını ifade etmektedir. Tatlı vd. (2016) ise öğretmen adaylarının dijital materyal

kullanma deneyimlerinin TPAB öz güven algularını olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. Dijital materyal tasarlama deneyimlerinin öğretmen adaylarının konunun öğretimindeki teknolojik, pedagojik ve alan bilgilerini bütünleştirme konusundaki algularını geliştirdiği söylenebilir. Tatlı vd. (2016) bu deneyimin öğretmen adaylarının TPAB, TAB ve TB öz güven düzeylerini anlamlı bir şekilde artırdığını fakat TPB boyutundaki öz güven düzeyinde anlamlı bir artışın olmadığını tespit etmiştir. Bu sonuçla öğretmen adaylarının teknoloji ve alan bilgisini birleştirmekte daha hızlı gelişim gösterirken teknoloji ile pedagojik yaklaşımları bütünleştirme konusunda daha fazla desteği ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Mevcut araştırmada pek çok katılımcı görüşü bu bulguyu desteklemektedir. Örneğin K1'in "Materyali hazırlarken pedagojik olarak nasıl sunacağımı da düşünmek zorunda kaldım. Sadece teknolojiyle ilgilenmek yetmiyordu." ifadesi teknoloji ile pedagojik bilginin bütünleştirilmesinin daha karmaşık bir yapı olduğunu göstermektedir.

Önal ve Alemdağ (2018) eğitim amaçlı web sitesi tasarlama sürecinin öğretmen adaylarının TPAB yeterliliklerini arttırdığını tespit etmiştir. Benzer biçimde Uygun vd. (2023) Web 2.0 tabanlı öğretim uygulamalarının matematik öğretmen adaylarının TPAB seviyelerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular mevcut çalışma ile örtüşmektedir. Öğretmen adaylarının materyal tasarlama süreci, dijital materyallerin sahip olması gereken özelliklere yönelik farkındalık kazanmalarını desteklemektedir. Bu çerçevede Koehler vd. (2007) öğretmenlerin TPAB yeterliliklerini geliştirmek için teknoloji destekli öğrenme ortamında aktif katılımının önemine dikkat çekmektedir. Araújo Filho ve Gitirana (2022) ise öğretmen adaylarının derslerine dijital teknolojileri entegre ederken TPAB çerçevesinde hangi bilgi türlerinin ortaya çıktığını incelemiş ve en fazla pedagojik bilgi ile pedagojik alan bilgisi boyutlarının öne çıktığını belirlemiştir. Mevcut araştırmada öğretmen adaylarının dijital materyal tasarım yeterlilikleri ile en yüksek ilişkiye sahip olan iki TPAB bileşenin teknolojik pedagojik bilgi ve pedagojik alan bilgisi bileşeni olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda dijital materyal tasarım yeterliliği ile pedagojik alan bilgisi arasındaki güçlü ilişkiye yönelik mevcut araştırma ile Araújo Filho ve Gitirana'nın (2022) çalışmasında ile paralel bulgular elde edildiği söylenebilir. Ancak mevcut araştırmada dijital materyal tasarım yeterliliği ile pedagojik bilgi bileşeni arasında orta düzeyde pozitif anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Bu yönüyle mevcut araştırma literatürdeki bazı bulgulardan farklılaşmaktadır. Bu farklılığın temelinde araştırmanın odaklandığı öğrenme deneyimi ve öğretmen adaylarının süreçteki rolleri etkili olmuş olabilir. Araújo Filho ve Gitirana'nın (2022) çalışmasında öğretmen adaylarının dijital teknolojileri daha çok öğretim sürecine entegre etme ve sınıf içi uygulamalar bağlamında ele aldıkları; buna

karşın mevcut araştırmada öğretmen adaylarının bizzat dijital materyal tasarlama ve geliştirme sürecine aktif olarak dahil oldukları görülmektedir. Dolayısıyla mevcut araştırmada öğretmen adaylarının TPB'nin daha belirgin bir rol üstlenmesi, AG materyali tasarlama sürecine aktif katılım sağlamalarından kaynaklanmış olabilir. Diğer taraftan bu farklılaşmanın yöntemsel nedenlerden kaynaklanıyor olması da olasıdır. Araújo Filho ve Gitirana'nın (2022) çalışmasının tasarımının ve kullanan veri toplama araçlarının mevcut araştırmadan farklılık göstermesi; TPAB'ların ölçülme biçimini ve ortaya çıkan ilişkilerin gücünü etkilemiş olabilir. Sonuç olarak mevcut araştırmadaki bu farklılık materyal tasarımında bağlamsal bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Bu durum TPAB deneyiminin öğrenme bağlamına, uygulama türüne, öğretmen adaylarının rollerine duyarlı bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır.

Öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama yeterlilikleri ile TPAB seviyeleri arasındaki yüksek düzeyde anlamlı pozitif ilişki, dijital materyal tasarlama deneyiminin TPAB yeterliliklerini ile doğrudan desteklediğini göstermektedir. Bu bulgu Yiğit-Koyunkaya'nın (2017) teknoloji destekli öğretim içeriklerinin TPAB seviyelerini arttırdığı bulgusuyla örtüşmektedir. Benzer biçimde Kapıcı ve Akçay (2023) teknoloji destekli ders içerikleri hazırlamanın öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterliliklerini geliştirdiğini belirlemiştir.

Öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama yeterliliği (DMTYÖ) ile TPAB'larının alt boyutlarda PB ile BB arasında orta düzeyde; TB, AB, TPB, TAB ve PAB arasında yüksek düzeyde anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Mevcut araştırmada bu ilişkiler öğretmen adaylarının doğrudan ifadeleri ile desteklenmektedir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının dijital materyal tasarlama yeterlilikleri ile TPAB seviyelerinin birbirini karşılıklı olarak desteklediği ve geliştirdiği söylenebilir.

#### **5.1.4. Dördüncü alt probleme ilişkin tartışma-sonuç**

Bu alt problemde İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik materyallerini ders planlarına nasıl entegre ettikleri incelenmiştir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarının büyük çoğunluğunun (%68,75) sayılar ve işlemler öğrenme alanındaki kazanımlara yönelik olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının en fazla sayılar ve işlemler öğrenme alanını tercih etmelerinde Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı'nda en fazla bu öğrenme alanında kazanımın olması etkili olmuş olabilir. Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı'nda sayılar ve işlemler öğrenme alanında 106 kazanım bulunurken, geometri ve öğrenme alanında 67, cebir öğrenme alanında 23, veri işleme öğrenme alanında 14 ve olasılık öğrenme alanında 5 kazanım bulunmaktadır (Turan, 2022). Sadece sayılar

ve işlemler öğrenme alanındaki kazanım sayısı neredeyse diğer öğrenme alanlarındaki kazanımların toplamı kadardır. Dolayısıyla bu öğrenme alanındaki kazanım seçeneğinin çok olmasının sonucu olarak öğretmen adayları en fazla sayılar ve işlemler öğrenme alanını tercih etmiş olabilir. Nitekim bu bulguya paralel olarak, Akkaş-Dede (2021) matematik öğretiminde kullanılan teknoloji destekli eğitsel oyunlar üzerine yapılan lisansüstü tezleri incelediği çalışmasında, araştırmaların büyük ölçüde sayılar ve işlemler öğrenme alanına yoğunlaştığını belirlemiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının en fazla sayılar ve işlemler öğrenme alanını tercih etme durumunun mevcut literatürle örtüştüğü söylenebilir.

Mevcut araştırmada, uygulama derslerinde AG teknolojilerinin genellikle geometri alanında kullanıldığı göz önüne alınarak öğretmen adaylarına farklı bakış açısı katmak amacıyla araştırmacı tarafından farklı öğrenme alanlarına yönelik örnekler sunulmuştur. Bu örneklerin sunulmasıyla öğretmen adayları bakış açılarının geliştiğini ifade etmiştir. Böylece öğretmen adaylarının geometri ve öğrenme alanı dışındaki alanlarda bu teknolojilerin uygulanabildiği üzerine düşünceleri teşvik edilmiştir. Uygulama sürecindeki bu yaklaşımın öğretmen adaylarını etkilediği düşünülerek sayılar ve işlemler öğrenme alanını tercih ettikleri düşünülebilir. Öğretmen adaylarının veri işleme ve olasılık öğrenme alanlarında kazanım seçmemelerinin nedeni, AG uygulamalarının bu alanlarda kullanımına yönelik örnek görmemeleri veya kullanıma uygun bulmamalarıyla ilgili olabilir. Ayrıca öğretmen adaylarının bu tercihlerinde, okullarda kullanılan ders kitaplarının da belirleyici bir rol oynamış olabileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda, Tabuk, Pasmaz ve Çanakçı (2023) ilkökul matematik ders kitaplarında öğretim materyallerine yer verilme durumunu incelediği çalışmada, en fazla materyal kullanımının sayılar ve işlemler öğrenme alanında olduğunu, veri işleme öğrenme alanında ise hiçbir öğrenme materyaline yer verilmediğini tespit etmiştir. Dolayısıyla mevcut araştırma sonuçlarıyla paralel olan bu bulgu, ders kitaplarında yer verilen öğretim materyalleri örneklerinin, öğretmen adaylarının materyal tasarımına yönelik algılarını şekillendirmiş olabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda, özellikle sayılar ve işlemler öğrenme alanına yönelik materyal örneklerinin ders kitaplarında fazlaca yer alması, öğretmen adaylarının bu öğrenme alanına uygun öğretim materyali tasarlama noktasında yaratıcılıklarını desteklemiş olabilir. Ayrıca ders kitaplarında, veri işleme ve olasılık öğrenme alanına yönelik öğretim materyali örneğinin bulunmaması ise öğretmen adaylarının bu öğrenme alanını materyal tasarlama uygun görmemelerine yol açmış olabilir.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlarken en fazla tercih ettikleri alt öğrenme alanının sırasıyla; tam sayılar ve doğal sayılar alt öğrenme alanları olduğu belirlenmiştir. Adayların bu tercihlerinde yine öğretim programında bu alanlarda çok fazla kazanım olmasıyla ilgili olabilir. Ya da öğretmen adaylarının AG uygulamaları ile dersi monotonluktan çıkararak daha dikkat çekici hale getirme istekleri de bu tercihte etkili olabilir. Çünkü tam sayılar doğal sayılar gibi konularda genellikle geleneksel öğrenme yaklaşımları tercih edilmektedir. Bu konulara teknolojiyi entegre etmek ve dersi daha anlaşılır hale getirmek amacıyla AG materyalleri bu alt öğrenme alanlarında sıklıkla tercih edilmiş olabilir. AG materyallerinin soyut kavramları somutlaştırma işlevi bu tercihte etkili olabilir. Sayılar ve işlemler öğrenme alanında tercih edilen diğer alt öğrenme alanları; kesirler, rasyonel sayılar ve yüzdeler şeklindedir. Geometri ve Ölçe öğrenme alanında tercih edilen konular geometrik şekiller, üçgenler ve dörtgenler, cisimlerin farklı yönden görünüşleri, dönüşüm geometrisi konuları şeklindedir. Cebir öğrenme alanına yönelik ilk ders planında doğrusal denklemler konusu tercih edilirken ikinci ders planında hiçbir grup bu öğrenme alanını tercih etmemiştir. Öğretmen adaylarının bu tercihte cebir öğrenme alanına yönelik AG materyalleri tasarlamamanın uygun olmayacağı düşüncesi etkili olmuş olabilir.

Öğretmen adaylarının AG materyalini entegre ederek hazırladıkları ders planlarında en fazla 8. sınıf seviyesindeki kazanımları tercih ettikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine ve öğrenme alanlarına göre tercihleri incelendiğinde en fazla sayılar ve işlemler öğrenme alanında 7. sınıf seviyesinde kazanımları tercih ettikleri görülmektedir. Sınıf seviyelerine göre incelendiğinde 6,7 ve 8. sınıf için sayılar ve işlemler öğrenme alanının, 5. sınıf seviyesinde geometri ve ölçme öğrenme alanının daha çok tercih edildiği tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının bu tercihte AG materyallerinin alt sınıf düzeyinde özellikle geometrik şekillerin somutlaştırılmasında kullanılabileceği, üst sınıf düzeylerinde daha karmaşık ve soyut yapıdaki kavramların anlaşılmasına destek olabileceği düşüncesi etkili olmuş olabilir.

Öğretmen adaylarının AG materyallerini ders planının hangi aşmasında kullanmayı tercih ettikleri incelendiğinde adayların ilk ders planında en fazla değerlendirme bölümünde, son ders planında keşfetme bölümünde kullanmayı tercih ettiği görülmüştür. İlk ders planında adaylar sadece tek bir bölümde AG materyallerini entegre ederken son ders planında birden fazla bölümde (keşfetme + derinleştirme, keşfetme + değerlendirme) AG materyali kullanmayı tercih etmiştir. Bu bulgu öğretmen adaylarının deneyim kazandıkça teknolojiyi dersin amaçlarına uygun biçimde yaygınlaştırma ve AG materyalini öğretim aşamalarında çeşitlendirme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Öğretmen adayları giriş ve açıklama

kısımında AG materyali kullanmayı tercih etmemiştir. Çünkü adaylar giriş ve açıklama bölümünde öğretmenin daha aktif oluğunu, keşfetme, derinleştirme ve değerlendirme bölümlerine öğrencilerin aktif olduğunu belirterek AG materyalinin öğrenci etkileşimi artırma potansiyelini dikkate almışlardır. Bu doğrultuda adayların öğrencilerin derse aktif katılımının daha fazla olduğu bölümlerde AG materyalini kullanmayı tercih ettikleri söylenebilir.

Öğretmen adaylarının ders planları, AG materyalini tasarlama amaçlarına göre incelendiğinde adayların ilk ders planında çoğunlukla dikkat çekme amacıyla materyal tasarlarken son ders planında kavramsal öğrenmeye destek olmaya yönelik bir eğilim olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının hazırladıkları son ders planlarında motivasyon ve dikkat çekme amacının yanında kavramsal öğrenmeye destek olma amacının da olması adayların TPAB gelişiminin bir göstergesi olabilir. Çünkü adaylar dersin sonunda AG materyallerini pedagojik hedeflere hizmet edecek biçimde teknoloji ve alan bilgilerini bütünleştirerek hazırlama becerisi kazanmıştır. Adayların TPAB seviyelerindeki gelişimin AG materyali tasarlama deneyimlerini geliştirdiği söylenebilir. Nitekim diğer alt problemler de bu bulguyu destekler niteliktedir.

#### **5.1.5. Beşinci alt probleme ilişkin tartışma-sonuç**

Bu alt problemde öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecine yönelik görüş ve deneyimleri nitel bulgular doğrultusunda incelenmiştir. Bulgular “TPAB deneyimleri”, “görüşler”, “roller” ve “tasarım özellikleri” olmak üzere dört tema altında toplanmıştır.

Mevcut araştırmada öğretmen adaylarının “Artırılmış Gerçeklik Materyali Tasarlama Süreci TPAB Deneyimleri” temasında en çok teknolojik bilgi boyutunda ifadelere yer verdiği görülmüştür. Bu bulgu öğretmen adaylarının AG materyali tasarlarken öncelikli olarak teknolojik araçları kullanmaya ve teknik problemleri çözmeye odaklandıklarını göstermektedir. Bu durum Tıkman’ nın (2022) dijital materyal tasarımında öğretmen adaylarının TPAB deneyimlerine yönelik en çok teknolojik bilgi boyutunda ifadelere yer verdiği bulgusuyla örtüşmektedir.

Öğretmen adaylarının yoğun olarak ifade ettiği PB ve TPB bileşenleri adayların sadece teknolojiye odaklanmayıp aynı zamanda teknoloji ile öğretim pedagojisiyi bütünleştirme deneyimi kazandıklarına işaret etmektedir. AB, TAB ve TPAB ifadeleri orta sıklıkta yer almaktadır. Bu, alan bilgisine yönelik deneyimlerin teknoloji ve pedagoji deneyimlerinden daha az vurgulandığını göstermektedir. En az sıklıkta ifade edilen TPAB bileşenlerinin PAB ve BB olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu PAB ve BB’ye yönelik deneyimlerin diğer bileşenlere göre

sınırlı kaldığını göstermektedir. Öğretmen adaylarının nitel bulgularından elde edilen verilerin büyük çoğunluğu nicel bulgularla örtüşmektedir. Ancak nicel bulgular öğretmen adaylarının TPAB deneyimlerinde diğer bileşenlere kıyasla daha belirgin bir artış olduğunu ortaya koyarken nitel bulgularda bu artış beklenen yansımayı bulmamış ve orta sıklıkta ifade edilmiştir. Bu durum veri gruplarının farklılığından ortaya çıkmış olabilir. Çünkü nicel veriler 8 grup üzerinden analiz edilirken nitel veriler 3 grup ile sınırlı kalmıştır. Dolayısıyla veri grubu farklılıklarının öğretmen adaylarının TPAB deneyimlerinin yansıtılmasını etkilediği söylenebilir. Örneğin Belda-Medina ve Calvo-Ferrer (2022) öğretmen adaylarının İngilizce AG içeriği hazırlama sürecinde en çok AB boyutunda en az TPB boyutunda kazanım elde ettiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca bu çalışmada adayların AB, PB ve TB bileşenlerinin daha yüksek olduğu, bunları bütünleştirme noktasında zorluk yaşadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç farklı bağlamlarda TPAB'ın farklı boyutlarının öne çıkabileceğini göstermektedir. Mevcut çalışmada elde edilen nitel bulgularda öğretmen adaylarının TB ve PB'den sonra en çok TPB boyutunda deneyim kazandığı belirlenmiştir. Bu yönüyle çalışmamız Belda-Medina ve Calvo-Ferrer'in (2022) çalışmasından farklılaşmaktadır.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecine yönelik görüşleri incelendiğinde AG materyalinin avantajlarına daha çok vurgu yaptıkları, dezavantajlara daha sınırlı sıklıkta yer verdikleri belirlenmiştir. Araştırmada avantajların dezavantajlara kıyasla beş kat fazla ifade edilmesi adayların AG teknolojinin matematik derslerine entegre edilmesini olumlu karşıladıklarını ve bu noktada istekli olduklarını göstermektedir. Nitekim benzer şekilde Cevikbas vd. (2023) AG/SG teknolojilerinin matematik eğitiminde kullanımında avantajlarının dezavantajlara kıyasla çok daha fazla olduğunu belirtmektedir. Ayrıca mevcut çalışmada öğretmen adaylarının tamamı AG teknolojisini matematik derslerinde kullanmak istediklerini ifade etmiş ancak bazı noktalarda endişeleri olduğunu dile getirmişlerdir.

Öğretmen adayları, literatürle paralel şekilde AG teknolojilerini kullanmaktan memnuniyet duyduklarını, araştırma sürecinde pek çok kez ifade etmişlerdir (Cevikbas vd., 2023; İbili vd., 2019; İnce, 2023; Koenig, 2021; Kurtoğlu, 2019; Perifanou vd., 2023; Yakınlar-Görgeç & Süral, 2025). Özellikle bu teknolojilerin öğrencilerin dikkatini çekme (Akgün & Üstün, 2023; Belda-Medina & Calvo-Ferrer, 2022; Bursali & Yılmaz, 2021; Çakıroğlu vd., 2023; Ekiçi, 2021; Lin & Yu, 2023; Perifanou vd., 2023), soyut konuları somutlaştırma (Çelik, 2024; Luck, 2024; Peder-Alagöz, 2020; Yakınlar-Görgeç & Süral, 2025; Yıldırım, 2018) kullanışlı olma (Avuçlu, 2025; Cevikbas vd., 2023; İnce, 2023), eğlenceli olma (Avuçlu, 2025; Belda-Medina & Calvo-Ferrer, 2022; Canbaz & Yalçın, 2024; Çelik, 2024; Çetintav, 2023;

Ekiçi, 2021; Koenig, 2021; Kurtoğlu, 2019), etkili olma (Bursali & Yılmaz, 2019; Çelik, 2024; Çetintav, 2023; Fidan, 2018; İnce, 2023; Lin & Yu, 2023; Sáez-López vd., 2020), kavramsal anlamayı destekleme (Bursali & Yılmaz, 2019; Kurtoğlu, 2019; Özçakır & Aydın, 2019; Perifanou vd., 2023), mesleki katkı sağlama (Cevikbas vd., 2023; Ekiçi, 2021; Özçakır & Aydın, 2019) gibi özellikleri nedeniyle mevcut çalışmada olumlu bulgulara sıkça vurgu yapmışlardır. Sonuç olarak AG materyalinin hem öğrenciler hem de öğretmen adayları için belirli dezavantajlarına rağmen pek çok avantajı olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda AG teknolojilerinin eğitim ortamlarında kullanımının yaygınlaşması gerektiği söylenebilir. Bu doğrultuda öncelikle öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu deneyimlerinin artması gereklidir (Barroso-Osuna & Palacios-Rodríguez, 2022). Nitekim Atabek (2019) öğretmenlerin teknolojiyi derslerine entegre ederken zorlanmasının temel nedeninin lisans düzeyinde eğitimlerde güncel teknolojilere ilişkin yeterli eğitim verilmemesi olduğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla öğretmen yetiştirme programlarında adayların teknolojiyi derslerine etkin bir biçimde entegre edebileceği uygulamalara yönelik fırsatların artırılması, hem öğretmen adaylarının teknoloji kullanımına yönelik özgüvenlerini geliştirecek hem de teknopedagojik yeterliklerini güçlendirecektir.

Öğretmen adaylarının literatürle paralel şekilde en sık dile getirdikleri olumsuzluğun teknolojik problemler olduğu görülmektedir (Alkhatabi, 2017; Atabek, 2019; Cevikbas vd., 2023; Stošić, 2015; Tıkman, 2022). Özellikle kullanılan uygulamaların ücretsiz versiyonunu kullanmaları nedeniyle kasma, donma, silinme problemleriyle karşılaşan adaylar bu dezavantajı sıklıkla dile getirmiştir. Ayrıca süreçte yaşanan ve okul ortamında yaşanacağı düşünülen internet, bağlantı ve alt yapı sorunları da yine adayların sıklıkla dile getirdiği teknolojik dezavantajlardan biridir. Bazı öğretmen adayları AG teknolojisinin sınıf ortamına ve öğretim programına uygun olmayacağını düşünmektedir. Literatür ile desteklenen bulgularda bazı öğretmen adayları teknolojiyi derse entegre etme güçlüklerine (Alam, 2024; Mirza vd., 2025) ve adayların AG teknolojileri konusundaki deneyim eksikliğine (Atabek, 2019; Barroso-Osuna vd., 2019; Cevikbas vd., 2023; Ekiçi, 2021; Mirza vd., 2025) dikkat çekerken bazıları zaman yönetimi problemlerinin (Cevikbas vd., 2023; Fidan, 2018; Mirza vd., 2025) olacağını düşünmektedir. Bazı öğretmen adayları ise öğrencilerin bu teknolojiyi kullanmaya yönelik uyum sorunları yaşayacaklarını ifade etmektedir.

Mevcut araştırmada AG materyali tasarlama sürecindeki akran ve araştırmacı rolleri incelenmiştir. Öğretmen adayları ifadelerinde akranlarının birbirlerine fikir verme, yaptıkları çalışmalarda birbirlerinin eksiklikleri görme, kalıcılığı artırma ve birbirlerini yaratıcılık

noktasında desteklemeleri gibi katkılarının olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç işbirlikçi öğrenme literatüründe ifade edilen “karşılıklı etkileşim ve ortak sorumluluk” ilkeleriyle örtüşmektedir (Gillies, 2016). Öğretmen adayları grup içinde ve dışında birbiriyle sürekli fikir alışverişinde bulunmuş, böylece farklı bakış açıları kazanarak hedefleri doğrultusunda çalışmalarını şekillendirmiştir. Diğer taraftan araştırmacının AG materyali tasarlama sürecinde, fikir verici olduğu, TPAB farkındalığı kazandırdığı, rol model olduğu ve çalışmalarında destekleyici olduğu yönünde ifadeler bulunmaktadır. Bu bağlamda araştırmacının rehber olması oldukça önemli görülmektedir. Nitekim literatürde öğretmen yetiştirme programlarının, alan bilgisi ile teknoloji arasındaki bağı kavramlarında destek olması gerektiği ifade edilmektedir (Niess, 2005). Bu doğrultuda araştırmacı süreç boyunca TES modeli çerçevesinde hareket ederek yalnızca bilgi aktarıcı değil, aynı zamanda rehberlik eden bir rol üstlenmiştir. Araştırmacı öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerini bütünleştirmelerinde bir “köprü” rolü üstlenmiştir. Bu bağlamda matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyon sürecini etkileyen faktörleri inceleyen Muslu (2021), entegrasyonu en çok öğretmenin etkilediğini tespit etmiştir. Bu sebeple teknoloji entegrasyon sürecinde araştırmacının rolünün oldukça kritik olduğu söylenebilir. Aynı çalışmada teknoloji entegrasyonu sürecini etkileyen faktörler arasında akran öğrenmesinin de oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır (Muslu, 2021). Bireylerin daha deneyimli akranları ile çalışmasının bilişsel gelişimlerini desteklediği (Duffy & Cunningham, 1996) düşünüldüğünde TPAB gelişiminde akran rolünün de oldukça önemli olduğu söylenebilir. Sonuç olarak AG materyali tasarlama sürecindeki akran ve araştırmacı rolünün öğretmen adayların deneyimlerini zenginleştirdiği söylenebilir.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecinde dikkat ettikleri tasarım özellikleri dört kategoride toplanmış olup bunlar; pedagojik tasarım ve öğretim yaklaşımı, teknolojik kullanılabilirlik ve uygulanabilirlik, estetik tasarım, yüzeysel yaklaşımlar şeklindedir. Adayların AG materyali tasarlarken dikkat ettikleri özelliklerden en çok dile getirdikleri, materyalin kavram yanlışlığına yönelik olmasıdır. Adayların genellikle kendi deneyimlerinden yola çıktıkları, uygulanabilir olmasına ve kullanışlı olmasına dikkat ettikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının materyalin kavram yanlışlığına yönelik olmasına, amaca hizmet etmesine, keşfetmeye yönelik olmasına, görselleştirme olmasına ve kalıcı öğrenmeye yönelik olmasına dikkat etmeleri pedagojik olarak bilinçli bir tasarım sürecini göstermektedir. Adayların materyalin uygulanabilir, kullanışlı, sade ve net olma yönlerini dikkate almaları, AG materyallerinin öğretim ortamında sadece estetik değil aynı zamanda erişilebilir ve kullanıcı dostu olması gerektiğini vurgulayan çalışmalarla (Okumuş & Savaş, 2024) paraleldir. Adayların

materyalin şekil zemin ilkesine, ilgi çekici ve eğlenceli olmasına dikkat etmeleri estetik tasarım ilkelerine önem verdiklerini göstermektedir. Bu, öğretim materyali geliştirme sürecinde estetiğin sadece görsellik değil aynı zamanda öğrenme motivasyonu üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Mayer, 2014). Bazı öğretmen adaylarının ise materyal tasarlarken herhangi bir amaç gözetmediği, sadece tasarımı yapmış olmak için yaptıkları görülmüştür. Bu adayların materyal tasarımında yüzeysel bir yaklaşım sergiledikleri söylenebilir. Sonuç olarak adayların materyal tasarımında pedagojik tasarım ve öğretim yaklaşımı işlevinin ön planda olması öğretmen adaylarının TPAB gelişiminin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

### **5.1.6. Altıncı alt probleme ilişkin tartışma-sonuç**

Bu alt problemde öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali hazırlama deneyimlerinin TPAB seviyelerine göre farklılaşp farklılaşmadığı incelenmiştir. Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama deneyimlerinin TPAB seviyelerine göre farklılaştığı görülmektedir. Özellikle TB boyutunun tüm gruplarda en yüksek frekansa sahip olması, adayların AG materyali tasarlama sürecinde en çok TB boyutunda gelişim kaydettiği bulgusunu desteklemektedir. Ayrıca bu bulgu dijital materyal tasarım sürecinin öğretmen adaylarının teknolojik bilgilerini arttırdığına yönelik bulgularla paralellik göstermektedir (Tıkman, 2022). Orta TPAB seviyesindeki öğretmen adaylarının pedagojik bilgi, teknolojik pedagojik bilgi ve pedagojik alan bilgisi bileşenlerini diğer gruplardan daha fazla ifade etmesi dikkat çekicidir. Bu sonuç, orta TPAB seviyesindeki adayların pedagojik yönle daha çok vurgu yaptığını, öğretim sürecinde pedagojik temellere dikkat ettiklerini göstermektedir. Düşük TPAB grubundaki adayların daha çok alan bilgisi, teknolojik alan bilgisi bileşenlerine vurgu yaptığı belirlenmiştir. Bu sonuç, düşük TPAB seviyesindeki adayların teknolojinin pedagojik yönünü ihmal ederek daha çok matematiksel içeriğin aktarımına odaklandıklarını göstermektedir. Nitekim bu bulguya paralel biçimde Çetin ve Yazlık (2022) öğretmen adaylarının TPAB yeterlilikleri ile matematik kaygısı arasında negatif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Bu doğrultuda, TPAB seviyesi düşük olan öğretmen adaylarının matematik kaygılarının daha yüksek olacağı söylenebilir. Yine aynı çalışmada TPAB yeterlilikleri ile matematik öğretim kaygıları arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla TPAB yeterliliği düşük olan öğretmen adaylarının matematik öğretim kaygılarının yüksek olacağı söylenebilir. Ayrıca Atabek (2019), öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonunda yaşadıkları zorlukların pedagojik bilgi eksikliklerinden kaynaklanabileceğini vurgulamaktadır. Bu durumda, adayların pedagojik bilgi boyutunun zayıf kalmasının hem teknoloji entegrasyon sürecini zorlaştırabileceği hem de öğretmen adaylarının öğretim sürecine yönelik kaygılarını arttırabileceği söylenebilir.

Dolayısıyla öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin AG materyali tasarlama deneyimlerini şekillendirdiği söylenebilir. Sonuç olarak tüm gruplar incelendiğinde yüksek TPAB grubunda bağlam bileşeninin, orta TPAB grubunda pedagojik bileşenlerin ve düşük TPAB grubunda içerik odaklı yaklaşımın baskın olduğu belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecindeki görüşleri (avantaj-dezavantaj) TPAB seviyelerine göre incelenmiştir. Öğretmen adaylarının tüm TPAB gruplarında en sık ifade ettiği avantaj, motivasyon ve duygusal katkı olmuştur. Özellikle orta TPAB seviyesindeki adaylar bu katkıyı yoğun bir şekilde dile getirmiş, AG materyalinin öğrenci ilgisini çekme, eğlenceli olma, öğrenmeye katılımı artırma işlevlerini vurgulamışlardır. Orta TPAB grubunun “zaman tasarrufu ve kullanılabilirlik” boyutuna diğer gruplara oranla daha çok vurgu yapması, bu gruptaki adayların materyalin daha pratik olmasına odaklandıklarını göstermektedir. Avantajlara yönelik “Öğrenme sürecine katkı ve kavramsal anlama” kategorisinde tüm TPAB seviyelerindeki öğretmen adaylarının aynı sıklıkla ifadeler kullanması, AG materyalinin matematik derslerini somutlaştırma, aktif katılıma ve kavramsal öğrenmeye destek sağlama potansiyelini göstermektedir. Tüm seviyelerdeki adayların AG materyallerinin öğrenme sürecinde katkı sağladığının, öğrencilerin aktif katılımını arttırdığının ve kavramsal anlamaya destek olduğunun farkında olduğu söylenebilir. Nitekim bu bulgu, Sanchez’in (2025) ortaöğretim matematik öğretmenlerinin, alanına özgü teknolojileri matematiksel kavramları basitleştirmek, öğrenci katılımını arttırmak ve fırsat eşitliği sağlamak amacıyla kullandığı bulgusuyla paraleldir. Ayrıca yüksek TPAB grubundaki adayların “mesleki katkı” boyutunu daha fazla dile getirmesi, TPAB seviyesi arttıkça adayların AG materyali tasarlama deneyimini mesleki bir katkı olarak algıladıkları söylenebilir. Bu bulgu Hidayat vd. (2024) tarafından ortaya konan, öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin sınıf içi uygulamalarını ve mesleki bakış açılarını doğrudan etkilediği bulgusuyla paraleldir. Benzer şekilde Turgut’un (2023) adayların TPAB seviyeleri ile derslerinde teknoloji kullanmaya yönelik öz yeterlilikleri arasında ilişki olduğunu ortaya koyması mevcut araştırma bulgularıyla desteklenmektedir.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecinde tüm TPAB gruplarında en sık ifade ettiği dezavantaj teknolojik problemlerdir. Yüksek TPAB seviyesinde öğretmen adayları teknik problemler, öğretim ortamına uygunluk problemleri ve öğrenci uyum sorunları dezavantajlarını diğer gruplara kıyasla daha fazla dile getirmiştir. Bu durum, yüksek TPAB seviyesindeki adayların teknolojik sınırlamaları daha fazla fark ettiklerini, tasarımların öğretim programına uygunluğunu daha bütüncül bir şekilde değerlendirebildiklerini, öğrenciye yönelik dezavantajları daha bilinçli bir şekilde eleştirebildiklerini göstermektedir. Düşük TPAB

seviyesindeki öğretmen adaylarının ise teknolojiyi entegre etme güçlüklerini, zaman yönetimi problemlerini diğer gruplara kıyasla daha sıklıkla ifade ettikleri belirlenmiştir. Bu durum, düşük TPAB seviyesindeki adayların, teknolojiyi entegre etmekte daha fazla zorlandıklarını ve bu süreci daha zaman alıcı bulgularını göstermektedir. Literatürde Grandgenett (2008), TPAB yeterliliğine sahip öğretmenlerin matematik eğitiminde teknoloji kullanma konusunda ısrarcı olacağını ve zorluklara rağmen vazgeçmeyeceğini ifade etmektedir. Dolayısıyla düşük TPAB grubundaki adayların zorluklara mücadele etme noktasında daha kırılabilir oldukları ve yeterli destek alamadıkları noktada vazgeçme potansiyellerinin daha fazla olduğu söylenebilir. Bu kapsamda mevcut araştırmada düşük TPAB seviyesindeki adayların teknoloji kullanımında daha az istekli oldukları söylenebilir. Nitekim bu bulguyla paralel şekilde Yıldız ve Arpacı (2024) öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin teknolojiyi kullanma niyetlerine doğrudan ve güçlü bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecindeki rollere yönelik deneyimlerinin TPAB seviyelerine göre farklılaştığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının akran rollerine ilişkin deneyimlerin en çok orta TPAB grubunda en az düşük TPAB grubunda ifade edildiği belirlenmiştir. Bu bulgu, düşük TPAB grubundaki adayların akranlarıyla daha az iletişimde olmasından, bu gruptaki AG tasarımının tek bir öğretmen adayı tarafından yapılmasından kaynaklı olabilir. Orta ve yüksek TPAB grubundaki öğretmen adaylarının akran etkileşimine daha fazla katıldıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının araştırmacı rolüne yönelik ifadelerinin en çok yüksek TPAB grubunda en az düşük TPAB grubunda olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, yüksek TPAB grubundaki adayların araştırmacı desteğini daha etkin kullandıklarını, düşük TPAB grubundaki adayların bu destekten istenen düzeyde yararlanamadıklarını göstermektedir.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecinde materyalin tasarım özelliklerine ilişkin deneyimlerinin TPAB seviyelerine göre farklılaştığı görülmüştür. Düşük TPAB grubundaki öğretmen adaylarının materyal tasarımında diğer gruplara kıyasla yüzeysel yaklaşımlar sergiledikleri, genellikle materyalin kolay uygulanabilirliğine dikkat ettikleri, pedagojik ilkeleri göz ardı ettikleri belirlenmiştir. Orta ve yüksek TPAB grubundaki öğretmen adaylarının ise daha çok pedagojik tasarıma ve öğretim yaklaşımlarına dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Bu bulgu öğretmen adaylarının TPAB seviyesinin sınıf içi uygulamalarını şekillendirdiği bulgusunu desteklemektedir (Hidayat vd., 2024).

Sonuç olarak öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin AG materyali tasarlama deneyimlerini şekillendirdiği söylenebilir. TPAB seviyesi düşük öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecinde dezavantajlara daha fazla odaklandığı, akran ve araştırmacı etkileşimlerinin sınırlı düzeyde olduğu ve buna bağlı olarak materyal tasarlarken yüzeysel yaklaşımları tercih ettiği görülmüştür. Orta TPAB seviyesindeki adayların AG teknolojinin potansiyel faydalarına en fazla odaklanan grup olduğu, dezavantajları diğer gruplara kıyasla en az oranda dile getirdiği, akran etkileşiminin en yüksek olduğu ve buna bağlı olarak materyal tasarımında pedagojik yaklaşımı en çok dile getiren grup olduğu belirlenmiştir.

## 5.2. Öneriler

Araştırma sonuçları AG materyali tasarlama sürecinin öğretmen adaylarının TPAB seviyelerini bütüncül bir biçimde ve anlamlı ölçüde arttırdığını göstermektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin geliştirilmesi amacıyla AG materyali tasarlama etkinliklerine lisans programlarına daha fazla yer verilmesi önerilebilir.

AG materyali tasarlama sürecinin öğretmen adaylarının dijital materyal geliştirme yeterliliklerini bütüncül bir biçimde desteklediği görülmüştür. Bu sebeple AG destekli uygulamaların öğretmen yetiştirme kurumlarına sistematik bir biçimde entegre edilmesi önerilebilir.

Öğretmen adaylarının TPAB seviyeleri ile dijital materyal hazırlama yeterlilikleri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Dolayısıyla lisans programlarında dijital materyal hazırlama sürecinin, teknoloji, pedagoji ve alan bilgisinin bütünleştirmesini içeren uygulamalarla desteklenmesi önerilir.

Öğretmen adaylarının AG materyali içeren ders planlarında Veri İşleme ve Olasılık öğrenme alanlarına hiç yer vermediği tespit edilmiştir. Bu kapsamda yeni araştırmalarda, Veri İşleme ve Olasılık öğrenme alanlarına yönelik AG destekli uygulamaların tasarlanması önerilebilir.

Bu araştırma matematik öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecindeki deneyimlerine ilişkin verileri sunmaktadır. Öğretmen adaylarının materyal tasarlama deneyimlerine yönelik çalışmalar oldukça sınırlı düzeydedir. Bu bağlamda farklı branşlardaki öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama deneyimlerinin incelenmesi önerilebilir.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama sürecine yönelik deneyimlerinde sürecin avantajlarını sıklıkla dile getirdikleri gözlemlenmiştir. Bu çerçevede öğretmen adaylarının

olumlu deneyimlerini desteklemek ve sürdürülebilir kılmak amacıyla öğretmen eğitimi programlarında AG uygulamalarına daha fazla yer verilmesi önerilebilir.

Mevcut araştırmada sadece üç (GeoGebra AR, Blippar ve UniteAR) AG programının ücretsiz versiyonu kullanılmıştır. Öğretmen adaylarına farklı AG uygulamalarına yönelik eğitimler verilip adayların uygulama tercihleri incelenebilir.

Öğretmen adaylarının AG materyali tasarlama deneyimlerinin TPAB seviyelerine göre farklılaştığı tespit edilmiştir. Bu bulgunun alan yazında ilk örneklerden biri olması dikkat çekicidir. Dolayısıyla gelecek araştırmalarda farklı TPAB seviyelerine sahip öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik materyali tasarlama süreçlerinin derinlemesine incelendiği çalışmaların yapılması önerilebilir.



## 6. KAYNAKLAR

- Afandi, B., Kustiawan, I., & Herman, N. D. (2019). Exploration of the augmented reality model in learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1375(1), 012082. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1375/1/012082>
- Ak, B. (2008). Verilerin düzenlenmesi ve gösterimi. In Ş. Kalaycı (Ed.), *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (pp. 3–47). Asil Yayın Dağıtım.
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Akgül, M. B. (2024). *Matematik koçluğu yoluyla bir ortaokul matematik öğretmenin geometrideki teknolojik pedagojik alan bilgisinin (TPAB) gelişimi* [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Akgün, E., & Ustun, A. B. (2023). Mobil artırılmış gerçeklikle öğrenmeye yönelik içerik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 56, 362-383. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1153240>
- Akkaş-Dede, R. (2021). *Teknoloji destekli eğitsel oyunların ilköğretim matematik öğretiminde kullanılmasına yönelik yazılan lisansüstü araştırmaların eğilimleri: 2005–2020 yılları arası Türkiye örneği*. [Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi
- Akturk, A. O., & Ozturk, H. S. (2019). Teachers' TPACK levels and students' self-efficacy as predictors of students' academic achievement. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(1), 283-294.
- Alam, M. I. (2024). *An investigation of teacher candidates' perceptions and impediments to the integration of augmented reality as a supplementary educational tool* [Doctoral dissertation, Iowa State University]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Alkhattabi, M. (2017). Augmented reality as e-learning tool in primary schools' education: Barriers to teachers' adoption. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(2).
- Almoosa, A. S. (2018). *A qualitative case study in augmented reality applications in education: Dimensions of strategic implementation*. University of Northern Colorado.
- Alzahrani, N. M. (2020). Augmented Reality: A Systematic Review of Its Benefits and Challenges in E-learning Contexts. *Applied Sciences*, 10(16), 5660. <https://doi.org/10.3390/app10165660>
- Anderson, J., & Taner, G. (2023). Building the expert teacher prototype: A metasummary of teacher expertise studies in primary and secondary education. *Educational Research Review*, 38, 100485. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100485>
- Araújo Filho, R., & Gitirana, V. (2022). Pre-service teachers' knowledge: analysis of teachers' education situation based on TPACK. *The Mathematics Enthusiast*, 19(2), 594-631.

- Arıcan, M., & Özçakır, B. (2021). Facilitating the development of preservice teachers' proportional reasoning in geometric similarity problems using augmented reality activities. *Education and Information Technologies*, 26(2), 2327-2353.
- Arifuddin, A., Khoiriyah, S., Sugianto, H., & Karim, A. R. (2025). Integrating technological pedagogical content knowledge in learning: A systematic review. *Journal of Research in Instructional*, 5(1), 16-39.
- Atabek, O. (2019). *Challenges in integrating technology into education*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1904.06518>
- Avila-Garzon, C., Bacca-Acosta, J., Kinshuk, ., Duarte, J., & Betancourt, J. (2021). Augmented reality in education: an overview of twenty-five years of research. *Contemporary Educational Technology*, 13(3), <https://doi.org/10.30935/cedtech/10865>
- Avuçlu, B. (2025). *Bilgisayarlı tasarım uygulamaları dersi için artırılmış gerçeklik mobil uygulama geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Aydogdu, F., & Kelpšiene, M. (2021). Uses of augmented reality in preschool education. *International Technology and Education Journal*, 5(1), 11-20.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149.
- Baidoo-Jackson, L. (2025). *The Impact of Educational Technology and Attitudes Toward Mathematics on the Academic Achievement of Mathematics Students at Community College of Rhode Island* (Doctoral dissertation, California Baptist University).
- Bakaç, E., & Özen, R. (2017). Öğretmen adaylarının materyal tasarımı öz-yeterlik inanç düzeylerinin teknolojik pedagojik alan yeterlikleri bağlamında incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 613-632.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2017). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri*.
- Banas, J. R., & York, C. S. (2014). The impact of authentic learning exercises on pre-service teachers' motivational beliefs towards technology integration. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 10(3), 60-76.
- Barroso-Osuna, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2022). Expanding the virtual universe of university students. Educational use of augmented reality and contributions of Rafodiun Project. *Revista Tecnología, Ciencia & Educación*, 23, 137-154. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.874>
- Barroso-Osuna, J., Gutiérrez-Castillo, J. J., Llorente-Cejudo, M. C., & Ortiz, R. V. (2019). Difficulties in the incorporation of augmented reality in university education: Visions from the experts. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(2), 126-141.

- Bayram, E. Y., (2023) *Matematik Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik: Bir İçerik Analizi Çalışması* [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Belda-Medina, J., & Calvo-Ferrer, J. R. (2022). Integrating augmented reality in language learning: Pre-service teachers' digital competence and attitudes through the TPACK framework. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12123-12146. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11123-3>
- Benitez-Saza, C. R., Bustos, E., & Arevalo, E. (2018). The society of information and communication in education: Speeches configuring the teacher for virtual education: Subjective and subjectivity. *Revista Científica*, 32, 183-192.
- Biber, S. K., Biber, M., & Erbay, H. N. (2022). Teachers' perceptions on technology-assisted mathematics teaching and the interactive activities. *Education and Information Technologies*, 27(5), 6913-6945.
- Billingham, M. (2002). Augmented reality in education. *New Horizons for Learning*, 12(5), 1-5.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>
- Boz, H. (2019). *Öğretmenlerin artırılmış gerçeklik teknolojilerine yönelik bilgi ve kullanım düzeylerinin değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Boz, İ., & Özerbaş, M. A. (2020). Sınıf öğretmenlerinin matematik dersinde teknoloji kullanımlarına ilişkin görüşleri. *Bilim Eğitim Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 4(2), 56-66.
- Bozkurt, A., Hamutoğlu, N. B., Kaban, A. L., Taşçı, G., & Aykul, M. (2021). Dijital bilgi çağı: dijital toplum, dijital dönüşüm, dijital eğitim ve dijital yeterlilikler. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 35-63.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Braun, V., & Clarke, V. (2022). Conceptual and design thinking for thematic analysis. *Qualitative Psychology*, 9(1), 3-26. <https://doi.org/10.1037/qup0000196>
- Brigham, T. J. (2017). Reality check: basics of augmented, virtual, and mixed reality. *Medical Reference Services Quarterly*, 36(2), 171-178.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Harvard university press.
- Bursali, H., & Yılmaz, R. M. (2019). Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency. *Computers in Human Behavior*, 95, 126-135.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Yayınları.

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2020). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* [Scientific research methods in education]. Pegem Akademi.
- Cabero, J., & Barroso, J. (2016). The educational possibilities of augmented reality. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., & Martinez-Roig, R. (2021). Mixed, augmented and virtual, reality applied to the teaching of mathematics for architects. *Applied Sciences*, 11(15), 7125. <https://doi.org/10.3390/app11157125>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C., & Fernández Martínez, M. d. M. (2019). Educational uses of augmented reality (AR): experiences in educational science. *Sustainability*, 11(18), 4990. <https://doi.org/10.3390/su11184990>
- Can, A. (2019). *Bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Pegem Yayıncılık.
- Canbaz, B., & Yalçın, N. (2024). The effect of mathematics teaching with mobile augmented reality technology on secondary school students' attitudes and academic achievements. *Participatory Educational Research*, 11(4), 59-76.
- Cevikbas, M., Bulut, N., & Kaiser, G. (2023). Exploring the benefits and drawbacks of AR and VR technologies for learners of mathematics: Recent developments. *Systems*, 11(5), 244. <https://doi.org/10.3390/systems11050244>
- Chang, S. C., & Hwang, G. J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. *Computers & Education*, 125, 226-239. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.007>
- Chick, H., Pham, T., & Baker, M. (2006). Probing teachers' pedagogical content knowledge: Lessons from the case of the subtraction algorithm. *Identities, cultures and learning spaces*. University of Tasmania. <https://hdl.handle.net/102.100.100/525609>
- Chien, C. H., Chen, C. H., & Jeng, T. S. (2010). An interactive augmented reality system for learning anatomy structure. In *International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010, IMECS 2010* (pp. 370-375).
- Chiu, T. K., & Churchill, D. (2015). Exploring the characteristics of an optimal design of digital materials for concept learning in mathematics: Multimedia learning and variation theory. *Computers & Education*, 82, 280-291.
- Churchill, D. (2011). Conceptual model learning objects and design recommendations for small screens. *Journal of Educational Technology & Society*, 14(1), 203-216.
- Churchill, D., & Hedberg, J. (2008). Learning object design considerations for small-screen handheld devices. *Computers & Education*, 50(3), 881-893.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Coşkun, T. K., & Alper, A. (2019). Usage of digital learning material in special education. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 20(1), 119-142.

- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage.
- Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., Díaz, G., Colmenar, A., & Botički, I. (2014, October). A learning environment for augmented reality mobile learning. In *2014 IEEE frontiers in education conference (FIE) proceedings* (pp. 1-8). IEEE.
- Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., Díaz, G., Colmenar, A., & Botički, I. (2014). A learning environment for augmented reality mobile learning. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (pp. 1–8). IEEE.
- Çakiroğlu, Ü., Aydın, M., Köroğlu, Y., & Ayvaz Kina, M. (2024). Looking past seeing present: teaching historical empathy skills via augmented reality. *Interactive Learning Environments*, 32(7), 3364-3376.
- Çelik, C. (2024). *Artırılmış gerçeklik uygulamaları ile fen öğretiminin teknolojiye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme, akademik başarı ve kalıcılığa etkisi* [Doktora tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Çelik, R. (2023). *Matematik öğretmeni adaylarının artırılmış gerçeklik uygulamaları içeren ders planı hazırlama deneyimleri* [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Çetin, İ. (2017). *Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) yeterliklerindeki ve düzeylerindeki değişimin incelenmesi* [Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Çetin, İ & Yazlık, D.Ö. (2022). Examination of the Relationship between TPACK Competencies and Mathematics Teaching Anxiety: The Mediating Role of Mathematics Anxiety. *International Journal of Modern Education Studies*, 6(1), 206-235.
- Çetintav, G. (2023). *Geometri öğretiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımının ortaokul öğrencilerin öz düzenleme becerilerine, akademik motivasyonlarına ve başarılarına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Çoklar, A. N., & Kuş, R. (2018). Dijital materyal tasarımında çokluortam ve öğretim tasarım ilkelerinin analizi. In *International Academic Research Congress (INES) proceedings* (pp. 2526–2531). Çizgi Yayınları.
- DeWitt, D., Alias, N., Ibrahim, Z., Shing, N. K., & Rashid, S. M. M. (2015). Design of a learning module for the deaf in a higher education institution using padlet. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 176, 220-226.
- Dhiyatmika, I. D. G. W., Putra, I. K. G. D., & Mandenni, N. M. I. M. (2015). Aplikasi augmented reality magic book pengenalan binatang untuk siswa TK. *Lontar Komputer*, 6(2), 589-596.
- Diković, L. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. *Computer Science and Information Systems*, 6(2), 191-203.

- Dilek Eryigit, C., Kucuk, S., & Tasgin, A. (2025). Impact of augmented reality technology on geometry skills and motivation of preschool children. *Education and Information Technologies*, 22753–22778. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13631-4>
- Drijvers, P., Boon, P., & Reeuwijk, M. (2010). Algebra and technology. *Secondary Algebra Education*, 179-202.
- Duffy, T. M., & Cunningham, D. J. (1996). Constructivism: Implications for the Design and Delivery of Instruction. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 170-198). Macmillan Library Reference USA.
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735–745). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_59](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_59)
- Dutta, K. (2015, February). *Augmented reality for e-learning*. In *Seminar Augmented Reality, Mobile & Wearable*. Aachen, Germany.
- Dünser, A., & Billingham, M. (2011). Evaluating augmented reality systems. In B. Furht (Ed.), *Handbook of augmented reality* (pp. 289–307). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_13)
- Ekici, M. (2021). *Bilişim teknolojilerinin kullanılabilmesinde öğretmenlerin eğitilmesine yönelik bir model denemesi: Artırılmış gerçeklik uygulaması örneği* [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Ekiz, D. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri: Yaklaşım, yöntem ve teknikler*. Anı Yayıncılık.
- Erbas, C., & Atherton, S. (2020). A content analysis of augmented reality studies published in 2017. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 5(1), 7-15.
- Erdogan, A., & Sahin, I. (2010). Relationship between math teacher candidates' technological pedagogical and content knowledge (TPACK) and achievement levels. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2707-2711.
- Ersen, Z. B., & Alp, Y. (2024). A systematic review of augmented reality in mathematics education in the last decade. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 12(1), 15-31.
- Fabian, K., Topping, K. J., & Barron, I. G. (2018). Using mobile technologies for mathematics: effects on student attitudes and achievement. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1119-1139.
- Fidan, M. (2018). *Artırılmış gerçeklikle desteklenmiş probleme dayalı fen öğretiminin akademik başarı, kalıcılık, tutum ve öz-yeterlik inancına etkisi* [Doktora tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2006). *How to design and evaluate research in education* (7th ed.). McGraw-Hill.

- Galati, F., Bigliardi, B., Deiana, A., Filippelli, S., & Petroni, A. (2019, July 1–3). Pros and cons of augmented reality in education. In *EDULEARN19 proceedings: 11th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 9165–9168). <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.2264>
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244-260.
- Germain, M., Pham, H., & Warin, X. (2021). *Neural networks-based algorithms for stochastic control and PDEs in finance*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2101.08068>
- Gillies, R. M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 41(3), 39-54.
- Gillis, J. M. (2005). *An investigation of students' conjectures in static and dynamic geometry environments* (Publication No. 3173483) [Doctoral dissertation, University of Alberta]. ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Goundar, M. S., & Kumar, B. A. (2022). The use of mobile learning applications in higher education institutes. *Education and Information Technologies*, 27(1), 1213-1236.
- Göçen Kabaran, G., & Uşun, S. (2021). Dijital materyal tasarımı yeterlilikleri ölçeği (DMTYÖ): Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(230), 179–202. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.825542>
- Gökbulut, B., Keserci, G., & Akyüz, A. (2021). Eğitim fakültesinde görev yapan akademisyen ve öğretmenlerin dijital materyal tasarım yeterlikleri. *Journal of Social Sciences And Education*, 4(1), 11-24. <https://doi.org/10.53047/josse.917536>
- Grandgenett, N. F. (2014). Perhaps a matter of imagination: TPACK in mathematics education. In M. C. Herring, M. J. Koehler, & P. Mishra (Eds.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 155–176). Routledge.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Teachers College Press.
- Gur, H. and Karamete, A. (2015). A short review of TPACK for teacher education. *Educational Research and Reviews*, 10(7), 777-789. <https://doi.org/10.5897/err2014.1982>
- Günaydın, S., Kurt, A. A., (2021) Dijital etkileşimli materyallerin öğrenme ortamında kullanımı. In Dönmez-Usta, N., Turan-Güntepe, E., Durukan, Ü. G (Eds.), *Dijital Etkileşimli Öğretim Materyalleri*, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Gunbas, N. (2020). Pre-service mathematics teachers created animated stories to improve their technological pedagogical content knowledge. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 7(3), 209-222.
- Hadi, S. H., Permanasari, A. E., Hartanto, R., Sakkinah, I. S., Sholihin, M., Sari, R. C., & Haniffa, R. (2022). Developing augmented reality-based learning media and users' intention to use it for teaching accounting ethics. *Education and Information Technologies*, 27(1), 643-670.

- Haydn, T. A., & Barton, R. (2007). Common needs and different agendas: How trainee teachers make progress in their ability to use ICT in subject teaching. Some lessons from the UK. *Computers & Education*, 49(4), 1018-1036.
- Hazzan, O., & Goldenberg, E. P. (1997). Students' understanding of the notion of function in dynamic geometry environments. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(3), 263-291.
- 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.
- Hung, Y. H., Chen, C. H., & Huang, S. W. (2017). Applying augmented reality to enhance learning: a study of different teaching materials. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(3), 252-266.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123.
- Ibili, E., Resnyansky, D., & Billinghamurst, M. (2019). Applying the technology acceptance model to understand maths teachers' perceptions towards an augmented reality tutoring system. *Education and Information Technologies*, 24(5), 2653-2675.
- Inan, F. A., & Lowther, D. L. (2010). Laptops in the K-12 classrooms: Exploring factors impacting instructional use. *Computers & Education*, 55(3), 937-944.
- İbili, E., Çat, M., Resnyansky, D., Şahin, S., & Billinghamurst, M. (2020). An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students' 3D geometry thinking skills. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(2), 224-246.
- İnce, Ö. (2023). *Artırılmış gerçeklik ile düzenlenen öğretim tasarımının 6. sınıf geometrik cisimler konusunun öğretiminde uygulanması* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Jang, S. J. (2008). The effects of integrating technology, observation and writing into a teacher education method course. *Computers & Education*, 50, 853-865.
- Joan, D. R. (2015). Enhancing education through mobile augmented reality. *Journal of Educational Technology*, 11(4), 8-14.
- Kabakci Yurdakul, I. Ş. I. L., & Çoklar, A. N. (2014). Modeling preservice teachers' TPACK competencies based on ICT usage. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(4), 363-376.
- Kapıcı, H. O., & Akçay, H. (2023). Improving student teachers' TPACK self-efficacy through lesson planning practice in the virtual platform. *Educational Studies*, 49(1), 76-98.
- Karaarslan, E., Boz, B., & Yıldırım, K. (2013). Matematik ve geometri eğitiminde teknoloji tabanlı yaklaşımlar. In *XVIII. Türkiye'de İnternet Konferansı Bildirileri* (pp. 9-11).

- Kaufman, K. (2015). Information communication technology: Challenges and some prospects from preservice education to the classroom. *Mid-Atlantic Education Review*, 2(1), 1–11.
- Kay, R. H. (2006). Evaluating strategies used to incorporate technology into preservice education: A review of the literature. *Journal of research on technology in education*, 38(4), 383-408.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). “Making it real”: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual reality*, 10(3), 163-174.
- Kılıç, Ç. (2024). *Hücre ve bölünmeler ünitesi kapsamında "Mobil telefon uygulamaları" ile desteklenmiş öğretim uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel tutum ve bilimsel farkındalık düzeylerine etkisi* [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Kissane, B. (2002). Three roles for technology: Towards a humanistic renaissance in mathematics education. In B. Barton, K. C. Irwin, M. Pfannkuch, & M. O. J. Thomas (Eds.), *The humanistic renaissance in mathematics education: Proceedings of the international conference* (pp. 191–199).
- Koca, H., Yakar, A., Dev, F., & Şen, G. (2024). TIMSS ve PISA verileri üzerinden Türkiye'nin eğitim performansının gelişiminin analizi. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 4(2), 644-660. <https://uleder.com/index.php/uleder/article/view/470>
- Kocagül, M. ve Ünal Çoban, G. (2024). Hizmet öncesi fen ve matematik öğretmenlerinin çevrimiçi öğretim deneyimlerinin TPACK çerçevesi kapsamında değerlendirilmesi. *Eğitim Teknolojileri ve Çevrimiçi Öğrenme Dergisi*, 7(2), 149-167. <https://doi.org/10.31681/jetol.1332419>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13-19. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2013). The technological pedagogical content knowledge framework. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (4th ed., pp. 101–111). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9)
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Koenig, J. A. (2021). *Augmented Reality's Effect on Learning Motivation* [Doctoral dissertation, Grand Canyon University]. ProQuest Dissertations & Theses Global.

- Koutromanos, G., Sofos, A., & Avraamidou, L. (2015). The use of augmented reality games in education: a review of the literature. *Educational Media International*, 52(4), 253-271.
- Köksal Baları, E. (2025). *Teknoloji destekli olasılık ve istatistik öğretiminin matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeylerine, özyeterliklerine ve dijital okuryazarlıklarına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Kum, O. (2022). *İlkokul öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgileri ile dijital okuryazarlık yeterlilikleri arasındaki ilişki* [Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Kurtoğlu, Y. B. (2019). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının bilişim teknolojileri ve yazılım derslerinde öğrenme süreçlerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Trabzon Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Kuzu, O., Göçer, V., & Akçay, A. O. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında ilkökullerde matematik dersi öğretim programının incelenmesi. *Rumelide Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, 41, 640-667.
- Lee, K. (2012). *Augmented reality in education and training*. *TechTrends*, 56(2), 13-21.
- Lee, Y., & Lee, J. (2014). Enhancing pre-service teachers' self-efficacy beliefs for technology integration through lesson planning practice. *Computers & Education*, 73, 121–128.
- Liarokapis, F., & Anderson, E. F. (2010). *Using augmented reality as a medium to assist teaching in higher education*. In *Proceedings of the 2010 IEEE EuroCon Conference* (pp. 9–15). IEEE.
- Lin, Y., & Yu, Z. (2023). A meta-analysis of the effects of augmented reality technologies in interactive learning environments (2012–2022). *Computer Applications in Engineering Education*, 31(4), 1111-1131. <https://doi.org/10.1002/cae.22628>
- Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. Sage.
- Liu, P. (2016). Technology integration in elementary classrooms: Teaching practices of student teachers. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 41(3), 87-104.
- Luck, B. W. (2024). *Augmented Reality's Outlook for Education as Perceived by Key Researchers in the Field* [Doctoral dissertation, Freed-Hardeman University]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Lyublinskaya, I., & Kaplon-Schilis, A. (2022). Analysis of differences in the levels of TPACK: Unpacking performance indicators in the TPACK levels rubric. *Education Sciences*, 12(2), 79.
- Lyublinskaya, I., & Tournaki, N. (2011, March). The effects of teacher content authoring on TPACK and on student achievement in algebra: Research on instruction with the TI-Nspire handheld. In M. Koehler & P. Mishra (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2011* (pp. 4396–4401). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

- Mai, M. Y., & Hamzah, M. (2016). Primary science teachers' perceptions of technological pedagogical and content knowledge (TPACK) in Malaysia. *European Journal of Social Sciences Education and Research*, 6(2), 167-179.
- Marshall, S. A. (2006). *Insects: Their natural history and diversity: With a photographic guide to insects of eastern North America*. Firefly Books.
- Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J. L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91.
- Mayer, K. U. (2009). New directions in life course research. *Annual Review Of Sociology*, 35(1), 413-433.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. Jossey-Bass.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Mirza, T., Dutta, R., Tuli, N., & Mantri, A. (2025). Leveraging augmented reality in education involving new pedagogies with emerging societal relevance. *Discover Sustainability*, 6(1), 1-15.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2008, March). Introducing technological pedagogical content knowledge. In *Annual Meeting of the American Educational Research Association*.
- Moss, G., Jewitt, C., Levačić, R., Armstrong, V., Cardini, A., & Castle, F. (2007). *Interactive whiteboards, pedagogy, and pupil performance: An evaluation of the schools whiteboard expansion project (London Challenge)*. Institute of Education, University of London.
- Mouza, C., Karchmer-Klein, R., Nandakumar, R., Ozden, S. Y., & Hu, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 71, 206-221.
- Mu, R., & Wang, H. (2022). A systematic literature review of open innovation in the public sector: Comparing barriers and governance strategies of digital and non-digital open innovation. *Public Management Review*, 24(4), 489-511.
- Muslu, B. İ. (2021). *Matematik öğretmenlerinin öğretim süreçlerine teknolojiyi entegre etme durumlarına yönelik bir model geliştirme çalışması* [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Author.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21, 509-523.

- Niess, M. L. (2012). Teacher knowledge for teaching with technology: A TPACK lens. In R. N. Ronau, C. R. Rakes, & M. L. Niess (Eds.), *Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches* (pp. 1–15). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-750-0.ch001>
- Niess, M. L., Sadri, P., & Lee, K. (2007, April). Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge (TPCK). In *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Chicago, IL, United States.
- Nikimaleki, M., & Rahimi, M. (2022). Effects of a collaborative AR-enhanced learning environment on learning gains and technology implementation beliefs: Evidence from a graduate teacher training course. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(3), 758-769. <https://doi.org/10.1111/jcal.12646>
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). The visibility of meanings: Modelling the mathematics of banking. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 3–31. <https://doi.org/10.1007/BF00191473>
- Okumuş, A., & Savaş, P. (2024). Investigating EFL teacher candidates' acceptance and self-perceived self-efficacy of augmented reality. *Education and Information Technologies*, 29(13), 16571-16596. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12517-1>
- Onbaşılı, Ü. İ. (2018). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ilkökul öğrencilerinin artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumlarına ve fen motivasyonlarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 320-337. <https://doi.org/10.12984/eggefd.390018>
- Önal, N. (2016). Development, Validity and reliability of TPACK scale with pre-service mathematics teachers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 8 (2), 93-107.
- Önal, N., & Alemdag, E. (2018). Educational website design process: Changes in TPACK competencies and experiences. *International Journal of Progressive Education*, 14(1), 88-104.
- Önal, N., & Çakır, H. (2016). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde bilişim teknolojileri kullanımına ilişkin görüşleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 28–42. <https://doi.org/10.17860/efd.56788>
- Özay, Z. (2025). *Disiplinlerarası yaklaşımla tasarlanan artırılmış gerçeklik uygulamasının oran orantı konusundaki öğrenci başarı ve motivasyonuna etkisi* [Yüksek lisans tezi, Kafkas Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Özbay, Ö., & Seferoğlu, S. S. (2023). Artırılmış gerçeklikle beraber özetleme stratejisi kullanmanın öğrencilerin bilişsel yük ve başarısına etkisi. *Trt Akademi*, 8(17), 144-173.
- Özbek, F., & Ak, Ş. (2020). İlkokul 4. sınıf Türkçe dersinde artırılmış gerçeklik uygulaması: Başarı ve motivasyona etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 28(4), 1668-1679. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.4003>

- Özcan, N., Şefik, M., Özdemir, B., & Karakaş, N. (2023). Öğretmenlerin Web 2.0 araçlarını kullanabilmelerine yönelik görüşleri. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 3(11), 2258-2272. <https://www.uleder.com/index.php/uleder/article/view/390>
- Özçakır, B. (2017). *Fostering spatial abilities of seventh graders through augmented reality environment in mathematics education: A design study*. [Doctoral dissertation, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Özçakır, B. (2020). *Teknoloji destekli matematik öğretimi*. M. Ünlü (Ed.), *Uygulama örnekleriyle matematik öğretiminde yeni yaklaşımlar* (ss. 157–178). Pegem Akademi.
- Özçakır, B., & Aydın, B. (2019). Effects of augmented reality experiences on technology integration self-efficacy of prospective mathematics teachers. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 10(1), 55–79. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.487162>
- Özçelik, N. P. (2024). *The effects of augmented reality use on EFL learners' vocabulary and reading comprehension* [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Özdemir, D., & Özçakır, B. (2019). An analysis of the effects of augmented reality activities in teaching fractions on 5th grade students' math achievement and attitudes. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 9(1), 21-41. <http://dx.doi.org/10.17984/adyuebd.495731>
- Özdemir, F., Aslaner, R., & Açıkgül, K. (2020). Bilgisayar destekli matematik öğretiminin öğrencilerin matematik tutumuna etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(13), 18-40. <https://doi.org/10.29129/inujse.543534>
- Özdemir, M., & Özçakır, B. (2019). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının matematik öğretiminde öğrenci başarısına ve derse yönelik tutuma etkisi. *International Journal of Educational Technology and Scientific Researches*, 4(10), 240–268. <https://doi.org/10.35826/ijetsar.51>
- Özsoy, S., & Özsoy, G. (2013). Eğitim araştırmalarında etki büyüklüğü raporlanması. *İlköğretim Online*, 12(2), 334-346.
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. Routledge.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods 3rd. ed.* Sage.
- Peder Alagöz, Z. B. (2020). *Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik kaygılarına ve akademik başarılarına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Perifanou, M., Economides, A. A., & Nikou, S. A. (2023). Teachers' views on integrating augmented reality in education: needs, opportunities, challenges and recommendations. *Future Internet*, 15(1), 20. <https://doi.org/10.3390/fi15010020>

- Petko, D., Mishra, P., & Koehler, M. J. (2025). TPACK in context: An updated model. *Computers and Education Open*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100244>. Article 100244.
- Ping, C., Schellings, G., & Beijjaard, D. (2018). Teacher educators' professional learning: A literature review. *Teaching and Teacher Education*, 75, 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.06.003>
- Polat, E., & Ayan, B. (2020). *Uygulamalarla artirilmis gerceklik*. Abaküs Yayıncılık.
- Polly, D., Mims, C., Shepherd, C. E., & Inan, F. (2010). Evidence of impact: Transforming teacher education with preparing tomorrow's teachers to teach with technology (PT3) grants. *Teaching and Teacher Education*, 26(4), 863-870.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543.
- Radu, I., Zheng, R., & Golubski, G. (2010, April). Augmented reality in the future of education. In *Proceedings of the 2010 ACM Conference*. ACM.
- Roblyer, M. D. (2006). Virtually successful: Defeating the dropout problem through online school programs. *Phi Delta Kappan*, 88(1), 30-35.
- Sáez-López, J. M., & Cózar-Gutiérrez, R. (2020). Iberian cultures and augmented reality: Studies in elementary school education and initial teacher training. In V. Geroimenko (Ed.), *Augmented reality in education* (pp. 235-245). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42156-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42156-4_13)
- Saez-Lopez, JM., Cozar-Gutierrez, R. (2020). Iberian Cultures and Augmented Reality: Studies in Elementary School Education and Initial Teacher Training. In: Geroimenko, V. (eds) *Augmented Reality in Education*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42156-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42156-4_13)
- Sáez-López, J. M., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., & Gómez-Carrasco, C. J. (2020). Augmented reality in higher education: An evaluation program in initial teacher training. *Education Sciences*, 10(2), 26. <https://doi.org/10.3390/educsci10020026>
- Saleeb, N., & Dafoulas, G. (2011). Affordances and constraints to e-learning: Role of architecture in 3d learning space digital design. *International Journal of Digital Society (IJDS)*, 2(2), 478-488.
- Sanchez, M. G. (2025). *Qualitative descriptive analysis: Secondary mathematics teachers' descriptions of content-specific technology on mathematics achievement* (Doctoral dissertation, Grand Canyon University). ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Sang, G., Valcke, M., Van Braak, J., & Tondeur, J. (2010). Student teachers' thinking processes and ICT integration: Predictors of prospective teaching behaviors with educational technology. *Computers & Education*, 54(1), 103-112.
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2013). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(1), 38-56.

- Sat, M., Ilhan, F., & Yukselturk, E. (2023). Comparison and evaluation of augmented reality technologies for designing interactive materials. *Education and Information Technologies, 28*(9), 11545-11567.
- Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). *Augmented reality: principles and practice*. Addison-Wesley Professional.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4-14.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P., & Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: Interactive education system. *International Journal of Computer Applications, 49*(15).
- Soydan, C. (2018). *Investigation of digital learning material development processes of field teachers in guidance of information technologies teacher* [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Spangenberg, E. D., & De Freitas, G. (2019). Mathematics teachers' levels of technological pedagogical content knowledge and information and communication technology integration barriers. *Pythagoras, 40*(1), 1-13. <https://hdl.handle.net/10520/EJC-1c9688b738>
- Squire, K., & Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *The Journal of the Learning Sciences, 16*(3), 371-413.
- Stake, R. E. (2013). *Multiple case study analysis*. Guilford press.
- Stošić, L., & Stošić, I. (2015). Perceptions of teachers regarding the implementation of the internet in education. *Computers in Human Behavior, 53*, 462-468.
- Şahin, I., Akturk, A.O., & Schmidt, D. (2009). Relationship of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge with their vocational self-efficacy beliefs. In I. Gibson et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2009* (pp. 4137-4144). AACE.
- Şen, N., Kuyucular, H., Yağmur, A., & Aşıkcan, M. (2025). Sınıf öğretmeni adaylarının yapay zekâ yazılımlarıyla dijital materyal tasarımı yeterliklerinin geliştirilmesi. *VIII. INCES International Science, Culture & Education Congress*, Antalya, Türkiye.
- Şendurur, P., & Arslan, S. (2017). Eğitimde teknoloji entegrasyonunu etkileyen faktörlerdeki değişim. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 43*, 25-50.
- Şimşek, M., & Yazıcı, N. (2021). Examining the digital learning material preparation competencies of pre-service mathematics teachers. *Participatory Educational Research, 8*(3), 323-343. <https://doi.org/10.17275/per.21.68.8.3>
- Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (2013). *Multivariate Statistics*. Pearson.
- Tabuk, M., Pasmaz, A., & Çanakçı, O. (2023). İlkokul matematik ders kitaplarında ders araçlarının kullanımı. *Educational Academic Research, 50*, 117-125.

- Taşlıbeyaz, E., Dursun, O. B., & Karaman, S. (2018). Dijital materyallerde kullanılan etkileşimlerin türlerine yönelik öğrenci deneyimleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 240-254. <https://doi.org/10.17679/inuefd.344957>
- Tatlı, Z., Akbulut, H. İ., & Altınışik, D. (2016). Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi özgüvenlerine Web 2.0 araçlarının etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 659–678. <https://doi.org/10.16949/turkbilm.277878>
- Tearle, P., & Golder, G. (2008). The use of ICT in the teaching and learning of physical education in compulsory education: how do we prepare the workforce of the future?. *European Journal of Teacher Education*, 31(1), 55-72.
- Temel, H., & Gür, H. (2022). Opinions of elementary mathematics teacher candidates on the use of digital technologies in mathematics education. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 5(4), 864-889. <https://doi.org/10.31681/jetol.1151382>
- Thomas, M. O., & Holton, D. (2011). Technology as a tool for teaching undergraduate mathematics. In B. Sriraman & L. English (Eds.), *Second international handbook of mathematics education* (pp. 351-394). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0273-8\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0273-8_12)
- Thompson, A. D., Schmidt, D. A., & Davis, N. E. (2003). Technology collaboratives for simultaneous renewal in teacher education. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 73-89.
- Tıkman, F. (2023). *Sosyal Bilgiler Öğretmen adaylarının dijital materyal tasarım deneyimlerinin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi: Bir karma yöntem araştırması* [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Tıkman, F., & Kaya, E. (2022). Teknoloji entegrasyon stratejileri ölçeğinin Türkçeye uyarlanması. *Social Sciences Studies Journal (SSSJournal)*, 8(94), 432–438
- Tokmak, H. S., Yelken, T. Y., & Konokman, G. Y. (2013). Pre-service teachers' perceptions on development of their IMD competencies through TPACK-based activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(2), 243-256.
- Tondeur, J., Scherer, R., Baran, E., Siddiq, F., Valtonen, T., & Sointu, E. (2019). Teacher educators as gatekeepers: Preparing the next generation of teachers for technology integration in education. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1189-1209. <https://doi.org/10.1111/bjet.12748>Digital Object Identifier (DOI)
- Tondeur, J., Van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134-144.
- Tural Sönmez, M., & Karacaköylü, M. A. (2022). Matematik öğretmen adaylarının kesirlere ilişkin özelleştirilmiş alan bilgilerinin öğretim etkinliklerine yansımaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(Özel Sayı), 330-384. <https://doi.org/10.29299/kefad.891260>

- Turan, S. B. (2022). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının blok tabanlı programlamayı kullanma süreçleri ve tasarlanan öğrenme ortamlarının incelenmesi* [Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Turgut, B. (2023). *Matematik öğretmen adaylarının tasarladıkları etkinliklerin teknolojik pedagojik alan bilgisi yeterliliklerine göre incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Turgut, M. F. (1993). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme metotları*. M. Fuat Turgut.
- Türker, B. (2021). Matematik öğretmenlerinin artırılmış gerçeklik teknolojisine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(1), 1–20. <https://doi.org/10.33462/etku.811497>
- Türker, O. (2021). Eğitimde artırılmış gerçeklik teknolojisi üzerine yapılmış akademik tezlerin bibliyografik yöntemle incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 21-34. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2021.21.60703-820404>
- Uygun, T., Sendur, A., Dere, R., & Ozcakir, B. (2023). Development of TPACK with Web 2.0 tools: Design-based study. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 445-465. <https://doi.org/10.30935/scimath/12907>
- Uygur, M., Yelken, T. Y., & Akay, C. (2018). Analyzing the views of pre-service teachers on the use of augmented reality applications in education. *European Journal of Educational Research*, 7(4), 849-860. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.4.849>
- Uzun, Y., Bilban, M., & Kalaç, M. Ö. (2018). Artırılmış gerçeklik kullanılarak engelli çocukların öğrenme yeteneklerinin geliştirilmesi. *Uluslararası Engelsiz Bilişim Kongresi*.
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Sormunen, K., Dillon, P., & Sointu, E. (2015). The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning. *Computers & Education*, 81, 49-58.
- Wagner, D., Pintaric, T., & Schmalstieg, D. (2004). The invisible train: A collaborative handheld augmented reality demonstrator. *ACM SIGGRAPH 2004 Emerging Technologies* (p. 12). ACM.
- Yakınlar Görgeç, Z., & Süral, İ. (2025). Eğitimde artırılmış gerçeklik kullanmanın öğrencilerin performansına ve artırılmış gerçekliğe ilişkin tutumuna etkisi. *VIII. INCES International Science, Culture & Education Congress*, Antalya, Türkiye.
- Yeternaz- Bayram, E. (2023). *Matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik: Bir içerik analizi çalışması* [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, P. (2018). *Mobil artırılmış gerçeklik teknolojisi ile yapılan fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

- Yıldız, E. (2021). Matematik öğretmen eğitiminde teknolojik pedagojik alan bilgisi gelişimi. In E. Yıldız & İ. Arpacı (Eds.), *Matematik eğitiminde yenilikçi teknolojiler* (ss. 1–32). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yılmaz, A. (2024). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının dijital materyal tasarımı deneyimlerine yönelik bir durum çalışması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(41), 1700-1729. <https://doi.org/10.35675/befdergi.1374071>
- Yiğit Koyunkaya, M. (2017). A teaching experiment that aims to develop pre-service mathematics teachers' technological pedagogical and content knowledge. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 8(2), 284-322.
- Yıldız, E., & Arpacı, I. (2024). Understanding pre-service mathematics teachers' intentions to use GeoGebra: The role of technological pedagogical content knowledge. *Education and Information Technologies*, 29(14), 18817-18838.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.
- Young, J. R., Young, J., Hamilton, C., & Pratt, S. S. (2019). Evaluating the effects of professional development on urban mathematics teachers' TPACK using confidence intervals. *REDIMAT*, 8(3), 312–338. <https://doi.org/10.17583/redimat.2019.4000>
- Zengin, B. (2025). *Okul öncesi çocuklara uzay kavramlarının öğretiminde artırılmış gerçeklik destekli etkinliklerin kullanılması* [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Zhuravlov-Galchenko, A. (2018, May 14). *Six top tools to build augmented reality mobile apps*. InfoQ. <https://www.infoq.com/articles/augmented-reality-best-skds>

## 7.EKLER

### Ek 1. Etik Kurul Kararı



**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**  
**ETİK KURUL KARARI**

<b>Etik Kurul Toplantı Tarihi/Sayısı ve Karar No</b>	<b>Tarih :13/10/2023</b> <b>Toplantı Sayısı:10</b> <b>Karar No :2023/437</b>
<b>Araştırmanın Başlığı</b>	Öğretmen Adaylarının Matematik Öğretiminde Artırılmış Gerçeklik Materyalleri Geliştirme, Uygulama ve Değerlendirme Süreçlerinin İncelenmesi.
<b>Sorumlu Araştırmacı</b>	Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN
<b>Yardımcı Araştırmacı</b>	Lisansüstü Öğrenci Sevcan MERCAN ERDOĞAN
<b>Etik Kurul Kararı</b>	16036 sayılı başvuru Etik Kurul tarafından değerlendirilmiş olup, başvurunun bilimsel araştırma etiği açısından “ <b>Uygun</b> ” olduğuna karar verilmiştir.

## Ek 2. TPAB Mat Ölçeği İzni



**Re: TPACK-Math ölçek izni**

25 Eylül 2024 14:36

Kimden: "Nezih Önal" <[redacted]>

Kime: "Sevcan M. ERDOĞAN" <[redacted]>

Merhaba,

Ölçeği çalışmanızda kullanabilirsiniz. Ölçeğin kullanım formu makalenin sonunda olmalı.  
Çalışmanızda kolaylıklar dilerim.



--

Associate Professor **Nezih ÖNAL**

Nigde Omer Halisdemir University, Faculty of Education,

Department of Computer Education and Instructional Technology

### Ek 3. DMTYÖ İzni



**Ynt: DİJİTAL MATERYAL TASARIMI YETERLİKLERİ ÖLÇEĞİ izni hakkında**

25 Mart 2024

Kimden: "Güler GÖÇEN KABARAN" <[redacted]>

Kime: "Sevcan M. ERDOĞAN" <[redacted]>

Sayın hocam merhabalar ölçeği çalışmalarınızda kullanabilirsiniz. Ölçek paylaşmış olduğum makale linkinin en son sayfasında yer almakta. Kolaylıklar dilerim..

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1519884>

**Dr. Güler GÖÇEN KABARAN**

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi  
Eğitim Bilimleri Bölümü  
Eğitim Programları ve Öğretim Ana Bilim Dalı  
Kötekli/Muğla/Türkiye



#### Ek 4. Görüşme Formu

1. Matematik derslerinde artırılmış gerçeklik (AG) kullanımını hakkında ne düşünüyorsunuz?
2. Matematik öğretimi bağlamında AG uygulaması kullanarak bir öğretim materyali geliştirme sürecinizde yaşadığınız zorluklar oldu mu? Varsa bu zorluklar nelerdir?
3. Matematik öğretimi bağlamında AG uygulaması kullanarak bir öğretim materyali geliştirme sürecinizde sizi olumlu yönde etkileyen faktörler oldu mu? Varsa bu faktörler nelerdir?
4. Matematik öğretimi bağlamında AG uygulaması kullanılarak geliştirdiğiniz öğretim materyallerinin kullanım sürecini etkileyen faktörler nelerdir?
5. Matematik öğretimi bağlamında AG uygulaması kullanılarak geliştirilen öğretim materyallerinin kullanımı hakkındaki görüşleriniz nelerdir? (Konu seçiminde nelere dikkat ettiniz?)
6. Matematik öğretimi bağlamında AG uygulaması kullanarak yeni bir öğretim materyali geliştirseydiniz nelere dikkat ederdiniz?
7. Matematik öğretimi bağlamında derslerinde AG uygulaması ile geliştirilmiş bir öğretim materyali kullanmak isteyen birine önerileriniz neler olurdu?
8. Matematik öğretimi bağlamında AG uygulaması kullanarak bir öğretim materyali geliştirme süreci size bir şey kattı mı? Kattıysa nelerdir? Bu süreçte sizde ne gibi değişiklikler oldu?
9. Bir öğretmen adayı için teknolojik materyal hazırlamayı bilmek neden önemlidir? Teknolojik materyal hazırlama noktasında hangi yönlerinizi güçlü olduğunu, hangi yönlerinizin gelişmesi gerektiğini düşünüyorsunuz? Açıklayınız.
10. Öğretim materyali hazırlarken nelere dikkat edersiniz?
  - Konuyu seçerken nelere dikkat ettiniz?
  - Konunun hangi aşamasında teknoloji kullandınız? neden? hangi amaçla kullandınız?
  - Kullandığımız öğretim materyali müfredat ile uyumlu mudur? Açıklayınız..
11. Bir öğretmen adayı olarak sahip olduğunuz materyal ve teknoloji bilgisini matematik derslerinde ne tür uygulamalar yaparak kullanırsınız? Nelere dikkat edersiniz?

Ek 5. TPAB-Mat ölçeği ön test–son test fark puanlarına ilişkin normallik analizi sonuçları

<b>Shapiro-Wilk</b>			
	İstatistik	N	p
<b>TPAB_Fark</b>	.975	27	.730

Tablo incelendiğinde, dağılımın normal olduğu görölmektedir ( $p>0.05$ )



Ek 6. TPAB-Mat Ölçeği alt boyutlarına ilişkin ön test–son test fark puanlarının normallik analizi sonuçları

	Shapiro-Wilk		
	İstatistik	N	p
<b>TPAB_fark</b>	.975	27	.730
<b>TB_fark</b>	.967	27	.523
<b>PB_fark</b>	.930	27	.070
<b>AB_fark</b>	.978	27	.814
<b>TPB_fark</b>	.967	27	.533
<b>TAB_fark</b>	.956	27	.302
<b>PAB_fark</b>	.958	27	.341
<b>TPAB_fark</b>	.981	27	.878
<b>BB_fark</b>	.927	27	.057

Tablo incelendiğinde, dağılımın normal olduğu görölmektedir ( $p>0.05$ )



Ek 7. DMTYÖ ön test–son test fark puanlarına ilişkin normallik analizi sonuçları

	Shapiro-Wilk		
	İstatistik	N	p
<b>DMTYÖ_fark</b>	.966	27	.494

Tablo incelendiğinde, dağılımın normal olduğu görülmektedir ( $p>0.05$ )



Ek 8. DMTYÖ alt boyutlarına ilişkin ön test–son test fark puanlarının normallik analizi sonuçları

	Shapiro-Wilk		
	İstatistik	N	p
<b>TGY_fark</b>	.956	27	.305
<b>TY_fark</b>	.951	27	.225
<b>TPY_fark</b>	.958	27	.329
<b>UDY_fark</b>	.978	27	.825

Tablo incelendiğinde, dağılımın normal olduğu görülmektedir ( $p>0.05$ )



Ek 9. DMTYÖ ile TPAB-Mat ölçeğine ait son test verilerinin normallik testleri

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma	Skewness		Kurtosis	
						Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
TTY_s	27	29.00	43.00	36.8519	3.80994	-.134	.448	-.914	.872
TY_s	27	25.00	40.00	32.0741	4.02804	.220	.448	-.923	.872
TPY_s	27	25.00	40.00	34.7407	3.72716	-.911	.448	.800	.872
UDY_s	27	20.00	30.00	27.0000	2.75960	-.629	.448	-.196	.872
TB_s	27	12.00	35.00	24.5926	5.30790	-.152	.448	.350	.872
PB_s	27	31.00	55.00	45.1481	6.63153	-.612	.448	-.443	.872
AB_s	27	29.00	45.00	38.7407	4.91147	-.311	.448	-1.141	.872
TPB_s	27	10.00	30.00	22.8519	4.47818	-.777	.448	1.468	.872
TAB_s	27	11.00	25.00	20.3704	3.11508	-.926	.448	1.636	.872
PAB_s	27	16.00	35.00	28.2593	4.51146	-.661	.448	.919	.872
TPAB_s	27	23.00	45.00	34.9630	5.52951	-.275	.448	-.109	.872
BB_s	27	15.00	25.00	20.7778	3.10500	-.167	.448	-.922	.872
DMTYÖ _toplam_ s	27	105.00	153.00	130.6667	12.34753	-.297	.448	-.469	.872
TPAB_to plam_s	27	160.00	291.00	235.7037	31.74516	-.596	.448	.364	.872

**Öğretmen adayının adı soyadı:**

**Kazanım:**

**Sınıf düzeyi:**

### DERS PLANLAMA YÖNERGESİ

Süre:

Öğrenci sayısı: (En az 5 öğrenci olmalı)

Öğretim aktiviteleri ve ipuçları içeren sorular /Zaman Planlaması	Beklenen öğrenci tepkileri ve cevapları (Sadece doğru cevaplar değil, öğrencilerin zorlanacakları veya kavram yanılgısı olan durumlarla ilgili de buraya öğrenci cevapları koymalısınız)	Öğretmenin bunlara vereceği cevaplar ve dönütler/ Hatırlatılması gerekenler	Değerlendirmenin amacı ve nasıl olacağı

- 1- Bu derste ne amaçlanmıştır? Öğrencilerin anlamları beklenen temel fikirler nelerdir? Açıklayınız
- 2- Derste öğretim teknolojisini hangi amaçla kullanılmıştır? Açıklayınız
- 3- Kullanılan öğretim teknolojisi öğrencilerin anlamalarını desteklemekte midir? Açıklayınız.
- 4- Kullanılan öğretim teknolojisi müfredattaki konular arasındaki bağlantıyı destekleyici midir? Açıklayınız.
- 5- Kullanılan öğretim teknolojisi öğrencilerin derinlemesine düşünmesini desteklemekte midir? Açıklayınız.

## Ek 11. Grup 1- Materyal Senaryo Örneği

**Kazanım:** M.6.1.5.5. Bir doğal sayıyı bir kesre ve bir kesri bir doğal sayıya böler, bu işlemi anlamlandırır.

a) İlk önce birim kesirlerle işlemler yapılır. Örneğin  $6 \div 12$  ifadesinin 6'nın içinde kaç tane  $1/2$  olduğu,  $1/2 \div 2$  ifadesinin de  $1/2$ 'yi 2'ye bölmek (yani  $1/2$ 'nin yarısı) olduğu modellerle fark ettirilir.

**Amaç:** 5E modelinin keşfetme aşamasında öğrencilerin kermes düzenlemesi üzerinden yardımlaşma bilincinin kazandırılmasını da teşvik edecek şekilde tam sayıların birim kesre bölümünün modellenmesi yapılacaktır. Öğrencinin kazanımın algoritmasını keşfetmesi amaçlanmaktadır.

### BUGÜN KERMES VAR

Alparslan Ortaokulunda yardıma ihtiyacı olan kimseler için para toplanmak isteniyor. Bunun için Ayşe öğretmen bir kermes düzenlenmeye karar vermiştir. Birçok öğrenci evlerinden lezzetli yiyecekler hazırlayıp satmak için yiyecekleri okula getirmiştir. Okulun kantininde her öğrenci kendi tezgahını kurup yiyecekleri tepsilere dizmiştir. Okulun her bir üyesi bu lezzetli yiyecekleri almak için sıraya girmiştir. Sana gösterilen tezgaharlardan yiyecek satın alan öğrenciler kendisi ile yanında olamayan arkadaşları için yiyecek alacaklardır ve almak istediği yiyecek miktarını matematiksel işlemlerle söyleyeceklerdir. Bu matematiksel işlemler ve tezgahların verdiği yiyecek miktarını sırayla not almayı unutma!

1) Sandviç isteyen öğrenci ve arkadaşları toplamda kaç kişidir? Kaç porsiyon oluşturman gerekir?

2) Suşi isteyen öğrenci ve arkadaşları toplamda kaç kişidir? Kaç porsiyon oluşturman gerekir?

3) Pizza isteyen öğrenci ve arkadaşları toplamda kaç kişidir? Kaç porsiyon oluşturman gerekir?

4) Pasta isteyen öğrenci ve arkadaşları toplamda kaç kişidir? Kaç porsiyon oluşturman gerekir?

## Ek 11. (Devam) Grup 1- Materyal Senaryo Örneği

Bu senaryo BlippAR programından yararlanılarak oluşturulacaktır. İçerikte geçen görseller Canva uygulamasından oluşturulmuştur. Sahne geçişleri hareketli oklara tıklanılması ile gerçekleşecektir. Yiyecekler ve tepsi üç boyutludur. Kullanılan kantin görselindeki her bir öğrenci görseli tek tek eklenmiş ve boyutlandırılmıştır. Animasyon geçişleri de bulunmaktadır.

1.Sahne: Sandviç tezgahına gelen bir öğrenci kendisi ve yanında olamayan arkadaşları için bir tepside son kalan 6 tane sandviçi  $6 \div \frac{1}{2}$  şeklinde almak istediğini belirten bir metin verilecek ve ayrıca öğrenci konuşturulacaktır. Bu sahnede satın alan öğrenci olacak ve tezgahtarın öğrenciyi gördüğü açıdan bir görüntü olacaktır. Sahnede görülen yer kantine ait olacaktır.

2.Sahne: Üzerinde bütün halinde olan 6 tane sandviç gelecektir. “6 tane sandviçimiz var. Kaç tane  $\frac{1}{2}$  sandviçimiz var?” metni eklenecek ve öğrenci düşündürülecektir.

3.Sahne: Üzerinde yarıya bölünmüş 12 tane sandviç dilimi olan tepsi gelecektir. “Kaç tane yarım sandviç elde ettik? Kaç porsiyon oldu?” metni eklenecek.

4.Sahne: Sandviç paketini teslim alan öğrenci ekrana gelecektir ve sesli olarak “Teşekkürler!” diyecektir.

5.Sahne: Suşi tezgahına gelen bir öğrenci kendisi ve yanında olamayan arkadaşları için bir tepside son kalan 3 tane suşiyi  $3 \div \frac{1}{3}$  şeklinde almak istediğini belirten bir metin verilecek ve ayrıca öğrenci konuşturulacaktır. Bu sahnede satın alan öğrenci olacak ve tezgahtarın öğrenciyi gördüğü açıdan bir görüntü olacaktır. Sahnede görülen yer kantine ait olacaktır.

6.Sahne: Üzerinde bütün halinde olan 3 tane suşi resmi gelecektir. “3 adet suşinin içinde kaç tane  $\frac{1}{3}$  suşi var?” metni eklenecektir. 3 suşinin 3'er porsiyona bölünmesi animasyonlaştırılmıştır. Öğrenci bir bütünde kaç tane  $\frac{1}{3}$  olduğu görecektir.

7.Sahne: Suşi dilimleri olan paketi teslim alan öğrenci ekrana gelecektir ve sesli olarak “Teşekkürler!” diyecektir.

8.Sahne: Pizza tezgahına gelen bir öğrenci kendisi ve yanında olamayan arkadaşları için bir tepside son kalan 2 tane pizzayı  $2 \div \frac{1}{5}$  şeklinde almak istediğini belirten bir metin verilecek ve ayrıca öğrenci konuşturulacaktır. Bu sahnede satın alan öğrenci olacak ve tezgahtarın öğrenciyi gördüğü açıdan bir görüntü olacaktır. Sahnede görülen yer kantine ait olacaktır.

9.Sahne: Üzerinde bütün halinde olan 2 tane pizza gelecektir. “Kaç tane  $\frac{1}{5}$ 'lik dilim var? Kaç porsiyon oldu?” metni eklenecektir. 2 pizzanın 5'er porsiyona bölünmesi animasyonlaştırılmıştır. Öğrenci bir bütünde kaç tane  $\frac{1}{5}$  olduğu görecektir.

10.Sahne: Pizza dilimleri olan paketi teslim alan öğrenci ekrana gelecektir ve sesli olarak “Teşekkürler!” diyecektir.

11.Sahne: Pasta tezgahına gelen bir öğrenci kendisi ve yanında olamayan arkadaşları için bir tepside son kalan 2 tane pastayı  $2 \div \frac{1}{4}$  şeklinde almak istediğini belirten bir metin verilecek ve

## Ek 11. (Devam) Grup 1- Materyal Senaryo Örneği

ayrıca öğrenci konuşturulacaktır. Bu sahnede satın alan öğrenci olacak ve tezgahların öğrenciyi gördüğü açıdan bir görüntü olacaktır. Sahnede görülen yer kantine ait olacaktır.

12.Sahne: Üzerinde bütün halinde olan 2 tane pasta gelecektir. “2 adet pasta da kaç tane 1/4’lik dilim var? Kaç porsiyon oldu?” metni eklenecektir. 2 pastanın 4’er porsiyona bölünmesi animasyonlaştırılmıştır. Öğrenci bir bütünde kaç tane 1/4 olduğu görecektir.

13.Sahne: Pasta dilimleri olan paketi teslim alan öğrenci ekrana gelecektir ve sesli olarak “Teşekkürler!” diyecektir.

14.Sahne: Ayşe öğretmen ve öğrencileri tezgâha teşekkür etmeye gelirler. Ayşe öğretmen “Tebrikler! Bütün siparişleri teslim ettin. Herkesi çok mutlu ettin ve hayır kampanyamıza destek oldun.” der. Öğrencilerin her biri teşekkür eder.



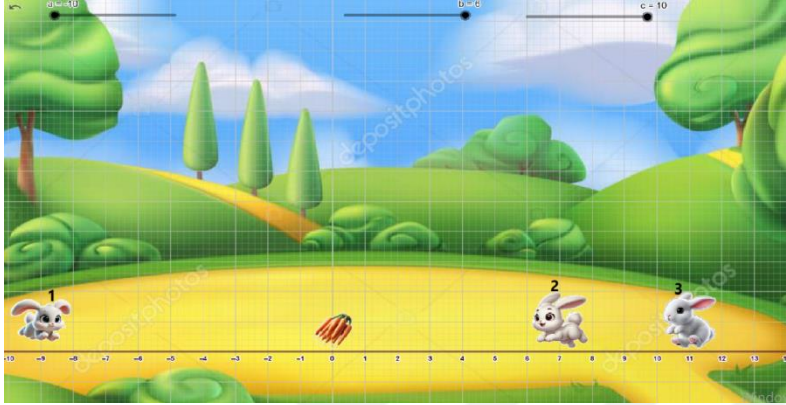
## Ek 12. Grup 8- Materyal Senaryo Örneği

**Kazanım:** M.6.1.4.3. Mutlak değerin sayı doğrusunda ve gerçek hayatta (asansör, termometre vb.) ne anlama geldiği üzerinde durulur.

Sınıf Düzeyi: 6. Sınıf

### ETKİNLİK SENARYOSU

Etkinlik kâğıdımızın ilk kısmında bağlam yer alır. Bağlam şu şekildedir:



Ahmet amca şekilde görüldüğü gibi bir bahçeye sahiptir. Torunları tavşanları çok sevdiği için de bahçesinde üç tane tavşan beslemektedir. Tavşanlarına her gün havuç veren Ahmet amca havuçları bahçenin tam ortasındaki 0 noktasına bırakmıştır. Havuçları gören tavşanlar da havuçları görür görmez havuçlara doğru aynı hızda zıplamaya başlamışlardır. Başta verilen görselden yararlanarak öğrencilerin verilen soruları çözmeleri istenir bu esnada da mutlak değerın sıfıra olan uzaklık olduğunu keşfetmeleri beklenir.

İlk sahnede Ahmet amcanın havuçları sıfır noktasına bıraktığı söylenir. Ve tavşanların havuçlara nasıl ulaşacağını görmek için tıklayınız butonu verilir. Butona tıklanınca 2. sahneye geçilir. 2. Sahnede önce hangi tavşanın havuçlara ulaşacağı sorulur. Doğru cevap olan 2. Tavşanı seçtikleri takdirde sahne 3'e geçilir. Ve 2. tavşan konuşur. "Yaşasın havuçlara ilk önce ben ulaşıyorum." Eğer yanlış olan 1 veya 3. tavşan seçilirse sahne 4'e geçilir ve seçtiği tavşan "Hayır havuçlara ilk önce ben ulaşmıyorum hangimizin ulaştığını görmek için bağlantıya tıkla" Bağlantı butonuna tıkladığında GeoGebra sayfasına geçilir. Ve tavşanların havuçlara göre hareketlerinin sayı doğrusu üzerinde sürgü yardımıyla gösterildiği sistem ile öğrencilerin hangi tavşanın daha önce varacağını görmeleri sağlanır. Ardından soruya dönmek için tıkla butonu ile soru sahnesine döner. Doğru cevap işaretlendikten sonra sahne 5'e geçilir. Burada 2. tavşanın havuçlara ulaşmak için kaç birim ilerlemesi gerektiği sorulur. Doğru cevap olan 7

## Ek 12. (Devam) Grup 8- Materyal Senaryo Örneği

birim işaretlendiğinde sahne 6'ya geçilir. Ve 2. tavşan konuşur. "Doğru bildin o zaman zıplayarak havuçlara gidiyorum." Burada tavşan sayı doğrusu üzerinde 7 birim ilerletilir. Eğer yanlış olan 8 birim seçilirse sahne 7'ye geçilir ve seçtiği tavşan "Hayır havuçlara ulaşamadım, aç kaldım. Kaç birim ilerleyeceğimi görmek için bağlantıya tıkla" Bağlantı butonuna tıklanıldığında GeoGebra sayfasına geçilir. Ve tavşanların havuçlara göre hareketlerinin sayı doğrusu üzerinde sürgü yardımıyla gösterildiği sistem ile öğrencilerin tavşan 2'nin kaç birim ilerlemesi gerektiğini görmeleri sağlanır. Ardından soruya dönmek için tıkla butonu ile soru sahnesine döner. Doğru cevap işaretlendikten sonra sahne 8'e geçilir. Burada 3. tavşanın havuçlara ulaşmak için kaç birim ilerlemesi gerektiği sorulur. Doğru cevap olan 11 birim işaretlendiğinde sahne 9'a geçilir. Ve 3. tavşan konuşur. "Doğru bildin o zaman zıplayarak havuçlara gidiyorum." Burada tavşan sayı doğrusu üzerinde 11 birim ilerletilir. Eğer yanlış olan 12 birim seçilirse sahne 10'a geçilir ve seçtiği tavşan "Hayır havuçlara ulaşamadım, aç kaldım. Kaç birim ilerleyeceğimi görmek için bağlantıya tıkla" Bağlantı butonuna tıklanıldığında GeoGebra sayfasına geçilir. Ve tavşanların havuçlara göre hareketlerinin sayı doğrusu üzerinde sürgü yardımıyla gösterildiği sistem ile öğrencilerin tavşan 3'ün kaç birim ilerlemesi gerektiğini görmeleri sağlanır. Ardından soruya dönmek için tıkla butonu ile soru sahnesine döner. Doğru cevap seçildikten sonra sahne 11'e geçilir. Burada 1. tavşanın havuçlara ulaşmak için kaç birim ilerlemesi gerektiği sorulur. Doğru cevap olan 9 birim işaretlendiğinde sahne 12'ye geçilir. Ve 1. tavşan konuşur. "Doğru bildin o zaman zıplayarak havuçlara gidiyorum." Burada tavşan sayı doğrusu üzerinde 9 birim ilerletilir. Eğer yanlış olan -9 birim seçilirse sahne 13'e geçilir ve seçtiği tavşan "Hayır havuçlara ulaşamadım, aç kaldım. Kaç birim ilerleyeceğimi görmek için bağlantıya tıkla" Bağlantı butonuna tıklanıldığında GeoGebra sayfasına geçilir. Ve tavşanların havuçlara göre hareketlerinin sayı doğrusu üzerinde sürgü yardımıyla gösterildiği sistem ile öğrencilerin tavşan 3'ün kaç birim ilerlemesi gerektiğini görmeleri sağlanır. Ardından soruya dönmek için tıkla butonu ile soru sahnesine döner. Doğru cevap seçildikten sonra sahne 14'e geçilir. Burada Ahmet amca havuçları sıfır noktasına getirirken tavşan 3'ün yerinde durmayıp hareket ettiği belirtilir. Havuçları bıraktıktan sonra 1. ve 3. tavşanın havuçlara aynı anda ulaştığı bilindiğine göre tavşan 3 başta hangi yöne kaç birim ilerlemiştir? Doğru olan sola doğru 2 birim seçeneği işaretlendiğinde sahne 15'e geçilir ve tavşan 3 konuşarak evet doğru bildin ben havuçlara koşuyorum der. Eğer yanlış olan sağa doğru 2 birim veya sola doğru 4 birim seçilirse sahne 16'ya geçilir ve tavşan 3 "Hayır havuçlara ulaşamadım, aç kaldım. Hangi yöne kaç birim hareket ettiğimi anlamak için bağlantıya tıkla" Bağlantı butonuna tıklanıldığında GeoGebra

## Ek 12. (Devam) Grup 8- Materyal Senaryo Örneği

sayfasına geçilir. Ve tavşanların havuçlara göre hareketlerinin sayı doğrusu üzerinde sürgü yardımıyla gösterildiği sistem ile öğrencilerin tavşan 3'ün hangi yöne kaç birim hareket ettiğini görmeleri sağlanır. Ardından soruya dönmek için tıkla butonu ile soru sahnesine döner. Doğru cevap seçilir ve sahne 17'ye geçilir. Bu sahnede tavşanlar kavuştukları havuçları yiyerek teşekkür ederler.



**Kazanım:** M.6.1.5.5. Bir doğal sayıyı bir kesre ve bir kesri bir doğal sayıya böler, bu işlemi anlamlandırır.



# Bugün Kermes Var!

**Alparslan ortaokulunda yardıma ihtiyacı olan kimseler için para toplanmak isteniyor. Bunun için Ayşe öğretmen bir kermes düzenlemeye karar vermiştir. Birçok öğrenci evlerinden lezzetli yiyecekler hazırlayıp satmak için yiyecekleri okula getirmiştir. Okulun kantininde her öğrenci kendi tezgahını kurup yiyecekleri tepsilere dizmiştir. Okulun her bir üyesi bu lezzetli yiyecekleri almak için sıraya girmiştir. Sana gösterilen tezgaharlardan yiyecek satın alan öğrenciler kendisi ile yanında olmayan arkadaşları için yiyecek alacaklardır ve almak istediği yiyecek miktarını matematiksel işlemlerle söyleyeceklerdir. Bu matematiksel işlemler ve tezgaharlarm verdiği yiyecek miktarını sırayla not almayı unutma!**



$6 \div \frac{1}{2}$



$3 \div \frac{1}{3}$





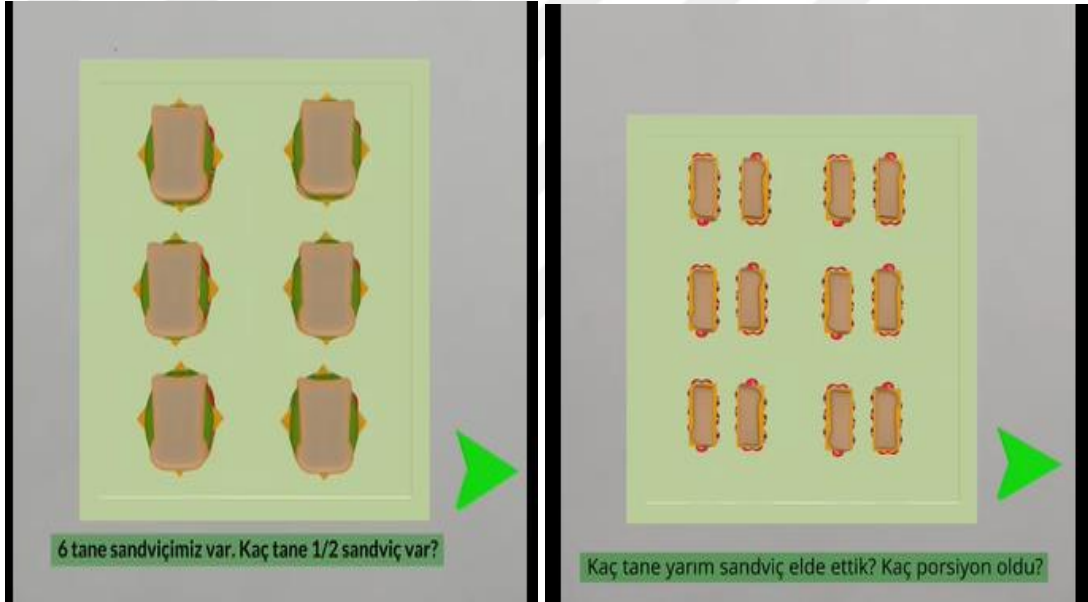
$2 \div \frac{1}{5}$



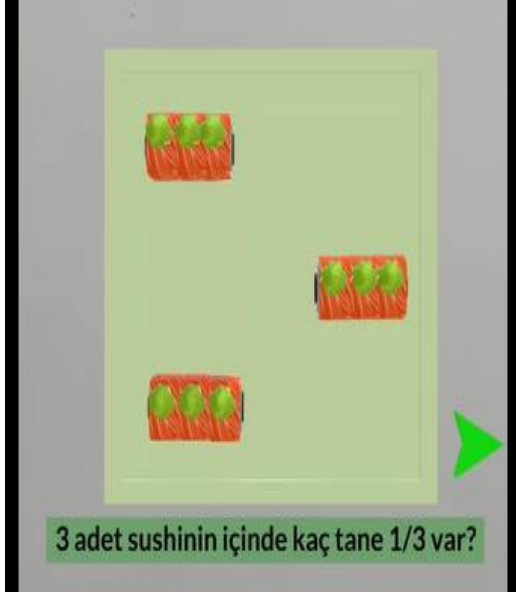
$2 \div \frac{1}{4}$



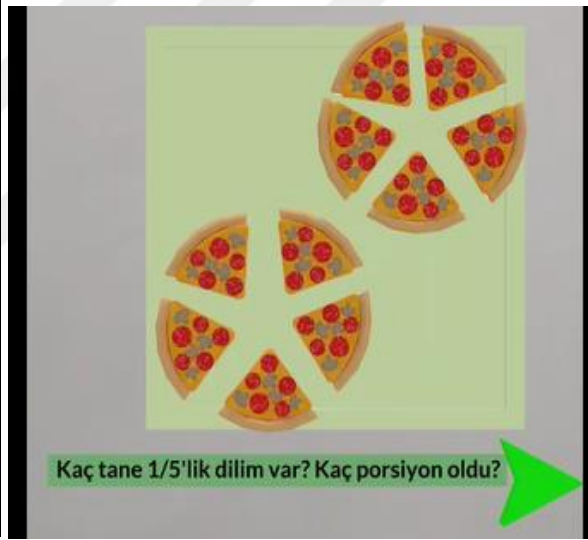
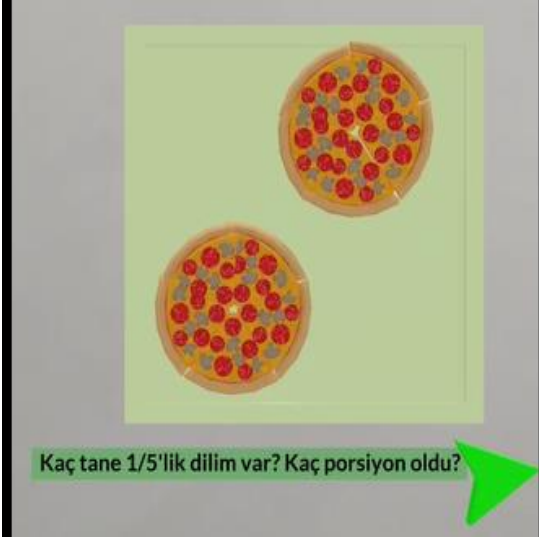
Ek 13. (Devam) Grup 1- AG materyali örneği



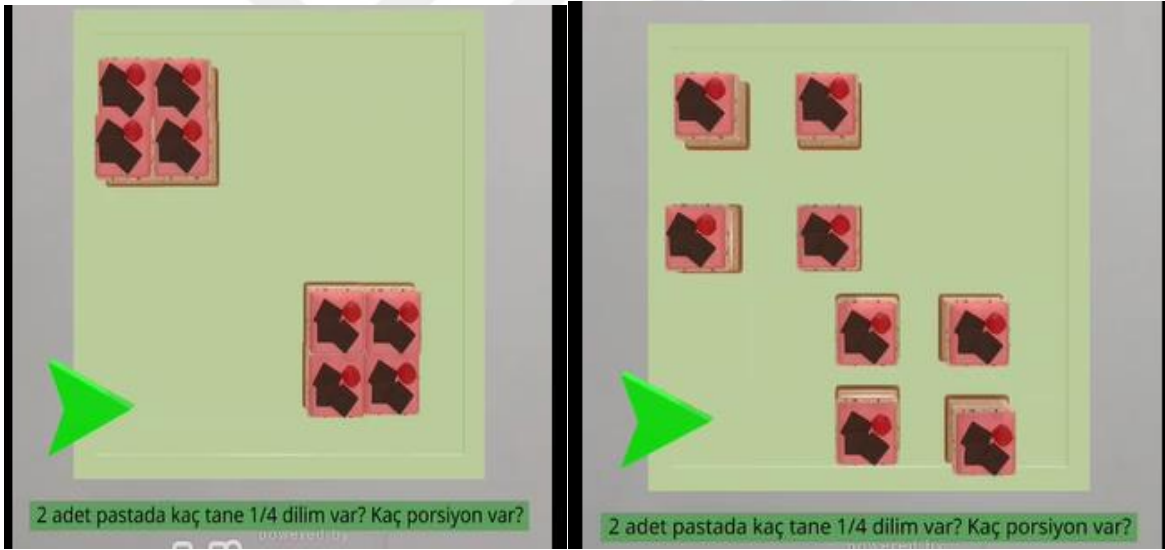
Ek 13. (Devam) Grup 1- AG materyali örneği



Ek 13. (Devam) Grup 1- AG materyali örneği



Ek 13. (Devam) Grup 1- AG materyali örneği



Ek 13. (Devam) Grup 1- AG materyali örneği



Ek 14. Grup 8- AG materyali örneği

**Kazanım:** M.6.1.4.3. Mutlak değerin sayı doğrusunda ve gerçek hayatta (asansör, termometre vb.) ne anlama geldiği üzerinde durulur.

## ETKİNLİK KAĞIDI



Ahmet amca şekilde görüldüğü gibi bir bahçeye sahiptir. Torunları tavşanları çok sevdiği için de bahçesinde üç tane tavşan beslemektedir. Tavşanlarına her gün havuç veren Ahmet amca havuçları bahçenin tam ortasındaki 0 noktasına bırakmıştır.

Havuçları gören tavşanlar da havuçları görür görmez havuçlara doğru zıplamaya başlamışlardır. Buna göre;

1) Havuçlara doğru eşit hızlarla zıplayan tavşanlardan hangisi havuçlara daha önce ulaşır?

2) 2. tavşanın havuçlara ulaşması için kaç birim ilerlemesi gerekir?

3) 3. tavşanın havuçlara ulaşması için kaç birim ilerlemesi gerekir?

4) 1. tavşanın havuçlara ulaşması için kaç birim ilerlemesi gerekir?

5) Ahmet amca havuçları sıfır noktasına getirirken tavşan 3'ün yerinde durmayıp hareket ettiğini görür. Havuçları bıraktıktan sonra 1. ve 3. Tavşanın havuçlara aynı anda ulaştığını bildiğine göre tavşan 3 başta hangi yöne kaç birim ilerlemiştir?



Ek 14. (Devam) Grup 8- AG materyali örneği



Eğer öğrenci yanlış cevap verirse,



Yanlış cevap uyarısı veren konuşan bir tavşan ekrana çıkar ve doğru cevap için öğrencinin havuç resmine tıklamasını ister. Havuç resminin üzerine tıklayan öğrenci geogebra sayfasına yönlendirilir ve her bir tavşan için oluşturulan sürgü ile soruyu deneyimlemesi, tavşanları hareket ettirerek istenen sorunun cevabını öğrencinin bulması sağlanır.

Ek 14. (Devam) Grup 8- AG materyali örneği

Öğretmen adayları tarafından hazırlanan GeoGebra sayfası,



Eğer öğrenci doğru cevap verirse,



Yeni soru için ok işaretini, GeoGebra sayfası için havuç resmini tıklaması istenir. Her soru için bu sahneler yenilenir. Materyal ses, görsel ve animasyonlar ile zenginleştirilmiştir.

Ek 15. Grup 4- AG materyali örneği

**Kazanım: M.6.1.2.2.** 2, 3, 4, 5, 6, 9 ve 10'a kalansız bölünebilme kurallarını açıklar ve kullanır.

a) 6'ya kalansız bölünebilme kuralının 2 ve 3'e kalansız bölünebilme kuralından yararlanılarak geliştirilebileceği dikkate alınır.

b) Kuralların kullanımında harfli ifadelerle yer verilmez



## Ek 16. Bilgilendirilmiş Onam Formu

Bu çalışma, Öğretmen Adaylarının Matematik Öğretiminde Artırılmış Gerçeklik Materyalleri Geliştirme, Uygulama ve Değerlendirme Süreçlerinin İncelenmesi başlıklı bir araştırma çalışmasıdır. Çalışma, Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN ve Arş. Gör. Sevcan MERCAN ERDOĞAN tarafından yürütülmekte ve sonuçları ile öğretmen adaylarının matematik eğitimi bağlamında artırılmış gerçeklik materyalleri hazırlama durumları ortaya konacaktır. Ayrıca matematik eğitiminde öğretmen adaylarının teknoloji kullanımının gelişimine ışık tutulacaktır.

- Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.
- Çalışmanın amacı doğrultusunda, TPAB-Mat ve DMTYÖ ile günlük, görüşme ve video kaydı yapılarak sizden veriler toplanacaktır.
- İsminizi yazmak ya da kimliğinizi açığa çıkaracak bir bilgi vermek zorunda değilsiniz/araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
- Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim. Çalışma hakkındaki sorularınızı Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri bölümünden Arş. Gör. Sevcan MERCAN ERDOĞAN 'a yöneltebilirsiniz.

Sorumlu Araştırmacı /Yardımcı Araştırmacı

Unvan-Adı-Soyadı: Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN/ Arş. Gör. Sevcan MERCAN ERDOĞAN

**Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabileceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.**

*(Lütfen bu formu doldurup imzaladıktan sonra veri toplayan kişiye veriniz.)*

Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza:

Tarih:

Ek 17. Bilgisayar laboratuvarı ve sınıf ortamından kareler

