

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİMİ TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ BİLİM DALI



ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ MOBİL
UYGULAMANIN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN
UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME VE ZİHİNDE DÖNDÜRME
BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

YUNUS ÖZDEMİR

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Nuh YAVUZALP

BOLU, TEMMUZ - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Yunus ÖZDEMİR tarafından hazırlanan “**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ MOBİL UYGULAMANIN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME VE ZİHİNDE DÖNDÜRME BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Eğitim Teknolojileri Bilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir. 24/07/2024

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Nuh YAVUZALP
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Erkan TEKİNARSLAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Hakan YAMAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Adem UZUN
Bursa Uludağ Üniversitesi

.....

Üye
Doç. Dr. Erhan GÜNEŞ
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulundan 2023/446 sayısı ile etik izin alınmıştır.

.....

YUNUS ÖZDEMİR

ÖZET

ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK DESTEKLİ MOBİL UYGULAMANIN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME VE ZİHİNDE DÖNDÜRME BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

YUNUS ÖZDEMİR

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM

DALI

EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. NUH YAVUZALP)

BOLU, TEMMUZ - 2024

XVI+188 Sayfa

Uzamsal beceri, sayısal ve sözel beceri gibi farklı bir beceri türüdür ve herkes farklı seviyelerde uzamsal beceriye sahip olabilmektedir. Gündelik işlerde, iş ortamlarında, akademik başarılarında, bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik (STEM) eğitimlerinde oldukça önem arz eden uzamsal beceri, çeşitli alıştırma ve pratiklerle artırılabilir. Bu araştırmanın amacı uzamsal beceriyi arttırmak için artırılmış gerçeklik destekli mobil uygulamanın geliştirilmesi ve bu mobil uygulamanın yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkisinin incelenmesidir. Araştırmada mobil uygulama ile geleneksel öğretim yöntemi ve somut materyallerin kullanıldığı öğretim yöntemlerinin etkisi karşılaştırılmıştır. Çalışma grubu mobil uygulamanın geliştirilmesi sürecinde 6 öğretmen adayından ve mobil uygulamanın etkilerinin incelenmesi sürecinde 74 ortaokul öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırmada mobil uygulamanın geliştirilmesi sürecinde tasarım ve geliştirme araştırmaları Tip 1 deseni, mobil uygulamanın etkilerinin incelenmesi sürecine iç içe geçmiş deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre geliştirilen mobil uygulama uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerini geliştirmede etkili olmuştur. Geleneksel öğretim yöntemi ve somut materyallerin kullanıldığı öğretim yöntemleri ile kıyaslandığında deney grubu lehine daha son test puanları daha yüksek olsa da sadece geleneksel öğretim yöntemine göre zihinde döndürme becerilerini geliştirmede deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık çıkmıştır. Sınıf gözlem formu analizi sonucunda mobil uygulamanın öğrencilerin motivasyon ve ilgisi arttırdığı, eğlenceli ve iş birlikli öğrenme için fırsatlar sağladığı görülmüştür. Öğrencilerle yapılan görüşmeler neticesinde mobil uygulamanın öğrenmeyi ve anlamayı kolaylaştırdığına, derslerde daha sık kullanılmasının istendiğine, başka derslerde de kullanılmasının etkili olacağına ve bu tarz uygulamaların öğrencilerin okula bakış açılarını değiştirebileceğine yönelik sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar AG uygulamalarının sadece uzamsal beceri anlamında değil aynı zamanda eğitim öğretim süreçlerinde değerli bir öğretim yöntemi olduğuna ve teşvik edilmesine dair kanıtlar sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Uzamsal beceri, uzamsal görselleştirme, zihinde döndürme, artırılmış gerçeklik, eğitsel mobil uygulama geliştirme

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF AUGMENTED REALITY SUPPORTED MOBILE APPLICATION ON SPATIAL VISUALIZATION AND MIND ROTATION SKILLS OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS

PHD THESIS

YUNUS ÖZDEMİR

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

**DEPARTMENT OF COMPUTER AND INSTRUCTIONAL
TECHNOLOGIES**

EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. NUH YAVUZALP)

BOLU, JULY 2024

XVI + 188

Spatial skill is a different type of skill like numerical and verbal skills and everyone can have different levels of spatial skill. Spatial skill, which is very important in daily work, business environments, academic achievements, science, technology, mathematics and engineering (STEM) education, can be increased with various exercises and practices. The aim of this study is to develop an augmented reality supported mobile application to increase spatial skills and to examine the effect of this mobile application on seventh grade students' spatial visualization and mental rotation skills. In the study, the effects of mobile application, traditional teaching method and teaching methods using concrete materials were compared. The study group consisted of 6 pre-service teachers in the process of developing the mobile application and 74 middle school students in the process of examining the effects of the mobile application. In the research, design and development research Type 1 design was used in the process of developing the mobile application and nested experimental design was used in the process of examining the effects of the mobile application. According to the results of the research, the mobile application developed was effective in developing spatial visualization and mental rotation skills. Although the post-test scores were higher in favor of the experimental group compared to the traditional teaching method and the teaching methods using concrete materials, there was a statistically significant difference in favor of the experimental group in developing mental rotation skills compared to the traditional teaching method. As a result of the analysis of the classroom observation form, it was seen that the mobile application increased the motivation and interest of the students and provided opportunities for fun and cooperative learning. As a result of the interviews with the students, it was concluded that the mobile application facilitated learning and understanding, that it was desired to be used more frequently in the lessons, that it would be effective to use it in other lessons, and that such applications could change students' perspectives on school. These results provide evidence that AR applications are a valuable teaching method not only in terms of spatial skills but also in educational processes and should be encouraged.

KEYWORDS: Spatial skill, spatial visualization, mental rotation, augmented reality, educational mobile application development

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
TABLO LİSTESİ	xi
GÖRSEL LİSTESİ	xiii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xv
TEŞEKKÜR	xvi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Durumu	3
1.2 Araştırmanın Amacı.....	5
1.3 Araştırma Soruları	5
1.4 Araştırmanın Önemi	6
1.5 Araştırmanın Sınırlılıkları.....	7
1.6 Tanımlar.....	7
2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ	
ARAŞTIRMALAR.....	9
2.1 Uzamsal Becerinin Tarihsel Temelleri	9
2.2 Uzamsal Becerinin Bileşenleri	10
2.3 Uzamsal Becerinin Önemi.....	15
2.4 Uzamsal Becerinin Ölçülmesi	16
2.5 Uzamsal Düşünebilmenin Özellikleri.....	18
2.6 Uzamsal Becerinin Geliştirilmesi.....	19
2.7 Uzamsal Beceri ve Matematik Eğitiminde Önemi	21
2.8 Uzamsal Beceri ve STEM Eğitimi İlişkisi.....	23
2.9 Eğitimde Teknoloji Kullanımı	24
2.9.1 Eğitimde Teknoloji Entegrasyonu	25
2.9.2 Sınıf İçi Teknoloji Kullanımının Olumlu Etkileri	27
2.9.3 Eğitimde Teknoloji Kullanımının Olumsuz Etkileri	28
2.9.3.1 Okuma, Yazma ve Aritmetik Alanındaki Olumsuzluklar	29
2.9.3.2 Teknolojinin Makineleştirme Etkisi	30
2.9.3.3 Sosyal İzolasyon ve Yalnızlaştırma Etkisi	31
2.9.3.4 Sosyal Statü ve Maddi Farklılıklar	32
2.10 Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımının Önemi.....	33
2.11 Mobil Öğrenme.....	35

2.12	Eğitim Teknolojileri Çeşitleri	37
2.13	Artırılmış Gerçeklik	41
2.13.1	Altı Hareket Derecesi - 6DoF	43
2.14	Arttırılmış Gerçeklik Türleri.....	44
2.14.1	Sensör Tabanlı İzleme ve Takip.....	45
2.14.2	Görüş Tabanlı İzleme ve Takip.....	46
2.14.3	Konum Tabanlı İzleme ve Takip	47
2.15	Mobil Tasarımlarda Dikkat Edilmesi Gereken Unsurlar	47
2.16	İlgili Araştırmalar	48
2.16.1	Artırılmış Gerçekliğin Öğretim Sürecinde Kullanıldığı Araştırmalar 49	
2.16.2	Artırılmış Gerçekliğin Matematik ve Geometride Kullanıldığı Çalışmalar	51
2.16.3	Uzamsal Beceriye Geliştirmeye Yönelik Çalışmalar	52
2.16.4	Artırılmış Gerçeklik ve Uzamsal Beceri ile İlgili Araştırmalar ..	54
3.	YÖNTEM.....	58
3.1	Araştırmanın Deseni	58
3.2	Katılımcılar	60
3.3	Uygulama Süreci	62
3.4	Veri Toplama Araçları.....	68
3.5	Mobil Uygulamanın Temel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	69
3.5.1	Analiz Aşaması.....	70
3.5.2	Tasarım Aşaması	71
3.5.3	Mobil Uygulamanın Geliştirilmesi.....	73
3.5.4	Uygulama Aşaması.....	74
3.5.5	Değerlendirme Aşaması	75
3.6	Mobil Uygulamanın Geliştirilmesi Süreci.....	75
3.6.1	Mobil Uygulamanın Hazırlanma Süreci.....	75
3.6.2	Mobil Uygulamanın Birinci Geliştirme Döngüsü Görüş ve Önerileri	81
3.6.3	Mobil Uygulamanın İkinci Geliştirme Döngüsü	85
3.6.4	Mobil Uygulamanın İkinci Geliştirme Döngüsü Görüş ve Önerileri	95
3.6.5	Mobil Uygulamanın Üçüncü Geliştirme Döngüsü.....	102
3.6.6	Mobil Uygulamanın Üçüncü Geliştirme Döngüsü Hakkında Görüş ve Öneriler	115
3.6.6.1	Mobil Uygulama Hakkında Öğretmen Adaylarının Görüşleri	116
3.7	Pilot Uygulama Süreci.....	118
3.7.1	Pilot Uygulamanın Sonuçları	119
3.8	Geçerlik ve Güvenirlik	121
4.	BULGULAR	122
4.1	1. Okul Analizleri ve Bulgular.....	122
4.1.1	1. Okul Deney Grubunun Ön Test-Son Test Karşılaştırma Sonuçları	125
4.1.2	1. Okul Kontrol Grubunun Ön Test-Son Test Karşılaştırma Sonuçları 126	
4.1.3	1. Okulda Deney ve Kontrol Gruplarının Son Testlerinin Karşılaştırılması.....	128
4.1.4	1. Okul Mobil Uygulama Seviyelerinin Karşılaştırılması	129
4.1.5	Mobil Uygulama Sürecinde Gözlem Verileri.....	131
4.2	2. Okul Analizleri ve Bulgular.....	133
4.2.1	2. Okul Deney Grubunun Ön Test-Son Test Karşılaştırma Sonuçları	135

4.2.2 2. Okul Kontrol Grubunun Ön Test- Son Test Karşılaştırma Sonuçları	137
4.2.3 2. Okul Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Puanlarının Karşılaştırılması	138
4.2.4 2. Okul Mobil Uygulama Seviyelerinin Karşılaştırılması	138
4.2.5 İzzet Baysal Sınıf İçi Gözlem Verileri	140
4.3 Mobil Uygulama Sonrası Öğrenci Görüşleri	142
5. TARTIŞMA	149
5.1 Mobil Uygulamanın Uzamsal Görselleştirme Becerilerine Etkisi	149
5.2 Mobil Uygulamanın Zihinde Döndürme Becerilerine Etkisi	150
5.3 Mobil Uygulamanın Geleneksel Öğretim Yöntemine Kıyasla Farkları	151
5.4 Mobil Uygulamanın Somut Materyallerin Kullanıldığı Öğretim Yöntemine Kıyasla Farkları	152
5.5 AG Destekli Mobil Uygulamanın Derste Kullanılmasına Yönelik Görüşler	154
5.6 AG Destekli Mobil Uygulamaların Diğer Derslerde Kullanılmasına Yönelik Görüşler	155
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	157
7. KAYNAKLAR	160
8. EKLER	180

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Uzamsal Becerinin Önemli Bileşenleri	14
Şekil 2.2. Altı Serbestlik Derecesi	44
Şekil 3.1. TGA Tip 1 Mobil Uygulamanın Geliştirilmesi Süreci	58
Şekil 3.2. Araştırma Sürecinin Genel Yapısı	59
Şekil 3.3. Birinci Okulda Deney ve Kontrol Grubu Uygulama ve Veri Toplama Süreci.....	66
Şekil 3.4. İkinci Okulda Deney ve Kontrol Gruplarında Uygulama Süreci ve Verilerin Toplanması.....	68
Şekil 3.5. Uygulama Ekranı Tasarım Taslağı	73
Şekil 3.6. AG Ekranı Tasarım Taslağı	73
Şekil 3.7. Mobil Uygulama Geliştirme Süreci Akış Diyagramı	74

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Katılımcıların Betimsel Bilgileri.....	61
Tablo 3.2. Tez Kapsamında Geliştirilecek Mobil Uygulamanın Alanyazındaki Çalışmalardan Farklı Yönleri.....	70
Tablo 3.3. Mobil Uygulamanın İkinci Versiyonuna Eklenecek Özellikler.....	84
Tablo 3.4. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonundaki Zorluk Seviyeleri	87
Tablo 3.5. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Rütbelerin İsimleri Ve Açıklamaları	90
Tablo 3.6. Mobil Uygulamanın Üçüncü Versiyonuna Eklenecek Özellikler.....	100
Tablo 3.7. Mobil Uygulamanın 3. Versiyonundaki Zorluk Seviyeleri	104
Tablo 4.1. 1. Okul Ön Testlerin Normallik Testi Sonuçları.....	122
Tablo 4.2. 1. Okul Uzamsal Görselleştirme Ön Testlerinin Mann Whitney U Testi Sonuçları.....	123
Tablo 4.3. 1. Okul Zihinde Döndürme Testi Ön Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T Testi Sonuçları.....	124
Tablo 4.4. 1. Okul Son Testi Puanlarının Normallik Testi Sonuçları	124
Tablo 4.5. 1. Okul Deney Grubu Uzamsal Görselleştirme Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	125
Tablo 4.6. 1. Okul Deney Grubu Zihinde Döndürme Testi Ön Test-Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi Sonuçları.....	126
Tablo 4.7. 1. Okul Kontrol Grubu Uzamsal Görselleştirme Ön Test-Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi Sonuçları.....	127
Tablo 4.8. 1. Okul Kontrol Grubu Zihinde Döndürme Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	127
Tablo 4.9. 1. Okul Deney Ve Kontrol Grupları Uzamsal Görselleştirme Son Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T-Testi Sonuçları	128
Tablo 4.10: 1. Okul Deney Ve Kontrol Grupları Zihinde Döndürme Son Test Puanlarının Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	129
Tablo 4.11. 1. Okul Mobil Uygulama Seviyelerine Göre Puan Artışlarının Normallik Dağılımı	130
Tablo 4.12: 1. Okul Uzamsal Görselleştirme Puan Farkları İle Ulaşılan Seviye Anova Analizi Sonuçları	130
Tablo 4.13: 1. Okul Zihinde Döndürme Testi Puan Farkları ile Ulaşılan Seviye Kruskal Wallis H Testi Analizi Sonuçları.....	131
Tablo 4.14. 1. Okul Gözlem Formu Temaları, Kodları Ve Açıklamaları	132
Tablo 4.15. 2. Okul Ön Test Normallik Dağılımı Sonuçları	134
Tablo 4.16. 2. Okul Deney Ve Kontrol Grupları Ön Testleri İlişkisiz Örneklem T-Testi Sonuçları.....	134
Tablo 4.17. 2. Okul Son Test Verilerinin Normallik Dağılımları	135
Tablo 4.18. 2. Okul Deney Grubu Ön Test-Son Test İlişkili Örneklem T-Testi Sonuçları.....	136
Tablo 4.19. 2. Okul Kontrol Grubu Uzamsal Görselleştirme Ön-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	137
Tablo 4.20. 2. Okul Kontrol Grubu Zihinde Döndürme Ön-Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi Sonuçları	137

Tablo 4.21. 2. Okul Deney Ve Kontrol Gruplarının Uzamsal Görselleştirme Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi	138
Tablo 4.22. 2. Okul Deney Ve Kontrol Gruplarının Zihinde Döndürme Son Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T-Testi.....	138
Tablo 4.23. 2. Okul Mobil Uygulama Seviyelerine Göre Puan Artışlarının Normallik Dağılımı	139
Tablo 4.24. 2. Okul Uzamsal Görselleştirme Puan Farkları ile Ulaşılan Seviye Kruskal Wallis H Testi Analizi Sonuçları.....	140
Tablo 4.25. 2. Okul Zihinde Döndürme Testi Puan Farkları ile Ulaşılan Seviye Anova Testi Analizi Sonuçları	140
Tablo 4.26. 2. Okul Sınıf Gözlem Sonucu Tema Ve Kodlar	141
Tablo 4.27. Deney Gruplarının Görüşme Sonuçları Tema Ve Kodlar.....	143



GÖRSEL LİSTESİ

Sayfa

Görsel 3.1. Mobil Uygulamanın İlk Versiyonundaki Açılış Ekranı.....	77
Görsel 3.2. Cevap Girilmiş Bir Soru Ekranı	78
Görsel 3.3. Doğru Cevap Geri Bildirim Ekranı.....	78
Görsel 3.4. Yanlış Cevap Geri Bildirim Ekranı	79
Görsel 3.5. Aynı Soru İçin Üç Yanlış Cevap Sonrasındaki Geri Bildirim.....	79
Görsel 3.6. AG Ekranına Geçmek İçin Görünür Hale Gelen Buton	80
Görsel 3.7. AG Ekranında İncelenen Sanal Nesne.....	80
Görsel 3.8. Mobil Uygulama 2. Versiyon Açılış Ekranı	85
Görsel 3.9. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda Zorluk Seviyesi Seçme Ekranı	86
Görsel 3.10. Mobil Uygulamanın 2. Versiyon Normal Mod Ekranı.....	87
Görsel 3.11. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda İncelemek İstiyorum Butonu	88
Görsel 3.12. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda Doğru Cevap Geri Bildirimi89	
Görsel 3.13. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda Yanlış Cevap Geri Bildirimi	89
Görsel 3.14. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda Rütbe Rozeti Penceresi ...	90
Görsel 3.15. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonundaki Rütbe Rozetlerinin Tasarımları	91
Görsel 3.16. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Süreli Mod Ekranı.....	92
Görsel 3.17. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Renk Seçim Ekranı	93
Görsel 3.18. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Seçilmiş Renklerin Görünümü	93
Görsel 3.19. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Nasıl Kullanılır Ekranı	94
Görsel 3.20. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Farklı Bir Tanıtım Ekranı..	94
Görsel 3.21. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki AG Ekranı Görüntüsü	95
Görsel 3.22. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki Açılış Ekranı	102
Görsel 3.23. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki Ana Menü Ekranı	103
Görsel 3.24. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki Zorluk Seviyesi Seçim Ekranı	104
Görsel 3.25. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Normal Mod Ekranı	105
Görsel 3.26. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki İncelemek İstiyorum Butonu	106
Görsel 3.27. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Süreli Mod Ekranı	106
Görsel 3.28. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki Rütbe Rozetleri Listesi....	107
Görsel 3.29. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Örnek Bir Rozet Açıklaması	107
Görsel 3.30. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Kazanılmamış Rozet Açıklama Ekranı	108
Görsel 3.31. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Yeni Rozet Kazanımı Bilgi Ekranı	109
Görsel 3.32. Mobil Uygulamanın 3. Versiyonundaki Rozetlerin Tasarımı ...	109
Görsel 3.33. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Doğru Cevap Geri Bildirim Ekranı	110
Görsel 3.34. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Olumsuz Geri Bildirim Ekranı	111
Görsel 3.35. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Ana Menüye Dönme Ekranı	111
Görsel 3.36. Mücadele Modu Seçim Ekranı	112

Görsel 3.37. Mobil Uygulamanın 3. Versiyonundaki Mücadele Modu Raporu	113
Görsel 3.38. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Serbest Mod Seçim Ekranı.	113
Görsel 3.39. Serbest Mod Yönü Seçilmiş Ekran.....	114
Görsel 3.40. Mobil Uygulamada 3. Versiyon Nasıl Kullanılır Ekranı.....	115



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

AG	: Arttırılmış Gerçeklik
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
ÖSYM	: Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi
STEM	: Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik
SG	: Sanal Gerçeklik
UGT	: Uzamsal Görselleştirme Testi
YZ	: Yapay Zeka
ZDT	: Zihinde Döndürme Testi

TEŞEKKÜR

Sadece bu tez çalışmasında değil tüm eğitim hayatımda bana verdikleri maddi ve manevi desteklerle her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunmak istiyorum. Özellikle anneme, babama, kardeşlerime, bilhassa Ahmet dayım başta olmak üzere dayılarıma, Sevgi, Sevim ve Kezban teyzeme, enişterime, anneanneme ve bu doktora sürecinde kaybettiğimiz babaanneme bana karşı olan sevgileri ve destekleri için minnettarım.

Tez çalışmam sürecinde bana rehberlik eden ve destek olan değerli danışmanım Doç. Dr. Nuh YAVUZALP başta olmak üzere, her zaman her konuda yardımcı olan ve bir sorum olduğunda kapılarını her zaman açık tutan Prof. Dr. Erkan TEKİNARSLAN, Prof. Dr. Hakan YAMAN ve Dr. Öğr. Üyesi Alperen YANDI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu zorlu süreçte sizlerle çalışmak benim için bir onurdu. Sizlerin örnek davranışlarınız ve yaşantılarınız sayesinde, nasıl daha iyi bir akademisyen olunacağını yaşayarak ve görerek öğrendim. Gelecekteki öğrencilerime de bu davranışları aktararak sizlerden aldığım bu bayrağı daha ileriye taşıyacağım.

Her zaman daha büyük işler yapabileceğime inanan ve yardımlarını hiç bir zaman esirgemeyen Ayşegül Özer, Hüseyin Özer ve ailesine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecim boyunca yaşadığım sorunlarda her zaman destek olan ve motive eden değerli arkadaşlarım Alper Aksoy'a ve Tuğba Yılmaz'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının gerçekleşmesinde destek olan BAİBÜ Diş hekimliği fakültesi dekanı Prof. Dr. Ali KELEŞ'e ve fakülte bilgi işlem çalışanı Özgür Güldür'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında, bugüne kadar bana destek olan başta ailem olmak üzere öğretmenlerimin ve arkadaşlarımin da katkıları büyük önem taşımaktadır. Sizlerin inancı ve desteği olmadan bu çalışmayı tamamlamak mümkün olmazdı. Bana olan sevgileri ve güvenleri, bu süreci daha anlamlı ve katlanılabilir kıldı. Hepinize yürekten teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler her alanda olduğu gibi eğitim alanında da değişikliklere ve gelişmeye neden olmuş ve dijital öğrenme materyalleri yaygınlaşmıştır (Bates ve Sangra, 2011). Dijital öğrenme materyalleri öğrenme sürecini daha keyifli hale getirerek, öğrenenlerin bağımsız öğrenmelerine yardımcı olmaktadır (Chen ve Huang 2010). Bu durumun günümüzde eğitimde yaygın olarak kullanılan yapılandırmacı yaklaşımın savunduğu ilkeler ile yakından ilişkili olduğu söylenebilir. Yapılandırmacı yaklaşım öğrenenlerin kendi öğrenme sürecine aktif bir katılması üzerine odaklanmaktadır (Reigeluth, 2013). Bu yaklaşım öğrenenlerin, öğrenme materyallerini kullanarak kendileri tecrübe etmeleri yoluyla yeni bilgiyi yapılandırmasına olanak vermektedir. Öğretim sürecinde bu yaklaşım öğrenenlerin kendi öğrenme süreçlerinde aktif rol almalarını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Collin vd., 1989). Ayrıca yapılandırmacı yaklaşımın öğrenenlerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini de geliştirdiği belirtilmektedir (Savery ve Duffy, 1995). Dijital öğrenme materyalleri, yapılandırmacı yaklaşımın savunduğu öğrenme sürecini destekleyerek öğrencilerin öğrenme materyalleri üzerinden kendi tecrübeleriyle bilgiyi yapılandırmalarına olanak sağlaması açısından oldukça önemlidir (Harris vd., 2009). Bu kapsamda dijital öğrenme materyallerinin günümüzde eğitim ortamlarında önemli bir rol üstlendiği görülmektedir.

Diğer derslerde olduğu gibi matematik dersinde de yapılandırmacı yaklaşımın kullanılması, öğrenenlerin matematiksel kavramları derinlemesine anlamalarını, kalıcı öğrenme sağlamalarını, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerini sağlamaktadır (Bransford vd., 2000). Bu durum öğrenme sürecinin kalitesini de artırabilmektedir (Cobb vd., 2003). Dijital öğrenme materyalleri ise öğrenenlerin matematik kavramlarını keşfetmelerine yardımcı olmaktadır. Örneğin, etkileşimli simülasyonlar, animasyonlar, oyunlar ve diğer dijital öğrenme materyalleri öğrenenlerin matematik kavramlarını görselleştirmelerine ve daha kolay anlamalarına sağlayabilmektedir (Pilli ve Aksu, 2013). Matematik eğitiminde, yapılandırmacı yaklaşımın dijital öğrenme materyalleri ile desteklenmesi durumunda öğrenen merkezli ve etkili bir öğrenme süreci ortaya çıkabileceği öngörülmektedir.

Alanyazın incelendiğinde farklı türlerde dijital öğrenme materyalleri karşımıza çıkmaktadır. Sürekli olarak gelişim gösteren bu materyal türlerinden bazıları şu şekilde sıralanabilir;

1. Web tabanlı eğitsel materyaller (Tüzün, 2006),
2. Uzaktan öğretim materyalleri (Ally, 2004),
3. Oyun tabanlı öğrenme materyalleri (Gee, 2003),
4. Artırılmış gerçeklik teknolojileri (Chen vd., 2016),
5. Sanal Gerçeklik teknolojileri (Merchant vd., 2014),
6. Çoklu ortam öğrenme materyalleri (Mayer, 2001).

Mimarlık, mühendislik, grafik tasarım, endüstriyel tasarım vb. yeni bir nesnenin tasarlanmasını içeren her meslek grubunda çok çeşitli bilişsel yetenekler gerekmektedir. Bu bilişsel yeteneklerden en önemlilerinden birisi de uzamsal beceridir (Halpern ve Collaer, 2005; Stieff ve Telaffuz,2015). Uzamsal beceri French (1951) tarafından üç boyutlu ortamdaki nesnelerin hareketlerini kavrama ve zihinde hayal ederek bu nesneleri hareket ettirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Yıldız ve Tüzün (2011) tarafından yapılan tanımlamada ise uzamsal beceri, nesnelerin farklı bakış açılarından tanınabilmesi, iki boyutlu yapılardan yola çıkarak üç boyutlu nesnelerin zihinde oluşturulması ve bir nesneyi oluşturan parçalardan birinin veya hepsinin bir bütün halinde zihinde hareket ettirme yetenekleri olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca araştırmalar mesleki veya gündelik hayatımızdaki faaliyetlerin yaklaşık %80'inin sözel zekadan ziyade uzamsal zekâ ile gerçekleştiğini ifade etmektedir (Bannatyne, 2003). Yapılan boylamsal araştırmalarda özellikle erken dönemlerde uzamsal becerinin ilerideki matematik performansını öngördüğü sonucu bulunmuştur (Gunderson vd., 2012, Verdine vd., 2014, Zhang vd., 2014). Aynı zamanda erken dönemde bu becerinin eksikliği de matematikte öğrenme güçlüğü sorunu ortaya çıkarmaktadır (Zhang vd., 2020). Ayrıca uzamsal beceri sadece desen farkındalığı veya geometri becerileri ile değil daha az ilişkili gibi görünen sayı hissi, hesaplama ve kelime problemleriyle de bağlantılıdır (Zang, 2016; Zhang ve Lin, 2017; Zhang vd., 2017). Li ve diğerleri (2020), uzamsal becerinin benzersiz bir zekâ türü olduğunu ve özellikle teknoloji çağında birçok akademik alanda bireylerin başarısında önemli roller oynadığını ifade etmiştir. Bu bulgular doğrultusunda uzamsal becerinin öğrenme süreçleri,

akademik başarı, mesleki ve gündelik hayattaki yaşantılar üzerinde önemli etkilerinin olduğu söylenebilir.

Uzamsal becerinin geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda somut materyaller, üç boyutlu sanal ortamlar, bilgisayar destekli programlar, oyunlaştırma, sanal gerçeklik (SG) ve artırılmış gerçeklik türlerinde dijital öğrenme materyallerinin kullanıldığı araştırmalar bulunmaktadır (Özcan vd.,2014; Parmak, 2016; Özçakır Sümen, 2022). Ancak tüm dijital materyal türleri arasında artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanıcılara gerçek dünya ortamında sanal nesneleri görebilme imkânı sağlaması açısından öne çıkmaktadır. Ayrıca diğer dijital öğrenme materyali türlerine kıyasla daha etkileşimli olup, mekânsal farkındalık, mesafe, derinlik gibi kavramları anlamalarını kolaylaştırmaktadır (Billinghurst ve Duenser, 2012).

1.1 Problem Durumu

Günümüzde eğitim alanında yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler, öğrenme ve öğretme süreçlerinde köklü değişimlere neden olmaktadır. Örneğin, simülasyonlar, bilgisayar destekli eğitsel yazılımlar ve çevrimiçi öğrenme platformları gibi öğretim teknolojileri, eğitimde yaygın olarak kullanılmaktadır. Görselleştirme söz konusu olduğunda öne çıkan öğretim teknolojilerinden birisi de artırılmış gerçeklik teknolojisidir. Artırılmış gerçeklik (AG) gibi yenilikçi teknolojilerin eğitimde kullanımı, öğrencilere daha etkileşimli ve zengin öğrenme deneyimleri sunma potansiyeline sahiptir. Bu teknolojiler, geleneksel eğitim yöntemlerinin ötesine geçerek, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkili ve kalıcı hale getirebilmektedir (Bacca vd., 2014).

Ortaokul öğrencilerinin uzamsal becerileri, matematik ve fen bilimleri gibi derslerde başarılarını doğrudan etkileyen kritik beceriler arasında yer almaktadır (Uttal vd., 2013). Uzamsal beceriler, öğrencilerin geometrik şekilleri anlama, mekân içinde nesneleri konumlandırma ve üç boyutlu düşünme kapasitelerini kapsamaktadır (Newcombe ve Frick, 2010). Bu kapsamda uzamsal becerilerin geliştirilmesinde üç boyutlu nesneleri zihinde canlandırabilmek ve bu nesneleri manipüle edebilmek oldukça önemlidir. Ancak, geleneksel öğretim yöntemleri bu becerilerin geliştirilmesinde yetersiz kalabilmektedir. Ders kitapları ve öğretmen

merkezli ders anlatımları, öğrencilerin uzamsal düşünme gibi yeteneklerini geliştirmede sınırlı kalmaktadır (Jo ve Bednarz, 2009).

Uzamsal becerinin geliştirilmesinde somutlaştırma büyük bir rol oynar. Somutlaştırma, soyut kavramların fiziksel modeller, çizimler, dijital simülasyonlar, sanal ve artırılmış gerçeklik gibi somut araçlarla desteklenmesini içermektedir. Bu tür somutlaştırma araçları, öğrencilerin soyut kavramları daha iyi anlamalarına ve bu kavramları zihinsel olarak canlandırmalarına yardımcı olabilecek potansiyele sahiptir. Araştırmalar, somutlaştırmanın uzamsal beceri gelişimini destekleyerek öğrencilerin genel akademik başarılarını artırdığını göstermektedir (Bruce ve Hawes, 2015).

Uzamsal becerilerin ilişkilendirildiği diğer bir alan matematik başarısıdır. Alanyazında uzamsal becerilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki başarı ve kazanımları öngörebildiğine dair araştırmalar bulunmaktadır (Shea vd., 2001; Wai vd., 2009, Uttal vd., 2013). Uzamsal beceri ile matematik performansının ilişkilendirildiği başka araştırmalarda alanyazında yaygın olarak mevcuttur (Battista vd., 1982; Casey vd. 2015; Verdine vd., 2017; Geer vd., 2019).

Matematiği evrensel bir dil ve düşünce biçimi olarak günümüz gelişen dünyasında birey, toplum ve teknoloji için vazgeçilmez bir alan olarak tanımlayan Çağlar (2010), mesleki ve gündelik hayatımızda da gerekli olan çözümleme, iletişim kurma, genelleştirme yapabilme, soyut ve sistematik düşünme gibi üst düzey davranışları geliştirdiğini belirtmektedir. Ayrıca Li ve diğerleri (2020) tarafından ifade edildiği gibi uzamsal beceri sadece matematik alanında değil içinde bulunduğumuz teknoloji çağında birçok akademik alanda başarıya ulaşmak için gerekli bir yetenektir. Uzamsal becerinin geliştirilmesi hem matematik başarısı için hem mesleki başarı hem de gündelik işlerdeki etkisi göz önünde bulundurulduğunda önem arz etmektedir.

Bu araştırmanın problem durumu ortaokul öğrencilerinin uzamsal becerilerinin geliştirilmesinde geleneksel eğitim yöntemlerinin yetersiz kalması ve bu yetersizliğin eğitimde teknoloji kullanımıyla nasıl aşılabileceğinin belirlenmesine yönelik ihtiyacın olmasıdır. Özellikle, AG destekli mobil uygulamaların, öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmede etkili olup olmayacağı ve bu teknolojilerin eğitimde daha etkili kullanımı için gerekli koşulların neler olduğu araştırılması gereken önemli bir konudur. AG

teknolojisinin, öğrencilere üç boyutlu modeller ve etkileşimli ortamlar sunarak uzamsal becerileri geliştirebileceği düşünülmektedir (Dünser ve Hornecker, 2007).

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik artırılmış gerçeklik destekli bir mobil uygulamanın geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesidir. Bu kapsamda araştırma temelde 2 aşamadan oluşmaktadır. Birincisi mobil uygulamanın geliştirilmesi ve nihai versiyonun ortaya çıkması, ikincisi ise geliştirilen mobil uygulamanın ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine uygulanarak etkisinin incelenmesidir. Belirtilen kazanımlarına yönelik artırılmış gerçeklik destekli bir mobil uygulamanın geliştirilmesi ve mobil uygulama, somut materyaller ve geleneksel ders yöntemlerinin uzamsal beceriye etkisinin incelenmesi hedeflenmektedir.

1.3 Araştırma Soruları

Bu tez çalışması uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik artırılmış gerçeklik destekli mobil uygulamanın geliştirilmesini içermektedir. Ayrıca geliştirilen mobil uygulamanın 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal becerinin alt boyutlarından uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkisinin nasıl olduğunu incelemektir. Bu nedenle araştırmanın soruları şu şekilde sıralanabilir:

1. Geliştirilen AG destekli mobil uygulama, 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesi üzerinde etkili midir?
2. Geliştirilen AG destekli mobil uygulama, 7. sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme becerilerinin geliştirmesi üzerinde etkili midir?
3. Geliştirilen AG destekli mobil uygulama ile öğretim programının öngördüğü geleneksel öğretim yöntemi arasında, öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerini geliştirme düzeyleri açısından anlamlı farklılık var mıdır?
4. Geliştirilen AG destekli mobil uygulama ile somut materyaller olarak birim küplerin kullanıldığı öğretim yöntemi arasında, öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerini geliştirme düzeyleri açısından farklılık var mıdır?
5. Geliştirilen AG destekli mobil uygulamanın öğretici yönü ve derslerde kullanılmasına yönelik öğrenci görüşleri nelerdir?

1.4 Araştırmanın Önemi

Geleneksel eğitim yöntemleri, öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirme konusunda genellikle yetersiz kalmaktadır. Uzamsal beceriler, öğrencilerin matematik, fen bilimleri ve mühendislik gibi alanlarda başarılarını doğrudan etkileyen önemli becerilerdir (Uttal ve ark., 2013). Bu yeteneklerin geliştirilmesi, öğrencilerin akademik başarılarının yanı sıra, günlük yaşamlarında problem çözme ve eleştirel düşünme kapasitelerini de artırmaktadır (Newcombe ve Frick, 2010).

Uzamsal beceri ile matematik motivasyon ve başarı konuları yakından ilişkilidir. Uzamsal becerinin yüksek olması matematik motivasyonunda ve dolayısıyla matematik başarısında önemli rol oynamaktadır (Atit vd., 2020). Çağlar (2010) tarafından ifade edildiği üzere matematik, mesleki ve gündelik hayatımızda başarılı olmak için gerekli olan üst düzey davranışları geliştirmektedir. Uzamsal becerinin geliştirilmesi, dolayısıyla matematik başarısını ve akademik, mesleki ve gündelik işlerimizdeki başarıyı da etkileyecektir.

Uzamsal becerinin yaratıcı bilimsel buluşlarda da önemli rol oynadığına dair araştırmalar mevcuttur (Shepard, 1978; Uttal vd. 2013). Ayrıca bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarında yenilikçi buluşlar ülkelerin refah düzeyinin temellerini oluşturmakta ve ekonomik olarak rekabetçi kalabilmelerini sağlamaktadır (Friedman, 2007). Uzun yıllar süren boylamsal araştırmalar uzamsal becerinin STEM alanlarındaki başarılı olmak için gerekli bir beceri olduğunu göstermektedir (Super ve Bachrach, 1957; Wai vd., 2009; Gilligan-Lee vd., 2022). STEM başarılarındaki yeri düşünüldüğünde uzamsal beceri günümüz yenilikçi dünyasında oldukça önem arz etmektedir (Kell ve Lubinski, 2013). Ayrıca STEM alanlarında başarılı olma potansiyeli olan bireylerin belirlenmesinde uzamsal beceri testlerinin kullanılmasının önemli olduğu da belirtilmektedir (Lubinski, 2009).

Bu araştırma, ortaokul öğrencilerinin uzamsal becerilerinin geliştirilmesinde AG destekli mobil uygulamaların etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, AG teknolojisinin uzamsal becerilerin geliştirilmesinde nasıl kullanılabileceğine dair önemli veriler sunacaktır. Araştırma sonuçları, uzamsal becerileri geliştirmek için AG teknolojisinin eğitimde daha yaygın olarak benimsenmesi için önemli bir temel oluşturacaktır (Cheng ve Tsai, 2013).

Ayrıca, bu araştırma, eğitim teknolojilerinin gelişimine katkıda bulunarak, eğitimde yenilikçi yaklaşımların benimsenmesine öncülük edebilir. Eğitimde teknoloji kullanımı üzerine yapılacak bu tür çalışmalar, öğretmenlerin ve eğitimcilerin yeni yöntemleri benimsemelerine ve uygulamalarına yardımcı olabilir. Dolayısıyla, bu araştırma sadece akademik alanda değil, aynı zamanda pratik uygulamalarda da önemli katkılar sağlayacaktır.

Alanyazında uzamsal becerinin ilişkili olduğu alanlar incelendiğinde hem bireysel olarak hem de toplum olarak gelişme için kritik öneme sahip olduğu söylenebilir. Uttal vd. (2013) uzamsal becerinin tecrübe ve alıştırmalar yoluyla geliştirilebileceğini savunmaktadır. Bu durumda uzamsal becerinin hem matematik, akademik, mesleki ve gündelik alanlarda hayatımızdaki önemi hem de STEM alanlarında başarı için önemi göz önüne alındığında geliştirilmesi için yapılacak araştırmalar ve çabalar önem arz etmektedir.

1.5 Araştırmanın Sınırlılıkları

- Araştırma katılımcıları ilköğretim 7. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
- Uygulama süreci yaklaşık 1 ay süreyle sınırlıdır.
- Mobil uygulama içerisindeki alıştırmalar minimum 2x2x2 birimlik alan ve maksimum 5x5x5 birimlik alan aralığında sınırlıdır.
- Mobil uygulamanın geliştirilmesinde öğretmen adayları ile çalışılmıştır.

1.6 Tanımlar

Bu bölümde çalışma boyunca kullanılan kavramların tanımları verilmiştir.

Uzam: Geometri ve felsefede mekân, uzay ve uzam olarak karşımıza çıkan bu terim geometrik şekillerin içinde tasavvur edildiği varsayımsal boşluk ve alan olarak tanımlanmaktadır (Kılıç, 2009).

Uzamsal Zekâ: nesnelerin konumlarını, boyutlarını, şekillerini ve bunların birbirleriyle ne tür ilişkili olduklarını anlama ve bunları zihinde manipüle etme yeteneğidir (Gardner, 2000).

Uzamsal Beceri: görsel-uzaysal bilginin üretilmesini, saklanması, alınmasını ve dönüştürülmesini ifade eder (Lohman, 1996).

Uzamsal Görselleştirme: 2 veya 3 boyutlu nesnelerin veya bu nesnelere ait parçaları 3 boyutlu uzayda zihinde hareket ettirme veya değiştirme yeteneğidir (Burnet ve Lane, 1980).

Zihinde Döndürme: 2 veya 3 boyutlu nesneleri doğru ve hızlı bir şekilde zihinde döndürme yeteneğidir (Yıldız,2009).

Artırılmış Gerçeklik: Fiziksel dünya içerisine sanal nesnelerin eklenmesiyle oluşan gerçek zamanlı hem uzamsal hem de zamansal olarak etkileşimli bir ortamdır (Altınpulluk, 2015).



2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde uzamsal beceri, artırılmış gerçeklik araştırmalarıyla ilgili kuramsal temeller ve ilgili araştırmalar yer almaktadır.

2.1 Uzamsal Becerinin Tarihsel Temelleri

Zekâ kavramı üzerine araştırmalar 1800’lü yıllarda büyümeye başlayan bir alan olmuştur. Sir Frances Galton tarafından yapılan ilk çalışmalar, insanların zihinsel imgeleme kullanılması yoluyla insanların zihinsel eğilimlerinde nasıl farklılıklar ortaya çıktığını keşfetmeye odaklanmaktadır (Galton, 1907). Zihinsel imgeleme kavramı Kosslyn (1980) tarafından, insanların dış dünyadan gelen bilgileri zihinlerinde canlandırmaları ve zihinde düzenleyebilmeleri için kullandıkları zihinsel bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Galton yapmış olduğu bu çalışmalar doğrultusunda, farklı insanların görsel imgeleri hatırlayabilme kapasitelerinin farklı düzeylerde olabileceğini bulmuştur. Ayrıca bu farklılıkların kişiden kişiye farklılık gösterebileceğini ortaya koymuştur. Diğer bir ifadeyle bazı insanlar, hatırladıkları görsel imgeleri veya sahneleri zihinlerinde rahatça canlandırabilirken bazıları için bu durum çok zor olabilmektedir.

1900’lü yıllardan önce entelektüel yetenekler genel bir zekâ yapısı olarak tanımlanmaktadır (Thurstone, 1950). Ancak 1920’li yıllarda faktör analizi yöntemlerinin geliştirilmesi ile, genel zekâ yapısından farklılaşan bir zekâ yapısı ortaya koyulmuştur. Bu yeni yapı uzamsal faktör olarak ifade edilmiştir. Macfarlane, Spearman ve El-Koussy gibi araştırmacılar İngiltere’de, Kelley ve Thurstone gibi araştırmacılar ise ABD’de uzamsal faktörlerin tanımlanmasına yol açmıştır.

Genel zekâ yapısından farklı olarak ortaya çıkarılan uzamsal faktörün, 1930 ile 1970 yılları arasında ana ve yan alt faktörlerinin tanımlanmasına yönelik araştırmalar yapılmıştır (Thurstone, 1944). İlk olarak 1925 ve 1938 yıllarında gerçekleştirilen araştırmalar ile uzamsal beceri genel zekadan farklı bir faktör olarak tanımlanmıştır. Sonraki yıllarda faktör analizi yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte uzamsal beceri farklı faktör yapılarına ayrılmıştır. Bu dönemlerde yapılan araştırmalar sonucunda uzamsal becerinin çok sayıda faktörden oluşmakta olduğu

ancak net bir sınıflandırmanın yapılamaması ile sonuçlanmıştır (Harle ve Towns, 2011).

Uzamsal becerinin faktörleri ile ilgili karışıklık yıllar içerisinde yapılan araştırmalarda faktörlerin isimleri takip edilerek gösterilebilir. 1947 yılında Guilford ve Lace uzamsal beceriyi resmedilmiş nesnelerin döndürülmesini de içeren “Uzamsal Görselleştirme (Spatial visualization)” ve “Uzamsal Yönlendirme (Spatial orientation)” olarak belirlemiştir (Guilford ve Lacey, 1947). Thurstone ise 1950 yılında S1 adını verdiği nesnelerin ön, üst, yan görünüşleri gibi farklı açılardan nasıl görüldüğünün zihinde canlandırılması yeteneğini içeren bir faktör tanımlamıştır (Thurstone, 1950). 1979 yılında Lohman tarafından yapılan meta analiz çalışmasında, nesnelerin zihinde döndürülmesini kapsayan “Uzamsal ilişkiler (Spatial relation)” faktörünü tanımlamış ancak sonraki yıllarda bu faktör “Hızlandırılmış Döndürme (Speeded rotation)” olarak ifade edilmiştir (Lohman, 1979; Lohman, 1988). Carroll (1993) ise yaptığı meta analizde uzamsal ilişkiler dahil olmak üzere beş faktör üzerine odaklanmış ve faktörler yine nesneleri zihinde döndürebilmeyi içermektedir.

Uzamsal beceri ile ilgili çalışmalar temelde üç farklı yöne ayrılmıştır. Bunlar sırasıyla uzamsal becerinin gelişimini ve kullanımını anlamaya yönelik bir bilgi işleme perspektifinin kullanıldığı çalışmalar (Lohman 1983), uzamsal becerinin farklı değişkenler açısından incelenmesini içeren çalışmalar (Boles, 1980; Linn ve Petersen, 1985) ve alanyazındaki yayınlanmış veri setlerini kullanarak meta analizlerin yapılarak uzamsal becerinin faktör yapısını belirlemeye yönelik çalışmalar olarak sıralanabilir.

2.2 Uzamsal Becerinin Bileşenleri

Linn ve Petersen (1985) uzamsal beceriyi sembolik, sözsüz bilgiyi temsil etme, dönüştürme, üretme ve hatırlama becerisi olarak tanımlamıştır. Lohman (1993) ise görsel imajları üretme, saklama ve hatırlama ve dönüştürme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Ancak Uzamsal becerinin bileşenleri konusunda ilgili alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde, benzer kategorilere ayrıldığı görünse de henüz ortak bir fikre varılamamıştır. Uzamsal becerinin bileşenleri konusunda alanyazında bazı çelişkiler bulunmaktadır. Bu çelişkilerden dolayı bilgi karışıklığının oluşmakta ve bu durum konunun anlaşılmasını zorlaştırmaktadır

(D'Oliveira, 2004). D'Oliveira (2004) uzamsal beceri konusunda alanyazında bulunan çelişkileri şu şekilde sıralamaktadır;

1. Farklı isimler altında benzer tanımlamalar yapılmıştır ancak bileşenler için aynı isimler kullanılmıştır. Diğer bir ifadeyle bazı araştırmacılar aynı uzamsal beceri bileşenlerine farklı isimler verirken bazıları ise farklı uzamsal beceri bileşenlerini aynı isimde kullanmaktadır.
2. Uzamsal becerinin bileşenleri araştırmacılara göre farklılık göstermektedir. Bu durum araştırmacılara göre değişmekle birlikte genellikle iki ile on faktör arasında farklılık göstermektedir.
3. Faktör isimleri yazarlar arasında farklılık göstermektedir. Bazı durumlarda aynı yazarın farklı çalışmalarında bile farklılıklar görülmektedir.
4. Uzamsal beceri testlerinin isimleri ve içerikleri konusunda karışıklıklar bulunmaktadır.

Uzamsal beceri konusuna ilişkin yapılan bir alanyazın taramasında, uzamsal faktörün sözel veya sayısal faktörlerden bağımsız olarak geniş ölçüde var olduğu görülmüştür (Cooper ve Mumaw, 1985). Uzamsal becerinin sözel ve sayısal faktörlerden bağımsız olduğu araştırmacılar arasında kabul görmüş bir fikir olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak uzamsal becerinin doğası ve yapısı hakkında anlaşmazlıklar bulunmaktadır. Linn ve Petersen'e (1985) göre uzamsal beceri geometri soruları çözebilme, harita kullanabilme, üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu temsillerini tanıyabilme gibi alt becerilerin bir kombinasyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Carroll (1993) uzamsal becerinin bileşenleri konusunda önemli karışıklıkların olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle faktör analizi çalışmalarına dayanan çeşitli uzamsal beceri bileşenleri ortaya koyulmuştur.

McGee (1979) uzamsal beceriyi, uzamsal görselleştirme (Spatial Visualization) ve uzamsal yönelim (Spatial Orientation) olmak üzere 2 kategoride incelemiştir. Bu kategoriye göre uzamsal görselleştirme, zihinde iki veya üç boyutlu nesneleri döndürme, manipüle etme ve bükme işlemlerini içermektedir. Uzamsal yönelim ise görsel bir desenin bileşenlerini anlama, desenin uzamsal anlamda değişen yönelimlerini karıştırmama ve kişinin kendisine göre uzamsal yönelimlerini belirleme becerilerini kapsamaktadır. Diğer bir ifadeyle uzamsal yönelim kişinin yön hissi ve yatay-dikey kavrayışı gibi becerileri kapsar. McGee'nin (1979) yapmış olduğu bu kategorilendirmede ölçüm için çeşitli araçlar kullanılabilir. Uzamsal görselleştirme bileşeni için Shepard ve Metzler

tarafından geliştirilen zihinsel döndürme testi ve Shepard ve Feng'in (1972) zihinsel kâğıt katlama testi gibi araçlar kullanılarak ölçülebilmektedir. Uzamsal yönelim bileşeni ise, Piaget ve Inhelder'in (1956) su seviyesi testi (water-level task) veya Witkin ve Asch'in (1948) çubuk ve çerçeve testi (rod and frame test) gibi araçlar kullanılarak ölçülebilir.

Lohman (1988) ise uzamsal beceriyi üç temel faktörde açıklamaktadır. Bunlar uzamsal görselleştirme (Spatial Visualization), uzamsal yönelim (Spatial Orientation) ve hızlı döndürme (Speeded Rotation) olarak ifade edilmektedir. Uzamsal görselleştirmenin en genel faktör yapısı olduğu savunmaktadır. Uzamsal görselleştirme testlerinin genel zekâ ve bilişsel yetenek üzerinde yüksek yükleme yapması nedeniyle tanımlanması oldukça zordur. Ayrıca testler oldukça karmaşıktır. Bazı testler nesnelerin döndürülmesini, yansımaları veya katlanmasını içerirken bazıları ise farklı nesnelerin birleştirilmesini veya birden fazla dönüşümü içerebilmektedir. Lohman (1988), uzamsal yönelim faktörü için katılımcıların sorunları çözerken zihinsel olarak döndürme becerilerini kullandıklarını ifade etmektedir. Bu görüş McGee'nin (1979) uzamsal yönelim tanımlaması ile uyumaktadır. Hızlı döndürme faktörü ise verilen bir görselde bir nesnenin döndürülmüş veya yansıtılmış görünümü olup olmadığını belirlemeleri gereken testler ile ölçülebilmektedir. Bu testlerde hızlı yanıt verilmesi gerekmektedir.

Maccoby ve Jacklin (1974) uzamsal beceriyi analitik ve analitik olmayan olmak üzere iki kategoride incelemiştir. Buna göre analitik bileşen detaylara ve parçalara odaklanarak incelemek ve uzamsal bilgi işleme süreci olarak ifade edilmektedir. Örnek olarak açık hali verilen bir nesnenin kapalı halinin zihinsel olarak canlandırılabilmesi verilebilir. Analitik bileşen genellikle matematik, fizik veya mühendislik gibi alanlarda önemli olduğu söylenebilir. Analitik olmayan yetenek ise parçalardan ziyade bütünsel bir bakış açısı ile uzamsal bilgileri işlemektedir. Bir nesnenin zihinde döndürülmesi analitik olmayan bileşene örnek olarak gösterilebilir. Bu bileşen sanat, müzik ve tasarım gibi alanlarda önemlidir.

Uzamsal beceri bileşenleri üzerine yapılan en kapsamlı çalışma John Carroll tarafından 1993 yılında yapılmıştır (Hagarty ve Waller, 2005). Bu çalışmaya göre Carroll (1993), uzamsal becerinin bileşenleri hakkında 140'tan fazla veri seti incelemiş ve beş farklı bileşen ortaya koymuştur. Bunlar görselleştirme (Visualization), uzamsal ilişkiler (Spatial Relations), kapanış hızı (Closure Speed), kapanış esnekliği (Flexibility of Closure) ve algısal hızdır (Perceptual Speed).

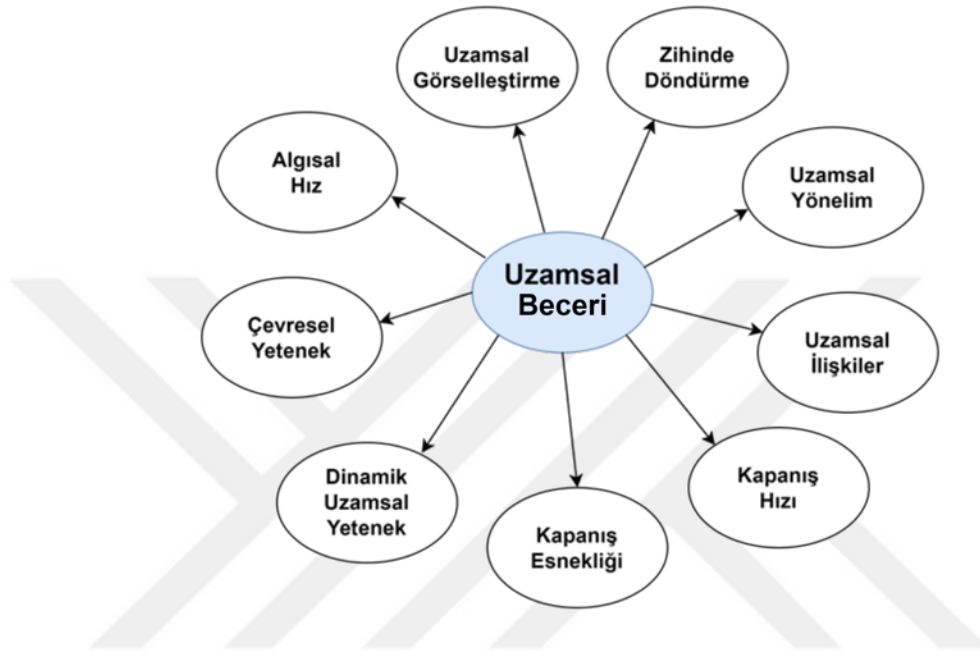
Carroll'un (1993) görselleştirme tanımı diğer araştırmacılardan farklı değildir. Uzamsal ilişkiler tanımı ise Lohman'ın (1988) hızlı döndürme bileşenine farklı bir isimlendirmesi olarak düşünülebilir. Kapanış hızı faktörü uzamsal temsillerin eksik veya gizlenmiş ipuçlarıyla birlikte verildiğinde, bireylerin uzun süreli belleklerinde sakladıkları bu temsillere erişmesi ile ilişkilidir. Bu bileşende bireylere neyi aramaları gerektiği söylenmez kendi çıkarımlarını yapmaları beklenir. Kapanış esnekliği faktörü ise bireylere neyi aramaları gerektiği bilgisinin verildiği ve karışık bir desen veya figür içerisinde gizlenmiş desen veya figürleri bulma yeteneği ile ilgilidir. Bu faktör bazı araştırmacılar tarafından alan bağımsızlığı veya ayrıştırma olarak da isimlendirilmektedir (Velez vd., 2005). Carroll (1993) uzamsal becerinin bu bileşenin varlığını belirtse de psikometrik kanıtların yetersiz olduğunu da ifade etmiştir. Algısal hız bileşeni ise dikkat dağıtıcı bir materyalde belirli bir düzeni hızlı bir şekilde bulma becerisi olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşen aynı zamanda benzer nesneler arasında benzersiz olanı bulmak veya büyük bir görsel içerisinde bir deseni bulmak gibi görevlerle de ifade edilebilmektedir.

Uzamsal becerinin alt boyutlarından birisi de zihinde döndürme yeteneğidir. Zihinde döndürme bir nesneyi zihinsel olarak döndürebilme ve farklı açılardan görselleştirebilme kapasitesini ifade etmektedir. Shepard ve Metzler (1971) yaptıkları çalışmada iki farklı üç boyutlu nesnenin birbirleriyle aynı olup olmadığını belirlemek için zihinde döndürme becerilerinin kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Araştırmada nesnelerin açısal farkları arttıkça zihinde döndürme süreleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle üç boyutlu nesneleri zihinde döndürmenin fiziksel olarak döndürmeye benzer şekilde olduğu görülmektedir. Ayrıca zihinde döndürme, psikometrik testlerde değerlendirilen başlıca uzamsal beceri bileşenlerinden birisidir. Zihinde döndürme becerileri üzerinde çok çalışılan bileşenlerden birisi olup, uzamsal becerinin diğer bileşenlerindeki başarı ile ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Görüldüğü üzere alanyazında uzamsal becerinin bileşenleri ile ilgili birçok tanımlama yapılmış olsa da bu araştırmalar uzamsal becerinin önemli bileşenlerinden olan dinamik uzamsal beceriyi ve çevresel becerileri ihmal etmektedir (Hegarty ve Waller, 2005). Dinamik uzamsal beceri diğer bir adıyla mekanozaman yeteneği, hareketli bir nesne ile ilgili karar verme yeteneğidir (Harper, 2000). Genellikle bilgisayar tabanlı testler ile ölçülen bu yetenek, hareketli iki nesneden hangisinin belirli bir hedefe diğerinden daha önce

ulaşabileceğini belirleyebilme yeteneğidir (Law vd., 1993). Çevresel yetenek ise navigasyon, yol bulma gibi temel faaliyetleri içermektedir (Saucier, 2004).

Uzamsal becerinin bileşenleri Carroll'un (1993) belirttiği 5 bileşen, uzamsal yönelim, dinamik uzamsal beceri ve çevresel beceri faktörleri olmak üzere geniş bir çerçevede ele alınabilir. Tüm bu bileşenler Şekil 2.1'de görülebilmektedir.



Şekil 2.1. Uzamsal Becerinin Önemli Bileşenleri

Uzamsal becerinin bileşenleri ve faktör yapıları üzerine tartışmalar devam etmekle birlikte, Allen (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, uzamsal beceri üç işlevsel kategoride değerlendirilmiştir. Bu kategoriler nesneyi tanıma (Bu nedir? Sorusuna cevap verebilme), nesneyi yerelleştirme (Nerede? Sorusuna cevap verebilme) ve yolcu yönlendirmedir (Ben neredeyim? Sorusuna cevap verebilme). "Bu nedir?" kategorisi, sabit bir gözlemci ve hareket edilebilir veya manipüle edilebilir nesneleri içermektedir. "Nerede?" kategorisi, sabit veya hareketli nesneleri içeren durumların bağlamını kapsamaktadır. "Neredeyim?" kategorisi ise hareketli bir gözlemcinin çevresel nesnelerin ve yüzeylerin hareketsiz olduğu bir dünyada kendini konumlandırmasını içermektedir. Allen'ın yapmış olduğu çalışmanın sonucunda Şekil 2.1'deki faktörler aynı şekilde kalmakla birlikte üç kategori altında yeniden gruplandırılabilir.

2.3 Uzamsal Becerinin Önemi

Wai ve diğerleri (2009), insan zekasını kendi içlerinde geniş ancak birbirleriyle ilişkili üç temelde kavramsallaştırmıştır. Bunlar sözel zekâ, sayısal zekâ ve uzamsal zekâdır. Okuma, yazma ve aritmetik olmak üzere üç R (İngilizce karşılıkları reading, writing, and arithmetic) olarak ifade edilen sözlü ve sayısal beceriler geleneksel olarak sınıf bağlamında vurgulanmaktadır. Bununla birlikte araştırmalar, uzamsal becerinin özellikle bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM Eğitimleri) öğrenmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir (National Research Council, 2006; Newcombe, 2010). Zihinde bir nesnenin şeklini veya hareketini canlandırabilmek birçok bilim alanındaki konuların anlaşılmasını kolaylaştıran bir yetenektir. Bu bağlamda kalkülüste katıların kesişimleri, kimyada moleküllerin yapıları ve jeolojide peyzajların oluşumu gibi konular farklı bilim alanlarından örnekler olarak gösterilebilir.

Modern dünyada birçok iş alanında önemli bir beceri olan uzamsal beceri nesneler ve mekân arasındaki uzamsal ilişkileri anlama yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Guzsvinecz vd., 2020). Uzamsal düşünme ise uzamsal becerinin daha geniş kapsamda ele alındığı bir kavram olarak ele alınabilir (Hegarty 2010). İnsan muhakemesini önemli ölçüde geliştirmek amacıyla bazı sembolik uzamsal araçlar kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak grafikler, haritalar, diyagramlar vb. araçlar gösterilebilir. Bu araçlar sözel veya sayısal olarak ifade edilen bilgilerin daha iyi anlaşılabilmesini sağlamak açısından güçlü araçlar olabilmektedir. Bu araçların kullanılması sözel veya sayısal olarak ifade edilen bilgilerin anlaşılmasını kolaylaştırabilmesinin yanı sıra uzamsal becerisi düşük öğrenciler açısından zorluk teşkil edebilmektedir.

Bu araçlar sözel veya sayısal olarak ifade edilen bilgileri, iki veya üç boyutlu olarak görselleştirerek sunmak için güçlü araçlar olarak kabul edilmektedir. STEM disiplinleri bu araçları sıklıkla kullanır ve öğrencilerin öğrenmesi gereken belirli görsel temsilleri (grafik, harita, diyagram vb.) içermektedir. Öğretmenler genellikle bu görsel temsillerin okunmasının kolay olduğunu varsaysa da özellikle düşük uzamsal beceriye sahip öğrenciler için (örneğin, bir nesnenin hızının zamana göre değişikliklerini gösteren bir grafik) haritalar, diyagramlar ve grafikler zorluk teşkil edebilen araçlar olmaktadır (Kozhevnikov vd., 2007).

Bununla birlikte, uzamsal düşünme, uzamsal beceriden daha geniş bir konudur (Hegarty 2010). Hem eğitim ortamlarında hem de günlük işlerimizde

grafikler, haritalar ve diyagramlar gibi bilgiyi görselleştiren araçları kullanıyoruz. Bu araçların etkili olabilmesi için öğrenenler tarafından görsel olarak temsil edilen bilgilerin okunabilmesi gerekmektedir. Örneğin jeoloji alanındaki blok diyagramlar öğrencilerin ustalaşması gereken belirli görsel temsillere sahiptir. Bu görsel anlamayı kolaylaştırabilmesi için öğrencilerin uzamsal beceri düzeylerinin gerekli seviyelerde olması gerekmektedir (Kozhevnikov vd., 2007). Bu nedenle görsel araçların etkili olabilmesi için uzamsal beceri önemli bir bileşendir.

Uzamsal becerisi iyi olan bireyler uzamsal olarak temsil edilen yapıları okuyabilmekle kalmayıp aynı zamanda bir konuya ilişkin uygun uzamsal görselleri seçebilmekte ve oluşturabilmektedir. Ancak görsel temsil seçebilmek veya yeni bir görsel temsil oluşturabilmek sadece uzamsal beceri düzeyinin iyi olması ile sağlanamamaktadır. Bunun için iyi düzeyde içerik bilgisi de gerekmektedir. Uzamsal becerisi düşük olan bireyler daha ayrıntılı, detaylı ve gerçeğe yakın görsel temsilleri tercih etmektedir (Tversky ve Morrison, 2002).

Uzamsal görsel temsillerin öğrenme ve öğretme sürecinde etkili araçlar olabilmektedir. Ancak bu araçların etkili olabilmesi sadece öğrencilerin değil aynı zamanda öğretmenlerin de uzamsal bilgiyi yorumlayabilme ve okuyabilme yetenekleri ile ilişkilidir. Bu kapsamda Çevik ve diğerleri (2019) tarafından, öğretmen adaylarının uzamsal becerilerini geliştirici uygulama örneklerine lisans düzeyinde de yer verilmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca, uzamsal beceriyi etkileyen farklı değişkenlerin incelenmesi ve aralarındaki ilişkinin araştırılması önerilmektedir.

2.4 Uzamsal Becerinin Ölçülmesi

Uzamsal becerinin ölçülmesi, farklı disiplinlerde yapılan araştırmalarla ele alınmış ve çeşitli ölçüm araçları geliştirilmiştir. Uzamsal beceri ölçülebilir bir beceridir. Alanyazında Mental Rotation Test (MRT) (Shepard ve Metzler, 1971), Paper Folding Test (PFT) (Ekstrom vd., 1976), Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) (Guay, 1976), Spatial Visualization by Analysis-Synthesis (SVAS) (Eliot vd., 1983), Spatial Visualization Test (VST) (Winter vd., 1989) ve Mental Rotation Test (MRT) (Peters vd., 1995) gibi testler alanyazında uzamsal beceriyi ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu testlerin her biri farklı bir türde zihinsel dönüşüm içermektedir (Ault ve John, 2010).

Ayrıca Voyer vd. (1995), cinsiyet farklılıklarının zihinsel döndürme testi (MRT) üzerindeki etkisini inceleyen bir meta-analiz yapmış ve cinsiyet farklarının belirgin olmadığını savunmuşlardır. Bu çalışma, uzamsal beceri ölçümlerinde cinsiyet farklılıklarının gözden geçirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Bahsi geçen testlerin çoğunluğu kâğıt üzerinden ölçümlerin yapılabileceği formattadır. Ancak günümüz dünyası göz önünde bulundurulduğunda bilgi ve iletişim teknolojilerinin her alanda olduğu gibi eğitim alanına da yayılmasıyla birlikte, tüm dünyada dijital bir çağa geçiş yapılmaktadır. Bu nedenle günümüz dünyasına uyum sağlayacak yeni teknolojilerle desteklenen ölçme araçlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Yeni teknolojilerle desteklenen ölçme araçlarını geliştirebilmek için insanlar ve yeni teknolojiler arasındaki ilişkiyi anlamak gerekmektedir. Bu kapsamda insanların bilgi ve iletişim teknolojileriyle arasındaki ilişkilerini bir çatıda toplayan bilişsel bilgi iletişimi (Cognitive Infocommunication) kavramı ortaya çıkmıştır.

Bilişsel bilgi iletişimi, bilgi ve iletişim teknolojileri ile bilişsel bilimler arasındaki etkileşimin sonucunda ortaya çıkan disiplinler arası bir araştırma alanı olarak bilinmektedir. Bu alana göre, insanlar ile bilgi ve iletişim teknolojileri arasındaki bağlantıların artması sonucunda yeni bilişsel yetenekler ortaya çıkmaktadır (Baranyi ve Csapo, 2012). İnsanlar ile bilgisayar arasındaki bağlantılar nedeniyle ortaya çıkabilecek bu yeteneklerin ne tamamen doğal (insan) ne de tamamen yapay olmayacağı savunulmaktadır. Bu durum insanların hayatında yeni bir evrimsel ortaklığı ortaya çıkarmaktadır. Bu ortaklık sonucunda ise insan-makine etkileşimlerinin nasıl değiştiğine odaklanan çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bilişsel bilgi iletişimi kavramı ortaya çıktığından beri insanlar ile bilgi ve iletişim teknolojileri arasındaki ilişkiyi araştırmak daha kolay hale gelmiştir.

İnsan ve bilgi ve iletişim teknolojileri arasında etkileşimlerden birisi de artırılmış gerçeklik uygulamaları olarak gösterilebilir. Bu kapsamda uzamsal beceri, bilişsel bilgi iletişimi kuramı içinde önemli bir kavram olarak değerlendirilmektedir. Artırılmış gerçeklik uygulamalarını etkili bir şekilde kullanabilmek için özel becerilere ihtiyaç duyulmaktadır. Küçük ve diğerleri (2014) bu becerilerde birinin de uzamsal beceri olduğunu belirtmektedir.

Bilişsel bilgi iletişimi kavramı ile birbirleriyle ilişkisi olmadığı veya çok az ilişkisi olduğu düşünülen araştırma alanlarını aynı çerçevede toplayarak genel

bir bakış açısı sunmaktadır. Aynı zamanda incelenebilecek, değerlendirilebilecek ve geliştirilebilecek yeni bilişsel yeteneklere odaklanarak bu yeteneklerin bilişsel bilgi iletişimi çerçevesinde ele alınabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede ortak bir zemin hazırlanarak daha önceden ayrı düşünülen araştırma alanları arasında yeni sinerji imkanlarını ortaya çıkarabilme potansiyeli bulunmaktadır (Klempous vd., 2019).

2.5 Uzamsal Düşünebilmenin Özellikleri

Uzamsal düşünme, bireyin nesnelerin konumunu, ilişkilerini ve hareketlerini zihinde canlandırma ve manipüle etme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Uzamsal düşünebilme becerisi farklı açılardan ele alınıyor olsa da alanyazında beş temel özellik öne çıkmaktadır. Uzamsal düşünebilmenin özellikleri uzamsal algı, matematiksel düşünme (Göktepe ve Özdemir, 2013), görselleştirme yeteneği (İlhan ve Aslaner, 2018), problem çözme, yaratıcılık (Yüksel vd., 2019) olarak sıralanabilir. Bu beceriler özellikle matematik, mühendislik, sanat başta olmak üzere tüm alanlarda önemli bir rol oynamaktadır.

Uzamsal algı nesnelerin konumunu ve ilişkilerini doğru bir şekilde algılama yeteneğini; görselleştirme ise nesneleri ve ilişkilerini görsel olarak zihinde canlandırabilme ve manipüle edebilme yeteneğini; problem çözme nesnelerin konumunu ve ilişkilerini analiz ederek çözüm üretebilmeyi; yaratıcılık nesneleri zihinde farklı bakış yönlerinden canlandırabilmeyi; matematiksel düşünme ise geometrik kavramları anlama ve matematiksel problemleri çözmeyi ifade etmektedir (Göktepe ve Özdemir, 2013; İlhan ve Aslaner, 2018; Yüksel vd. 2019). Bahsedilen bu kavramlar ile uzamsal becerinin özellikleri göz önünde bulundurulduğunda bu kavramların uzamsal düşünebilen bireylerin temel özelliklerini oluşturduğu söylenebilir.

Ayrıca Uttal ve diğerleri (2013) tarafından başta yerbilim olmak üzere çeşitli alanlar, STEM öğrenme ve uygulama, grafikler ve haritalar gibi mekânsal gösterimlerin kullanımı ile uzamsal becerinin ilişkilerini araştırmaya yönelik bir araştırma bulunmaktadır. Bu araştırma güçlü düzeyde uzamsal beceriye sahip bireylerin karakteristik özelliklerine dair bazı çıkarımlar vermektedir. Buna göre uzayda nesneleri zihinsel olarak manipüle edebilmek ve zihinde döndürebilme, zihinsel olarak görüntülerin oluşturulması ve güçlü görselleştirme becerileri, mekânsal ilişkileri anlama ve analiz etme konusundaki becerilerin yüksek olması,

mekânsal bilginin hatırlanması ve kullanılmasına olanak sağlayan mekânsal bellek kapasitesinin yüksek olması uzamsal becerinin güçlü olduğunu gösteren karakteristik özellikler arasında yer almaktadır.

Uzamsal düşünebilme becerisi, öğrenme süreçlerinde ve farklı alanlarda önemli bir rol oynar. Bu becerinin geliştirilmesi, öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık ve matematiksel düşünme becerilerini artırabilir (Cheng vd., 2013). Bu nedenle, eğitim programlarında uzamsal düşünme becerisinin geliştirilmesine yönelik stratejilerin kullanılması önemlidir.

2.6 Uzamsal Becerinin Geliştirilmesi

Uzamsal beceri, zihindeki uzamsal ilişkileri ve nesneleri anlama ve manipüle etme yeteneği olarak ifade edilmektedir (Huk, 2006). Bazı bireyler diğerlerine göre daha yüksek uzamsal beceriye sahip olabilirken, araştırmalar bunun eğitim ve uygulama yoluyla geliştirilebilecek bir beceri olduğunu ortaya koymuştur (Huk, 2006; Moreau vd., 2012; Vorstenbosch vd., 2013).

Huk (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, 3B modeller kullanarak öğrenmenin uzamsal beceri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma, bilgisayarların, özellikle de 3B modeller kullanırken, öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmeye yardımcı olabileceğini ortaya koymuştur (Huk, 2006). Bu durum, 3B modellerle çalışmak gibi uzamsal düşünme ile ilgili faaliyetlerde bulunmanın uzamsal becerinin gelişmesine katkıda bulunabileceği sonucuna ulaştırmaktadır.

Vorstenbosch ve diğerleri (2013) tarafından yapılan bir başka çalışmada, anatomi öğrenme ile uzamsal beceri arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Çalışma, kısa ve dolaylı eğitim yoluyla bile anatomi öğrenmenin uzamsal beceriyi geliştirebileceğini ortaya koymuştur (Vorstenbosch vd., 2013). Bu durum doğrultusunda, anatomi öğrenme gibi belirli eğitim faaliyetlerinin uzamsal beceri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.

Stieff vd. (2014) tarafından STEM alanlarında problem çözme stratejisi eğitiminin uzamsal problem çözme üzerindeki etkilerini incelemek için bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın sonuçları, strateji eğitiminin uzamsal problem çözmedeki cinsiyet farklılıklarını ortadan kaldırdığını göstermiş ve hedefe yönelik bu tarz eğitimlerin uzamsal becerileri geliştirebileceğini düşündürmüştür. Bu

eğitim, uzamsal görevlerde performansı artırmaya yardımcı olabileceğinden, uzamsal becerisi zayıf olan bireyler için özellikle önem arz etmektedir.

Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi de uzamsal becerileri geliştirmek için bir araç olarak araştırılmıştır. Uzamsal oryantasyon bozukluğu (Spatial Disorientation) olan nörolojik hastalarda uzamsal becerileri geliştirmek için VR tabanlı bir navigasyon eğitim programı kullanarak bir çalışma yürütülmüştür (Kober vd., 2013). Çalışma, sanal ortamda sözel olarak yönlendirilen pasif navigasyon eğitiminin genel uzamsal becerilerde iyileşmelere yol açtığını ortaya koymuştur. Bulgular doğrultusunda, sürükleyici sanal ortamların uzamsal eğitim ve rehabilitasyon için bir platform sağlayabileceğini göstermektedir.

Son zamanlarda giderek yaygınlaşan teknolojilerden birisi olan artırılmış gerçeklik (AG) kullanılarak uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan birisi de Elsayed ve Al-Najrani (2021) tarafından AG'nin matematik eğitiminde uzamsal beceriyi geliştirmedeki etkinliğini araştırdığı çalışmadır. Bu çalışma, AG tabanlı öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal becerilerini ve karmaşık geometrik yapıları anlama becerilerini önemli ölçüde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Araştırma sonucunda AG'nin etkileşimli ve sürükleyici yapısı, öğrencilerin 3B modelleri görselleştirmelerine ve manipüle etmelerine olanak tanıyarak uzamsal akıl yürütme becerilerini geliştirmiştir.

Farklı bir yaklaşım olarak araştırmalar uzamsal becerinin işitsel eğitim yoluyla da geliştirilebileceğini göstermiştir. Cameron ve diğerleri (2012) uzamsal işleme bozukluğu (SPD- Spatial Processing Disorder) olan çocuklar üzerinde bir çalışma yürütmüş ve uzamsallaştırılmış ses kullanan LiSN & Learn adlı bir eğitim programının uzamsal algı yeteneklerini geliştirebileceğini bulmuşlardır (Cameron vd., 2012). Araştırma sonuçları hedefe yönelik işitsel eğitimin, belirli uzamsal işleme zorlukları olan bireylerde uzamsal becerinin geliştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Eğitimsel ve işitsel yöntemlere ek olarak, spor uygulamalarının da uzamsal beceriyi geliştirdiğine yönelik bulgulara da rastlanmaktadır. Moreau ve diğerleri (2012) spor pratiği ve uzamsal beceri arasındaki ilişki üzerine bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmada kapasite ve dikkat özellikleri de dahil olmak üzere çalışan belleğin (Working Memory) süreçlerinin, uzamsal becerinin bir bileşeni olan zihinsel rotasyon yeteneğinde önemli bir rol oynadığı bulunmuştur (Moreau vd., 2012). Bu araştırma uzamsal düşünme ve zihinsel rotasyon gerektiren spor

faaliyetlerine katılmanın uzamsal becerinin geliştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Araştırmalar göz önünde bulundurulduğunda uzamsal becerinin çeşitli yaklaşımlar, yöntem ve teknikler ve araçlar kullanılarak geliştirilebileceği görülmektedir. Bu kapsamda uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik bilgisayarda 3B modelleme uygulamaları, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, fiziksel veya işitsel aktiviteler gibi yöntem ve tekniklerin kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca uzamsal becerinin uzamsal düşünme, anatomi öğrenme, işitsel eğitim ve spor pratiği içeren faaliyetlerde bulunma gibi çeşitli yollarla geliştirilebileceği de ifade edilebilir. Bu bulgular eğitim-öğretim süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik önemli bulgulardır. Uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik yöntem ve tekniklerin müfredata dahil edilmesi, öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmenin yanı sıra matematik, mühendislik gibi alanlar başta olmak üzere uzamsal düşünme gerektiren alanlardaki performanslarını potansiyel olarak artırabilir.

2.7 Uzamsal Beceri ve Matematik Eğitiminde Önemi

Uzamsal zekâ, gerçek dünya problemlerini anlama ve çözme için temel bir beceri olarak kabul edilmektedir. Görsel ve uzamsal beceriler başta olmak üzere teknik resim, fizik, robotik gibi farklı bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) konularının öğreniminde temel bir rol oynamaktadır. Uzamsal zekâ, cebirsel ifadelerden, nesnelerin veya grafik temsillerinin zihinsel modellerini oluşturmak için iki boyutlu tasarımlar veya sözlü açıklamalarla etkileşime girerek geliştirilebilen dinamik bir zekâ türüdür. Ayrıca uzamsal zekanın gerçek veya sanal nesnelerle etkileşime girilerek geliştirilebildiği belirtilmektedir (Velázquez ve Méndez, 2021).

Uzamsal becerinin, matematik öğreniminde büyük bir öneme sahip olduğu Lohman tarafından vurgulanmıştır (Lohman, 1994). Matematik dersi öğretim programı, bireylerin matematik, bilim ve teknoloji alanlarında yetkinlik kazanmalarını hedefleyerek mantıksal ve uzamsal düşünme becerilerini kullanma kapasitelerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

Araştırmalar, uzamsal becerinin STEM alanlarında, özellikle matematikte önemli olduğunu göstermektedir (Wai vd., 2009). Uzamsal beceri, matematiksel problemleri anlama, çözme ve görselleştirme becerilerini içermektedir. Bu yetenek, geometri, cebir ve diğer matematiksel konuları kavrayabilme, soyutlama yapabilme

ve matematiksel kavramları ilişkilendirebilme açısından önemlidir. Özellikle geometrik problemlerin çözülmesinde uzamsal beceri düzeylerinin yüksek olması, daha yüksek performansla ilişkili olarak bulunmuştur (Buckley vd., 2018). Bunun yanı sıra, uzamsal becerinin matematik performansını öngördüğüne dair destekleyici kanıtlar mevcuttur (Tosto vd., 2014).

Matematik problemlerini çözerken kullanılan görsel-uzamsal temsillerin türleri, matematiksel problem çözme sürecinde büyük bir öneme sahiptir (Hegarty ve Kozhevnikov, 1999). Bu temsiller, uzamsal beceri ile sıkı bir ilişki içerisindedir. Uzamsal becerinin matematik problemlerinin çözümü üzerinde etkili olduğu düşünüldüğünde, uzamsal becerinin matematik eğitiminde kritik bir rol oynadığı söylenebilir. Bu durum, öğrencilerin matematik problemlerini anlama ve çözme süreçlerinde görsel-uzamsal temsillerin etkin bir şekilde kullanılmasının, uzamsal becerinin gelişimi açısından önemli olduğunu vurgular.

Bakker ve diğerleri (2022) matematiksel düşünme süreçlerini inceleyen bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada matematikte yüksek başarı gösteren öğrencilerin, matematiksel, bilişsel ve motivasyonel özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda matematikte yüksek başarı için öğrenme stratejilerinin çeşitliliği, biliş ihtiyacı ve uzamsal görselleştirme yeteneğinin önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Uzamsal becerinin, matematik başarısı ile ilişkili olduğu sadece tipik öğrenciler için değil, işitme engelli çocuklar için de geçerlidir (Chen, 2021). Bu nedenle, matematik eğitiminde uzamsal becerinin geliştirilmesi, işitme engelli öğrencilerin matematik başarısını artırabilir.

Uzamsal becerinin matematik eğitimindeki kritik rolü Kaya (2019) tarafından yapılan çalışmada öne çıkmıştır. Bu çalışma uzamsal becerinin öğrencilerin matematik odaklı epistemolojik inançları ve diğer değişkenlerle nasıl ilişkili olduğunu vurgulamıştır (Kaya, 2019).

Uzamsal becerinin matematik eğitimindeki rolüne dair yapılan araştırmalar, öğrencilerin uzamsal becerilerinin matematik başarısı ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Kurnaz, 2018). Ayrıca, uzamsal becerinin matematik başarısını öngörmedeki rolü üzerine yapılan bir çalışmada, uzamsal ve matematiksel yetenekler arasında yakın bir ilişki olduğu bulunmuştur (Tosto vd., 2014). Bu sonuç, uzamsal becerinin matematik performansını etkileyen önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Gilligan-Lee ve diğerkleri (2022) tarafından yapılan bir araştırmada, uzamsal becerinin matematikteki rolüne odaklanılmış ve STEM başarıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçları, uzamsal becerileri yüksek olan bireylerin STEM alanlarında avantajlı olduğunu belirtirken, modern matematik müfredatlarında uzamsal becerinin sıklıkla göz ardı edildiğine dikkat çekmektedir. Meta-analiz bulguları, uzamsal düşünce yeteneğinin matematik başarısı üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Küresel olarak STEM mezunlarına olan talebin arttığı bir dönemde, uzamsal becerilerin STEM başarılarını artırdığına dair kanıtlar, uzamsal beceri gelişiminin eğitim politikasının ayrılmaz bir parçası olarak göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak yapılan araştırmalar, uzamsal becerinin matematik eğitimi ile güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır. Matematik dersi öğretim programları, bireylerin mantıksal ve uzamsal düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlayarak, uzamsal becerinin matematik öğreniminde kilit bir rol oynadığını belirtir. Uzamsal beceri, özellikle STEM alanlarında, matematikte başarı için önemli bir faktördür. Görsel-uzamsal temsillerin matematik problemlerinde etkili kullanımı, uzamsal beceri ile yakından ilişkilidir ve matematik başarısını olumlu yönde etkiler. Bu bağlamda, uzamsal becerinin matematik eğitimindeki kritik rolü, öğrencilerin matematik başarılarını artırmak ve STEM alanlarında yetkin bireyler yetiştirmek açısından önemlidir. Küresel taleplerde STEM mezunlarına olan artışı düşünerek, uzamsal beceri gelişimi eğitim politikalarının ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

2.8 Uzamsal Beceri ve STEM Eğitimi İlişkisi

Matematik alanında başarısız olmak bireylerin sadece matematik dersiyle ilgili olumsuz etkilemekle kalmayıp toplumu da olumsuz etkileyebilecek sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (Gaertner vd., 2014). Örnek olarak matematik ile ilgili olumsuz görüşe sahip olan öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematikte (STEM) eğitimlerinde kariyer yapmaları veya başarılı olma olasılıkları daha düşmektedir (Holmes vd., 2018; Huang vd., 2019; Seo vd., 2019). Bu durum bir ülkenin STEM'e katılma ve yenilik yapma kapasitesini azaltmaktadır (Cary vd. 2021). Günümüzde oldukça önem arz eden bu eğitimlerden geride kalmak ülkenin toplum olarak gelişmesini ve yeniliklere uyum sağlamalarını etkileyen en önemli unsurlardan birisidir.

Wai ve diğerleri (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, STEM alanlarında uzamsal beceri üzerine odaklanarak eğitim ve iş dünyasındaki önemini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma kapsamında, ABD liselerinin (9-12. sınıflar) tabakalı rastgele örnekleme ile seçilen 400.000 katılımcı 11 yıl boyunca takip edilmiştir. Bu süre zarfında elde edilen boylamsal bulgular, uzamsal becerinin STEM alanlarında uzmanlık geliştirme ve bu alanlarda meslek edinmelerinde kritik rol oynadığını göstermektedir.

Uzamsal beceri, ergenlik döneminde değerlendirildiğinde daha sonraki yıllarda STEM alanında ileri eğitim yeterlilikleri ve meslekler elde etmeye devam eden gençler arasında göze çarpan bir psikolojik özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda STEM alanlarında uzman ihtiyacının giderilmesine yönelik gereksinimlerden birisi de uzamsal becerinin geliştirilmesidir. Ayrıca araştırmacılar tarafından uzamsal becerinin modern yetenek araştırmalarında yer almasının STEM alanında potansiyeli olan genç bireylerin belirlenmesinde önem arz ettiğini vurgulamıştır (Lubinski, 2010).

2.9 Eğitimde Teknoloji Kullanımı

Son yıllarda, teknolojik araçların kullanımında belirgin bir artış gözlenmektedir. Bireyler, bu araçları çeşitli amaçlarla kullanmaktadır (Sundqvist vd., 2020). Bu teknolojik araçlar, günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelerek bireylere çeşitli kolaylıklar ve işlevsellikler sunmaktadır (Bauer, 2018).

Günümüzde teknoloji genellikle makinelerle veya makinelerle ilgili şeylerle özdeşleştirilse de eğitimde teknoloji kavramı daha geniş bir anlam taşımaktadır (Agustin vd., 2020). Eğitimde teknoloji, yönetim, makineler, insanlar ve fikirlerin entegrasyonu olarak değerlendirilmelidir (Agustin vd., 2020). Teknolojinin temel amacı, görevleri etkili bir şekilde yerine getirmek ve bilgi yönetimini sistemli bir şekilde uygulamaktır (Aini vd., 2021). Bu bağlamda, teknoloji, görevlerin etkin bir şekilde yerine getirilmesi ve bilgi yönetiminin uygulanması yoluyla verimliliği artırmaktadır (Aini vd., 2021).

Bu geniş tanıma dayalı olarak, eğitimde teknolojinin somut örnekleri vardır. Radyo, projektör, televizyon ve akıllı telefonlar, eğitimde teknolojinin uygulamalarına örnek teşkil etmektedir (Tohir, 2020). Eğitimde teknolojinin sadece teknolojik araçlarla sınırlı olmayan, aynı zamanda bir bilgi işleme süreci ve düşünce

süreci olduğunu anlamak, teknolojinin eğitimdeki rolünü daha bütünsel bir perspektifle değerlendirmemize olanak tanımaktadır.

Teknolojinin varlığı, insanların karşılaştığı sorunları etkili bir şekilde çözmek için evrimleşmiştir (Aini vd., 2020). Özellikle eğitim alanında, teknolojinin bu evrim süreci, eğitimde teknoloji kullanımını artırmaya yönelik çeşitli uygulama ve prosedürleri içermektedir (Aini vd., 2020). Eğitimde teknoloji, bir uygulama ve bilgi prosedürü olarak değerlendirilir, bu da sadece bir araç seti değil, aynı zamanda bir düşünce süreci olduğu anlamına gelmektedir (Aini vd., 2020).

Günümüzde eğitim alanında teknolojinin rolü, öğrenci katılımını artırmak ve öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirmek amacıyla giderek önem kazanmaktadır. Hirsch (2018), öğrenci başarısı üzerinde teknolojinin olumlu etkilerini vurgulayarak, özellikle matematik derslerinde teknolojinin öğrenci katılımını artırma potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Kingsley ve Boone'un (2006) çalışması, çoklu ortam destekli dijital materyallerinin öğrenciler üzerinde daha etkili olmasını, interaktif programların sadece kalem ve kâğıt kullanmaktan daha motivasyon artırıcı olmasına bağlamaktadır. Friedman ve Heafner (2008) ise, öğrencilerin bilgi ve becerilerini sergileme konusunda blog veya wiki gibi teknoloji araçlarının kullanımının değerli bir yöntem olduğunu belirtirken, Bai (2009) bireysel projeler üzerinde teknoloji kullanmanın öğrencileri daha fazla motive edebileceğini ortaya koymaktadır. Schipper ve Yocum'un (2016) çalışması, teknoloji tabanlı derslerin öğrenciler arasındaki iş birliğini artırdığını ve öğrencilerin içerikle ilgili sorular sormak ve cevaplarını tartışmak konusunda daha etkileşimli bir ortam sağladığını göstermektedir. Lumpkin ve diğerlerinin (2015) araştırması, öğrencilerin teknolojiyi tercih etmelerinin nedeninin derslerin daha çekici ve etkileşimli olması olduğunu belirtirken, kullanılan teknolojinin öğrencilere uygun, anlaşılır ve amaçlı olması gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, eğitimcilerin teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilmeleri için öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun teknolojik araçları seçmeleri ve ders içeriğini öğrencilerin günlük yaşamlarıyla bağdaştırmaları önem arz etmektedir.

2.9.1 Eğitimde Teknoloji Entegrasyonu

Davies ve West (2014) tarafından yapılan bir tanıma göre, teknoloji entegrasyonu, hedeflenen öğrenme çıktılarını başarmak amacıyla eğitim teknolojisinin etkili bir şekilde kullanılması olarak açıklanmaktadır. Diğer bir

ifadeyle teknoloji entegrasyonu, öğrenmeyi desteklemek ve geliştirmek için teknolojinin eğitim süreçlerine etkili bir biçimde entegre edilmesini içermektedir.

Teknolojinin eğitime entegrasyonu, çağdaş eğitim uygulamalarında giderek yaygınlaşmaktadır. Anwar ve diğerleri (2021) bilim, teknoloji, toplum, çevre eğitimi ve ekonomi arasındaki ilişkiyi tartışarak bilim ve teknolojinin birbiriyle ilişkisini vurgulamıştır. Bu referans, teknolojik gelişmelerin ve eğitimsel ilerlemelerin birbirine bağlı doğasını vurgulayarak teknolojinin eğitimdeki daha geniş etkileri hakkında bilgi vermektedir. Teknoloji ilerlemeye devam ettikçe, teknolojinin eğitim uygulamaları üzerindeki etkisi daha belirgin hale gelmekte ve bu durum öğretim yöntemlerini, öğrenme deneyimlerini ve genel eğitim ortamını etkilemektedir.

Teknolojinin eğitime etkili bir şekilde entegre edilmesi için, eğitimde başarılı bir teknoloji entegrasyonunun temel bir ön şartı olan teknolojik becerilerin geliştirilmesini gerektirmektedir (Ertmer, 2001). Bu beceriler hem öğrenciler hem de öğretmenler için önemlidir. Öğrencilerin gerekli teknolojik becerileri kazanabilmesi öğretim süreçlerinde yer alan öğretmenlerin teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilmeleri için gereken yetenekleri ve bilgi birikimini kazanmış olmalarına bağlıdır. Bu doğrultuda okullarda teknoloji entegrasyonu, öğretmenlerin mesleki niteliklerinin gözden geçirilmesini ve güncellenmesini gerektirdiği söylenebilir.

Okullardaki teknoloji entegrasyonu, öğretmenlerin geleneksel sınıf ortamlarında yaptıkları tahtaya yazmak gibi bir işlemi sadece yeni teknolojileri kullanarak olduğu gibi yapmak şeklinde açıklanamaz; aynı zamanda yeni teknolojileri etkili kullanabilmek amacıyla öğretim yöntemlerini ve materyallerini değiştirmeyi ve öğrenme ortamını çağdaşlaştırmayı kapsamaktadır. Bu şekilde yeni teknolojileri amaca göre uygun yeni öğretim yöntemleri ile kullanılmanın, öğrenme materyallerini teknolojik gelişmeler doğrultusunda güncellemenin ve öğrenme ortamlarını güncellemenin öğrenci motivasyonunu ve başarısını arttırdığı vurgulanmaktadır (Hennessy vd., 2005; Sütçü vd., 2022).

Teknolojinin eğitimde potansiyel faydaları oldukça büyük olup, bunlar arasında öğrenci katılımının artması, öğrenme sonuçlarının geliştirilmesi ve yeni karma öğrenme yaklaşımlarının oluşturulması bulunmaktadır (Clunie vd., 2017). Ancak, başarılı bir teknoloji entegrasyonuna yönelik bir dizi zorluk ve engel de tanımlanmıştır. Bu zorluklar arasında finansman eksikliği, yetersiz ekipman ve

zaman kısıtlamaları gibi konular bulunmaktadır (Dinç, 2019). Ayrıca, öğrencilerin web tabanlı teknolojilere uyum sürecine kişilik etkisinin ve pedagojik sürecin yeniden yapılandırılma ihtiyacının daha fazla keşfedilmesi gereken alanlar olarak öne çıktığı belirtilmiştir (Allen vd., 2002; Daniela, 2021).

Eğitimde teknoloji kullanımı, yaygın öğretim süreçlerine de olumlu katkılar sağlamaktadır. Örneğin, EBA (Eğitim Bilgi Ağı) gibi platformların kullanımıyla özellikle pandemi döneminde eğitime yaygın erişimin sağlanması ve öğrenmenin farklı içeriklerle zenginleştirilmesi için teknolojinin eğitime entegre edilmesi amaçlanmıştır (Kurtdeve vd., 2016). Teknolojinin farklı öğrenme alanlarına entegre edilmesi, okul yöneticilerini daha nitelikli hale getirmeye yönelik bir zorunluluğu beraberinde getirmektedir. Okul müdürlerinden, teknoloji kullanımında yetkin olmaları ve teknolojinin öğretim, öğrenme ve yönetim süreçlerinde etkin bir şekilde uygulanmasına liderlik etmeleri beklenmektedir (Afshari vd., 2009).

2.9.2 Sınıf İçi Teknoloji Kullanımının Olumlu Etkileri

Sınıf içi teknoloji kullanımının etkileri, öğretmenlerin öğretim yaklaşımlarını ve öğrenci başarısını nasıl etkilediği konusunda önemli bir araştırma konusudur. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) kullanılmasının, yeni bilgilerin oluşturulma sürecinde hem bilgiye ulaşmayı hem de yaratıcılığı desteklemek adına büyük önem taşıdığı belirtilmektedir (Ardıç ve Uslu, 2021).

Son yıllarda, eğitim teknolojilerine yönelim daha da artmış, özellikle Covid-19 pandemisi sonrasında uzaktan eğitim boyutu daha güçlenmiştir. Ancak, eğitim teknolojilerinin uygun kullanılmaması durumunda öğrenci başarısını olumsuz etkileyebileceği unutulmamalıdır (OECD, 2015).

Sınıf içi uygulamalara bakıldığında, öğretmen merkezli uygulamaların hâlâ devam ettiği ve öğrenen merkezli uygulamaların yeterince kullanılmadığı görülmektedir (Bakioğlu ve Çevik, 2020; Muñiz, 2020). Bu bağlamda, öğretim teknolojilerinin öğrenci öğrenmesini destekleyebilmesi için sadece öğretmen merkezli değil, aynı zamanda öğrenen merkezli uygulamalara da odaklanması gerekmektedir (Hixon ve Buckenmeyer, 2009; MEB, 2017). Teknolojinin eğitimde etkin kullanılması için, öğretmenlerin yapılandırmacı öğrenme-öğretme anlayışını benimsemeleri kritik bir öneme sahiptir (Hixon ve Buckenmeyer, 2009). Diğer bir ifadeyle öğretmenlerin eğitim teknolojilerini doğru bir şekilde kullanması, öğrenci merkezli öğrenme deneyimlerini desteklemek için önemli bir rol oynamaktadır.

Son dönemlerde BİT araçları oldukça yaygın hale gelmiştir. BİT araçlarına ve kaynaklarına erişimin artması, öğrenciler için öğrenme deneyimini geliştirebilecek öğrenme teknolojileri için fırsatlar sağlamıştır (Peng ve Woodrow, 2010). Bu durum, özellikle eğitim kaynaklarına erişimin artırılması ve öğrenme süreçlerinin kolaylaştırılması açısından sınıfta teknoloji entegrasyonunun potansiyel faydalarına dikkat çekmektedir.

Öte yandan, teknoloji öğrenmeyi geliştirme potansiyeline sahip olsa da potansiyel dezavantajları da göz önünde bulundurmak önemlidir. İbrahim ve diğerleri (2023) teknolojinin denetimsiz kullanılması halinde öğrencilerin öğrenme çıktıları üzerinde zararlı sonuçlar doğurabileceği konusunda uyarılarda bulunmaktadır. Benzer şekilde, Alhumaid'in (2019) araştırması da teknolojinin eğitim üzerinde öğrencilerin yeterliliklerini azaltma ve eğitim ortamlarını insansızlaştırma gibi olumsuz etkileri olabileceğine işaret etmektedir.

Sonuç olarak, sınıfta teknoloji kullanımı öğrenci başarısını olumlu yönde etkileyebilmekte ve öğrenme çıktılarını iyileştirme potansiyeli bulunmaktadır. Ancak, eğitim ortamlarında teknoloji entegrasyonunun hem potansiyel faydalarını hem de dezavantajlarını göz önünde bulundurmak önemlidir.

2.9.3 Eğitimde Teknoloji Kullanımının Olumsuz Etkileri

Teknolojinin sınıf ortamlarına entegre edilmesi, öğrencileri daha etkin, motivasyonu yüksek ve öğrenmeye istekli kılmaktadır (Aloraini, 2012; Al-Hariri ve Al-Hattami, 2017; Eyyam ve Yaratan, 2014). Ayrıca öğrencilere, kendi öğrenmeleri üzerinde daha büyük sorumluluk alma imkânı tanımaktadır (Johnson, vd., 1999). Teknolojinin bir sonucu olarak bireyselleşen öğrenme, öğrencilere sorunları bağımsız bir şekilde çözebilme yeteneği kazandırmaktadır (Viorica-Torii ve Carmen, 2013). Bu nedenle, öğretmenler artık bilgi iletişimcileri değil, öğrenme ortamlarının mühendisleri veya tasarımcıları olarak kabul edilmektedir (Hairon ve Chai, 2017). Bundan dolayı öğretmenlerin temel görevleri, öğrenciler ve müfredat arasına kendilerini yerleştirerek etkili öğrenmenin unsurlarını yeniden düzenlemektir.

Ancak, son yapılan araştırmalar, teknolojinin eğitim sürecine olumsuz etkileri olduğunu göstermektedir (Fried, 2008; Wentworth ve Middleton, 2014). Özellikle aşağıda belirtilen dört alan üzerinde negatif bir etki bırakmaktadır:

1. Öğrencilerin okuma, yazma ve aritmetik alanındaki yeteneklerinin bozulması, ki bu her öğrencinin temel olarak öğrenmesi beklenen üç temel beceridir.
2. Eğitimin birçok ortamda insansızlaşması ve öğretmen-öğrenci ilişkisinin bozulması.
3. Öğrencilerin dijital ve sanal bir dünyada izole olmaları, her türlü sosyal etkileşimden uzaklaşmaları.
4. Teknolojiye sahip olanlarla olmayanlar arasındaki sosyal eşitsizliklerin derinleşmesi.

2.9.3.1 Okuma, Yazma ve Aritmetik Alanındaki Olumsuzluklar

Günümüzde, sınıf içindeki teknolojinin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı ve motivasyonlarını güçlendirdiği yaygın bir inanış bulunmaktadır (Bishop ve Verleger, 2013; Clarke ve Svanaes, 2014; Haßler vd., 2016; Izadpanah ve Alavi, 2016; Al-Hariri ve Al-Hattami, 2017). Ancak bazı araştırmalarda öğrencilerin okuma, yazma ve aritmetik becerilerindeki olumsuz etkileri değerlendirilerek, teknoloji kullanımının öğrenci başarılarına potansiyel zararları ele alınmaktadır.

Okuma ve Yazma Becerilerinde Bozulmalar: Spitzer (2014) tarafından belirtildiği üzere, teknolojinin el yazısı ve okuma becerilerini olumsuz etkileyebileceği ve Bilgi Teknolojisinin (BT) sığ işleme neden olduğu riskleri vurgulanmaktadır. Carr (2011) ise internet üzerinden okumanın lineer metinlere göre daha yüzeysel olduğunu ve öğrencilerin derinlemesine anlama ve hatırlama yeteneklerini azaltabileceğini iddia etmektedir. Bu kapsamda teknolojinin eğitimdeki rolünün, öğrencilerin eleştirel düşünebilmelerini ve bilgileri derinlemesine anlayabilmelerini destekleyecek şekilde yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yazma Becerilerindeki Olumsuz Etkiler: Strain-Moritz (2016) ve Alhusban (2016), teknolojik cihazların öğrencilerin yazma becerilerini olumsuz etkilediğini öne sürmektedir. Kısa mesajlaşma dilinin (textese) kullanımının tam cümle yazma becerilerini azalttığı, yazım ve dilbilgisi konularında düşüşe neden olduğu belirtilmektedir. Bu durum yazma eğitiminde teknoloji kullanılırken dikkatli bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğine dikkat çekmektedir.

Matematik ve Aritmetikte Riskler: Matematik ve aritmetik öğretiminde teknolojinin kullanımının, öğrencilerin analitik düşünce yeteneklerini

sınırlayabileceği ve hesap makinelerinin bu konuda olumsuz etkiler yaratabileceği vurgulanmaktadır (Zheng, 1998). Bu bağlamda teknolojinin öğretim sürecindeki rolünün değerlendirilerek, öğrencilerin temel matematik becerilerini geliştirmeye olanak sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

2.9.3.2 Teknolojinin Makineleştirme Etkisi

Teknolojinin sınıflardaki artan kullanımı, bilgi miktarını kısa sürede artırmış ve öğrencilere bu bilgiyi daha iyi görselleştirme imkânı sağlamıştır (örneğin, PowerPoint sunumları, haritalar ve grafikler aracılığıyla). Ancak, sınıflardaki teknolojiye aşırı bağımlılığın öğrencileri makineleştirici (dehumanize) bir etkiye sahip olduğu ifade edilmektedir.

Teknolojinin Öğretmen-Öğrenci İlişkilerine Etkisi: Kemp ve diğerleri (2015), son on yılda özellikle "öğretmenliğin insan çabalarından koparıldığını ve mesleğin ruhunu yavaşça ele geçiren bir teknolojik canavar haline dönüştüğünü" belirtmektedir. Bu durum, öğretmenlerin öğrencileriyle yeterince tanışmadığı ve öğrencilerin öğretmenleriyle yakın bir ilişki kuramadığı bir ortamın oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle teknolojinin eğitim ortamlarına bilinçli ve dengeli bir şekilde entegre edilmesi gerekmektedir.

Teknolojinin Öğrenci-Öğrenci İlişkilerine Etkisi: Nye (2006), Cazan ve diğerleri (2016), İzadpanah ve Alavi (2016) gibi kaynaklar, teknolojinin öğrenci-öğrenci ilişkileri üzerinde makineleştirici bir etkisi olduğunu vurgulamaktadır. Bilgisayar kullanımının, öğrenciler arasındaki sosyal ilişkileri erozyona uğrattığı belirtilmektedir. Dolayısıyla teknolojinin kullanımının sınırlandırılarak, yüz yüze etkileşimlerin teşvik edilmesi ve sosyal becerileri geliştirmeye yönelik adımların atılması önem arz etmektedir.

Teknolojinin Anksiyete ve İletişime Etkisi: Öğrencilerin sınıflarda dijital cihazlarla başa çıkma konusundaki anksiyeteleri, teknolojiye bağımlılığın öğrenci-öğretmen ve öğrenci-öğrenci iletişimini olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir (Nneji, 2014; Cazan vd., 2016). Bu durum eğitimde teknoloji kullanımının dengeli bir şekilde yönetilmesinin ve dijital okuryazarlık eğitimlerinin önemine dikkat çekmektedir.

Özetlemek gerekirse, sınıflardaki teknolojinin artan kullanımının, öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci ilişkilerini makineleştirdiği ve iletişimi olumsuz yönde etkilediği vurgulanmaktadır. Öğrenciler arasında sosyal etkileşimin

erozyona uğraması, eğitimin temel amaçlarından birini zayıflatmaktadır. Bu nedenle, teknolojinin sınıflarda etkili bir şekilde kullanılması için dikkatli bir yaklaşımın benimsenmesi, dengeli ve bilinçli bir şekilde entegre edilmesi gerekmektedir.

2.9.3.3 Sosyal İzolasyon ve Yalnızlaştırma Etkisi

Yüz yüze eğitimin belirgin bir özelliği, kolektivizm ve iş birliği iken, teknoloji temelli eğitimin en belirgin özelliği, kolektivizm veya birlik duygusunun eksikliği olarak ifade edilebilir. Psikanalitik Teori, zihnin, bireylerin tehdit edici veya hoşnutsuz buldukları bir bağlamda kendilerini savunma mekanizması olarak izolasyonu tanımlar. Bu nedenle, teknolojiyi sıkça kullanan öğrenciler, zamanla “bağlantıda” olduklarında güvende hissetme eğilimindedirler. Bu bağlantının kopmasına neden olabilecek her türlü sosyal ilişkiden kaçınılmaktadırlar.

Teknolojinin İzolasyona Etkisi: Teknoloji, bireyleri sanal dünyada kaplayarak, onları içine alarak ve izolasyon hissi yaratma eğilimindedir. Lee (2009), teknolojinin artan izolasyonunun çocukların sosyal gelişimi üzerindeki tehdit edici etkisine dikkat çeker.

Teknolojinin İletişime Etkisi: Turkle (2011), teknolojinin insanları, sanal dünyaya bağlandığında daha sosyal oldukları izlenimini vererek gerçek dünyadaki sosyal bağlantılardan uzaklaştırabileceğini belirtmektedir. Özellikle sanal veya uzaktan öğrenmede, öğrenci-öğretmen ve öğrenci-öğrenci ilişkilerinin zayıf olduğu ve bunun iş birliği ihtiyacını engellediği gözlemlenmiştir (Croft vd., 2010; Vonberg, 2015).

Teknolojinin Öğrenme Ortamlarındaki Olumsuz Etkileri: Tabletlerin yaygın kullanımının öğrenciler arasında izolasyonu artırdığı, özellikle genç öğrenciler arasında yaygın hale geldiği belirtilmiştir (Karsenti ve Fievez, 2013; Iserbyt vd., 2014). Ayrıca, öğretim sürecinde teknolojiye aşırı maruz kalındığında, sınıf içerisinde öğrencilerde dikkat dağınıklığına ve bilgi parçalanmasına yol açtığı ve öğretmenlerin bu sınıfları yönetmelerini zorlaştırdığı gözlemlenmiştir (Şad ve Göktaş, 2014).

Bu araştırmalarda, teknolojinin eğitimdeki artan kullanımının, sosyal izolasyonu ve yalnızlığı artırdığı vurgulanmaktadır. Öğrencilerin sınıf içinde dijital araçları kullanırken, sıklıkla sınıf arkadaşlarıyla iş birliği ve etkileşimde bulunabilecekleri gerçeğini unuttukları ifade edilmektedir. Bu durum, eğitimde

insan ilişkilerinin ihmal edilmesine ve teknolojiye tamamen bağımlı olunmasına yol açmaktadır.

2.9.3.4 Sosyal Statü ve Maddi Farklılıklar

Eğitimde teknolojiye olan bağımlılığın bir diğer olumsuz yönü, teknolojinin zengin ile yoksul arasında büyük bir uçurum yaratmasıdır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki büyük farklar, okulların altyapısında çok açık bir şekilde görülmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki okullar neredeyse tüm teknolojik cihazlara (bilgisayarlar, dizüstü bilgisayarlar, tabletler, projektörler ve internet erişimi) sahipken, gelişmekte olan ülkelerdeki okullar çoğunlukla bu cihazlardan yoksun kalmaktadır. Bu nedenle, gelişmekte olan ülkelerdeki öğrenciler, sınırlı temel teknoloji becerileri (örneğin, bilgisayar okuryazarlığı) ile mezun olmakta ve iyi ücretli bir iş bulmada büyük sorunlar yaşamaktadır. Ayrıca bu durumun bir sonucu olarak küresel piyasada rekabet etmeyi de çok zor bulmaktadırlar.

Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Arasındaki Dijital Bölünme:

Gelişmiş ülkelerle gelişmekte olan ülkeler arasındaki büyük farklar, özellikle okulların altyapısında belirgin hale gelebilmektedir. Bu durum, gelişmekte olan ülkelerdeki öğrencilerin temel teknoloji becerileri eksikliği ile karşı karşıya kalmalarına neden olabilir.

Sosyal Sınıf Temelli Dijital Bölünme:

Gelişmiş ülkelerde bile genellikle bir dijital bölünme ortaya çıkmaktadır (Van Dijk ve Hacker, 2011). Farklı sosyal arka planlardan gelen öğrenciler arasında büyük farklar bulunmaktadır. Fakir öğrenciler sınıflarda teknolojiye erişim sağlayabilirler, ancak evde herhangi bir cihaza sahip olamayabilirler. Bu durum, bu öğrencilerin akademik başarılarında zengin yaşlılarına göre belirgin bir düşüşe neden olmaktadır.

Dijital Eşitsizliğin Yaratığı Ekonomik Sonuçlar:

Dijital bölünmenin ekonomik sonuçları da önemlidir. Örneğin, ABD'deki bir rapora göre, şehirde yaşayanların kırsal bölgelerde yaşayanlara göre internet erişimine %50 daha fazla sahip olduğu belirtilmektedir (Federal Communications Commission, 2021). Bu durum, dijital bölünmenin etkilerini gösteren bir örnek olarak gösterilebilir.

Gelişmekte Olan Ülkelerdeki Durum:

Özellikle Mısır gibi ülkelerde durumun daha da ciddi olduğu gözlemlenmektedir. Özel okulların ve üniversitelerin devlet okulları ve üniversitelerine göre daha iyi bir teknolojik ortama

sahip olduğu, bu durumun da mezunların seviyesinde büyük farklara yol açtığı belirtilmektedir (Warschauer, 2003).

Bu makalelerde, eğitimde teknolojiye olan bağımlılığın, zengin ile yoksul arasında dijital bölünmeye ve ekonomik eşitsizliğe neden olduğu vurgulanmaktadır. Dijital eşitsizliğin, öğrencilerin eğitimdeki başarılarına ve iş bulma olanaklarına etkileri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha belirgindir. Bu durum, teknolojinin eğitimde dengesiz bir şekilde kullanılmasının sosyal ve ekonomik sonuçlarını göstermektedir.

2.10 Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımının Önemi

Eğitim teknolojisi uzun zamandır ilkökul çocuklarının matematik başarısını artırmak için değerli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Kebritchi vd., 2010). Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'ne (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000) göre, matematik öğretimi ve öğreniminde teknoloji kullanımı esastır ve öğrenme ve öğretme sürecinde teknoloji kullanımı öğretilen matematiğin daha kalıcı hale gelmesine ve öğrencilerin öğrenmelerini pekiştirmesine yardımcı olmaktadır. Son 30 yıldır birçok farklı türlerde bilgisayar destekli programlar geliştirilmiş ve uygulanmıştır (Alkhateeb, 2019).

Ayrıca, teknoloji öğretmenlerin matematik öğretim süresini optimize etmeleri için bir yol sunmakta (Cary vd., 2021), ve ilkökul öğrencilerinin matematik derslerindeki motivasyonunu artırdığı görülmektedir (Stoitsov ve Stoitsova, 2019).

Matematik öğretiminde teknoloji kullanmak, öğretmenlerin matematik öğretim zamanını daha iyi kullanmalarını sağlamaktadır (Cary vd., 2021). Bireysel öğrenme teknolojileri, öğretim süreçlerini daha etkili hale getirebilmek için farklı öğretim yöntemlerinde kullanılmak üzere tasarlanabilir (Outhwaite vd., 2019).

Eğitimciler, araştırmacılar ve eğitim derneklerinin liderleri teknolojinin öğrencileri motive etme ve matematiğe yönlendirme, öğrencilerin matematik bilgilerini değerlendirme ve aynı anda farklı öğrencilere farklı seviyelerde ve hızlarda eğitim sağlama potansiyelinin farkındadır (Association for Supervision and Curriculum Development, 2011; Scherer, 2011; Foster vd., 2016; Haßler vd., 2016; Ninaus vd., 2017; Higgins vd., 2019). Teknolojinin matematik eğitimi üzerindeki bu potansiyelinin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için, teknoloji destekli öğretim yöntemlerinin dikkatli bir şekilde planlanarak uygulanması gerekmektedir.

Bilgi teknolojilerinin öğretim ve öğrenme süreçlerinde kullanılmasının olumlu yönlerine çok sayıda çalışmada değinilmiştir. Oonk (2009) teorik bilgiyi pratik becerilerle zenginleştirmek için çoklu ortam materyallerinin kullanılmasını önermektedir. Lin ve diğerleri (2017) dijital teknolojilerin kullanımının geleneksel yöntemlere göre öğrenmeyi daha fazla teşvik ettiğini savunmaktadır. Volodko ve Cernajeva (2017) matematik öğrenmeye yönelik bilgi teknolojilerinin öğretmenlerin işini kolaylaştıracağını ve öğrenme sürecini daha çekici ve etkili hale getireceğini belirtmektedir. Bu çalışmalar, bilgi teknolojilerinin öğretim ve öğrenme süreçlerinde teorik bilgiyi pratik becerilerle zenginleştirdiğini, öğrenmeyi teşvik ettiğini ve öğrenme sürecini daha çekici ve etkili hale getirdiğini göstermektedir.

Öztop'un (2022) gerçekleştirdiği meta-analiz çalışması, ilkökul matematik öğretiminde bireysel ve sınıf tabanlı dijital teknoloji kullanımının öğrencilerin akademik başarı üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde değerlendirmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, bireysel ve sınıf tabanlı dijital teknoloji kullanımının öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Öztop, 2022).

Son yıllarda matematik öğretiminde dijital teknoloji kullanımı konusundaki araştırmalarda belirgin bir artış gözlemlenmektedir. Matematik öğretiminde dijital araçların kullanımının, soyut kavramların anlaşılmasına yönelik katkıları önemli bir araştırma konusunu oluşturmaktadır (Hoyles, 2018; Wahyuni vd., 2021). Dijital araçlar, öğrencilere matematiksel ilişkileri görsel bir şekilde keşfetme imkânı sunarak soyut kavramların daha somut hale gelmesine yardımcı olabilir (Hoyles, 2018). Aynı zamanda, dijital araçlar aracılığıyla gerçekleştirilen etkileşimli matematik aktiviteleri, öğrenciler arasında tartışma, iletişim ve iş birliği becerilerinin gelişmesine olanak tanıyabilmektedir (Alabdulaziz, 2021). Bu bağlamda, dijital araçların matematik öğretiminde kullanılması sadece öğrencilerin akademik başarılarına değil, aynı zamanda derse olan ilgilerinin artmasına da katkı sağlayabilir (Hoyles, 2018).

Tüm bu araştırmalar özetlendiğinde matematik öğretimi ve öğreniminde teknoloji kullanımının birçok avantajlı ve olumlu yönlerinin öne çıktığı görülmektedir. Bilginer ve Özel'e (2019) göre matematik, sorunları tanımlayan ve analiz eden, bilgiyi sınıflandıran ve doğayı okuyabilmemize olanak sağlayan evrensel bir dil olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda matematik birçok bilim dalı

için olmazsa olmaz bir bilim dalı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum matematik öğretiminin önemini göstermektedir. Teknolojinin matematik öğretimi ve öğreniminde etkili bir unsur olduğu göz önüne alındığında matematik öğretimi ve öğreniminde teknolojiyi kullanmanın önemli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Alanyazın incelendiğinde matematik öğretiminde yurtiçi ve yurtdışı birçok çalışmada matematik öğretiminde teknolojinin kullanıldığı araştırmalara rastlanmaktadır. Son yıllarda matematik öğretiminde dijital teknoloji kullanımı üzerine gerçekleştirilen araştırmalarda önemli bir artış yaşanmıştır. Bu konuda yapılan çalışmaların sonuçları, teknolojinin öğrencilerin matematik başarısı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir (Slavin ve Lake, 2008; Li ve Ma 2010; Cheung ve Slaving, 2013; Ferri vd., 2018).

2.11 Mobil Öğrenme

Mobil öğrenme, dizüstü bilgisayarlar, el bilgisayarları, akıllı telefon ve tabletler gibi mobil cihazların sınıf içinde veya sınıf dışında kullanılarak gerçekleştirilen bir öğrenme yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Kukulska-Hulme ve Traxler, 2005). Öğrenme süreçlerinde mobil cihazların kullanılabileceği fikri 1970'li yıllara kadar uzanmaktadır (Crompton, 2014). Ancak mobil öğrenme üzerine akademik araştırmalar 2000'li yıllardan sonra yaygınlaşmıştır (Gökçearslan vd., 2017). Bunun nedeni mobil cihazların 2000'li yıllardan sonra yaygın olarak kullanılmaya başlaması olarak düşünülebilir.

M-öğrenme olarak da bilinen mobil öğrenme, akıllı telefonlar, tabletler ve diğer taşınabilir cihazlar gibi mobil cihazların eğitim amaçlı kullanımını ifade etmektedir. Mobil öğrenme, tanımı, kullanım alanları, zorlukları ve etkinliğini inceleyen çok sayıda çalışma ve araştırma makalesi ile eğitimde hızla büyüyen bir alandır. Mobil öğrenmenin uygulanması üniversiteler tarafından tavsiye edilmekte ve esnek, erişilebilir ve çeşitli öğrenme senaryolarına sorunsuz bir şekilde entegre edilebilen öğrenme fırsatları sağlamanın bir yolu olarak görülmektedir (Park vd., 2012; Hwang vd., 2015). Mobil öğrenmenin geleneksel öğrenme yöntemlerine göre avantajı, akıllı telefonların her yerde bulunabilme, esneklik, erişilebilirlik ve her zaman açık bağlantı gibi benzersiz özelliklerinde yatmaktadır (Arpacı, 2014).

Tabuenca ve diğerleri (2015), mobil cihazların öğrenme sürecinde kullanılması sırasında dikkat edilmesi gereken kritik unsurları öğrencilerin dijital yetkinlikleri ve mobil cihazlara olan aşinalıkları olarak ele almıştır. Aynı

araştırmada öğrencilerin mobil öğrenme sürecindeki görevleri yerine getirmek için kişisel olmayan bir cihazı kullandıklarında zorlandıkları ve görevi yerine getirme sürelerinin uzadığı görülmüştür. Bu durum dikkate alındığında mobil öğrenme sürecinde öğrenciler kendi kişisel cihazlarını kullandıklarında daha etkili sonuçların ortaya çıkabileceği ve daha önce herhangi bir dijital cihaz ile tecrübesi bulunmayan veya dijital yetkinlikleri düşük olan öğrencilerin mobil öğrenme sürecinden olumsuz yönde etkilenebileceği yorumlanabilir.

Koutromanos ve Lucy (2014) mobil uygulamaların öğrencilere eğitim içeriği sağlamada yeni yöntemler haline gelebileceğini belirtmektedir. Bunun nedeni mobil cihazların her yerde çocukların hayatında yer edinmesi ve artık neredeyse herkesin bir mobil cihaza sahip olması olarak düşünülebilir. Ayrıca mobil cihazların, her zaman rahatlıkla taşınabilir olması ve tek bir şarj ile gün boyu kullanılabilmesi, hücresel aė teknolojileri ile her yerden internete hızlı bir şekilde bağlanılabilmesi gibi özellikler düşünüldüğünde oldukça avantajlı yönleri bulunmaktadır. Günümüzdeki mobil cihazlar eskiye oranla çok daha yüksek znrlkl ekranlara, daha hızlı internet bağlantısına, yüksek bellek kapasitesine sahip olmakla birlikte sensörler ve çoklu ortam desteği gibi birçok özelliği de içermektedir (Robers ve Vanska, 2011). Yapılan araştırmalar akıllı cep telefonlarının ve tabletlerin, matematik dersi başta olmak üzere ilköğretimde öğrenme-öğretme ve araştırma alanlarında büyük etkisi olabilecek yeni gelişen teknolojiler arasında yer aldığını göstermektedir (Zanchi vd., 2013; Chun Ou, 2015; Sirkemaa ve Var-pelaide, 2018).

Mobil cihazlarda yaşanan bu hızlı gelişme ve değişimler göz önünde bulundurulduğunda, masaüstü bilgisayarlar veya ofis bilgisayarlarına göre her yerden öğrenme için daha avantajlı bir konumdadır. Mobil cihazlarda masaüstü bilgisayar veya ofis bilgisayarlarında bulunmayan bazı özellikler bulunmaktadır. Bunlardan birisi de bilgisayarlardaki fare ve klavye yerine mobil cihazlarda dokunmatik ekran kullanılmasıdır. Dokunmatik ekran kullanımı fare ve klavye kullanımına göre daha kolaydır ve doğrudan dokunarak fiziksel bir hareket ile çalışmasından dolayı daha iyi bir duyuusal deneyim sağlamaktadır (Zaranis vd., 2013; Koutromanos ve Avraamidou, 2014; Nicol, 2017). Ayrıca Segal (2011) tarafından yapılan bir araştırmada dokunmatik ekran kullanan öğrencilerin aritmetik ve dijital tahminleme dersinde fare ile giriş yapanlara kıyasla daha iyi performans gösterdikleri ortaya çıkmıştır.

Mobil öğrenme öğrencilere her zaman her yerde hızlı internet bağlantısı ve öğrenme içeriklerine erişim için fırsatlar sunmaktadır. Ayrıca sahip oldukları özellikler ele alındığında (dokunmatik ekran, tümleşik kamera, mikrofon, çeşitli sensörler vb.) masaüstü bilgisayarlar ve ofis cihazlarından çok daha kullanışlı olduğu görülmektedir. Ancak elbette ki mobil öğrenmenin etkili olabilmesi için öğrencilerin dijital yetkinliklerinin yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Ayrıca hızla gelişen teknolojik olanaklar sayesinde her geçen gün mobil cihazlarda kullanılabilecek potansiyel birçok yöntem ve teknik (AG, SG, Metaverse vb.) ortaya çıkmaktadır. Tüm bu özellikler düşünüldüğünde mobil öğrenmenin gelecekte birçok yeni öğrenme yöntemine kapı açacağı öngörülmektedir.

2.12 Eğitim Teknolojileri Çeşitleri

Eğitim teknolojileri, eğitim öğretim süreçlerini desteklemek ve daha iyi hale getirmek amacıyla kullanılan çeşitli araç, gereç ve yöntemleri kapsamaktadır. Birçok türde eğitim teknolojileri bulunmaktadır. Bu teknolojiler şu şekilde sıralanabilir;

Çevrimiçi öğrenme platformları: eğitim kaynaklarına erişim sağlayan, öğretmenler ve öğrenciler arasındaki iletişimi kolaylaştıran ve eğitim içeriğinin sunulmasını destekleyen dijital araçlar veya ortamlardır. Bu platformlar, mobil cihazlar ile kullanılabildiğinden öğrenciler için zaman ve mekân açısından esneklik sunarak eğitimin erişilebilirliğini ve etkinliğini artırmaktadır (Warni vd., 2018; Alizadeh, 2023).

Etkileşimli beyaz tahtalar (IWB): etkileşimli bir öğrenme deneyimi yaratmak için bir bilgisayar ve bir veri projektörünü birleştiren etkileşimli beyaz tahtalar, eğitim teknolojisinde yeni bir devrim olarak kabul görmektedir (Wong vd., 2012). Daha geniş bir öğrenci yelpazesinin ihtiyaçlarını karşılama ve sınıf yönetimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olma potansiyeli olduğu belirtilmektedir (Latham, 2002). Sınıfta etkileşimli beyaz tahta kullanımının etkileşimi, motivasyonu ve iş birliğine dayalı öğrenmeyi artırdığı ve öğrencilerin öğrenme sürecine daha aktif bir şekilde katılmalarını sağladığı görülmüştür (Vercellotti, 2017). Ayrıca etkileşimli beyaz tahtaların özellikleri öğrenme çıktılarına etkilemede önemli bir rol oynamakta ve bu özelliği etkileşimli beyaz tahtaları eğitim ortamlarında değerli bir kaynak haline getirmektedir (Kennewell ve Beauchamp, 2007).

Simülasyon yazılımları: güvenli ve destekleyici bir eğitim ortamı sağlayan simülasyon yazılımları (Gordon vd., 2001) en acemiden en uzmana kadar her seviyedeki bireylerin, hatalarının herhangi bir olumsuzluk ile sonuçlanmayacağını, kimseye bir zararının olmayacağını bilincinde olarak pratik yapmalarına ve becerilerini geliştirmelerine imkân sağlamaktadır. Ancak simülasyon yazılımlarının gerçekte olan ortam ile uygunluğunun, eğitim hedefleriyle uyum açısından çok önemli olduğu belirtilmektedir (Kneebone, 2009). Eğitsel bilgisayar simülasyonlarının öğrencilerin öğrenme deneyimlerini ve karar verme becerilerini geliştirdiğine dair bulgular mevcuttur (Nikolic vd., 2009).

Sanal gerçeklik: doğal veya dolaylı yollarla oluşturulan bir ortamda bulunma hissine atıfta bulunan mevcudiyet ve telebulunuşluk (telepresence - farklı veya hayali bir yerde olma etkisini yaratmak) kavramlarına dayanmaktadır (Steuer 1992). Farklı bir tanımlamada ise sanal gerçeklik, kullanıcılara gerçek dünyadaki nesnelere ve olaylara benzer görünen ve orada olduklarını hissettiren ortamlarla etkileşim kurma fırsatları sunmak için bilgisayar donanımı ve yazılımı ile oluşturulan etkileşimli simülasyonların kullanımını içerdiği belirtilmektedir (Sherifan, 1992; Weiss ve Jessel, 1998). Kullanıcıların, genellikle başa takılan ekranlar veya eldivenler gibi özel ekipmanlar kullanarak kendilerini tamamen yapay bir ortamda bulundukları hissini yaşatan, ortamdaki nesnelerle etkileşime girmesine olanak sağlayan bir teknolojidir. Sanal gerçekliğin kullanımı, soyut kavramların temsil edilmesini ve manipüle edilmesini sağladığı, matematiksel veya diğer karmaşık kavramların anlaşılmasına yardımcı olduğu için eğitim de dahil olmak üzere çeşitli alanlara yayılmıştır (Campos vd., 2022).

Eğitsel video konferans sistemleri: öğrencilerin farklı konumlardan birbirlerini görebilmesine ve birbirleri ile iletişim kurmasına olanak sağlayan sistemlerdir (Mitrović vd., 2017). Öğrenmeyi ve mesleki gelişimi kolaylaştırmak için tıp, psikoloji ve eğitim gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Örneğin, tıp alanında video konferans, uzak bölgelerdeki sağlık uygulayıcılarına palyatif bakım eğitimi vermek ve uzmanlık eğitimine erişim zorluğunu ortadan kaldırmak için kullanılmıştır (Ray vd., 2014). Özellikle tüm dünyayı etkileyen COVID-19 pandemisi sırasında video konferans sistemleri eğitim-öğretim süreçlerinin pandemi sürecinden en az derecede etkilenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmıştır. Pandemiyle birlikte ortaya çıkan acil uzaktan öğretim yeni bir kavram hayatımıza girmiştir. Acil uzaktan öğretim, doğal afetler veya salgın

hastalıklar gibi öngörülemeyen durumlarda eğitimin devamını kolaylaştırmak için teknolojinin kullanılmasını ifade etmektedir. Acil uzaktan öğretim sırasında öğrencilerin dijital platform tercihleri araştırılmış ve video konferans araçlarının eğitim amaçlı yaygın kullanımı ortaya çıkmıştır (Amin ve Sundari, 2020). Pandemi sonrasında ise video konferans sistemleri ile öğrenmek, günlük etkinliklerimizin bir parçası haline geldiği vurgulanmaktadır (Sunardi vd., 2022).

Çoklu ortam eğitim materyalleri: bilgi aktarmak ve öğrenme süreçlerini kolaylaştırmak için resim, metin, ses, video vb. çeşitli medya biçimlerini entegre eden öğretim kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Mayer, 2009). Mayer'e (2009) göre öğrenme çıktılarını optimize etmek için çoklu ortam materyalleri tasarlanırken kanıta dayalı ilkelere bağlı kalınması gerekmektedir. Bu ilkeler, sözcükleri ve görüntüleri etkili bir şekilde bütünleştirmenin, temel bilgi işlemeyi yönetmenin ve üretken bilgi işlemeyi teşvik etmenin önemini vurgulamaktadır. Çoklu ortam materyalleri bu ilkeler ile tasarlandığında, aktif bilişsel süreci teşvik ederek ve konu dışı bilişsel yükü azaltarak öğrenmeyi geliştirebilir. Çoklu ortam materyallerinin uygun geliştirilmesi ve kullanılması durumunda öğrencilerin başarılarına ve öğrenmelerindeki kalıcılıklarına olumlu etkileri bulunmaktadır (Yünkül, 2019).

Oyunlaştırma: puan, ödül, seviye atlama vb. oyunlaştırma öğelerinin oyun dışı bağlamlarda kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Deterding vd., 2011). Diğer bir ifadeyle oyunlarda bireyleri motive eden tekniklerin, özelliklerin ve stratejilerin gerçek hayatta farklı alana uygulanması olarak düşünülebilir. Oyunlaştırma yöntemi bireyleri genellikle bir hedefe ulaştırmayı veya bir görevi yerine getirmeyi teşvik etmek amacıyla kullanılmaktadır. Eğitimde oyunlaştırma ise, öğrenci katılımını artırmayı, öğrenmeyi ve beceri edinmeyi ve sürdürülebilir davranışları teşvik etmeyi amaçladığı belirtilmektedir (Jusas vd., 2022). Oyunlaştırmanın eğitim teknolojisindeki etkinliği, öğrenciler arasında akademik başarıyı ve yaratıcı düşünmeyi geliştirme potansiyeli ile önemli bir modern eğilim olarak kabul edilmektedir (Aljraiwi, 2019). Bunların yanı sıra oyunlarda kullanılan liderlik tabloları, ödüller, rozetler, avatarlar ve yarışmalar gibi oyun mekanizmalarının kullanılmasının, öğrencilerin ilgisini çekmenin ve motive etmenin bir yolu olduğu tespit edilmiştir (Fijačko vd., 2021).

Öğrenme analitikleri: Öğrenme analitiğinin alanyazında yaygın olarak kullanılan tanımlarından birisi olan Siemens ve Long'un (2011) tanımıdır. Buna göre öğrenme analitiği, öğrenmeyi ve öğrenmenin gerçekleştiği ortamları anlamak

ve optimize etmek amacıyla öğrenenler ve bağlamları hakkında verilerin ölçülmesi, toplanması, analizi ve raporlanmasıdır. Başka bir tanımda ise Gaševi (2015) öğrenme analitiğini, öğrenmeyi ve öğrenme ortamını geliştirmek için öğrenciler ve bağlamları hakkında verilerin toplanmasını, analiz edilmesini ve raporlanmasını içerdiğini belirtmektedir. Yapılan bu işlemler sonucunda eğitimsel karar verme, problem çözme ve öğrenme süreçlerinin sürekli iyileştirilmesi hedeflenmektedir (Waal, 2017). Öğrenme analitiği alanı, eğitim teknolojisi ve veri analizini geliştirmeye odaklanarak son yıllarda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Geleneksel öğrenme ortamlarında öğrenci performansı genellikle bir sınav ve öğretmenin gözlemleri şeklinde yapılmaktadır. Ancak öğrenme analitiği öğrencilerin öğrenme sürecine yönelik daha derin bilgiler sağlamaktadır. Örneğin öğrenme analitikleri ile bir konunun öğrenilmesinde hangi materyalin daha etkili olduğu, öğrencilerin nerelerde zorluk yaşadığı, öğrencilerin dijital ortamlardaki etkileşimlerinin nasıl olduğu vb. sorulara cevap bulunabilmektedir.

Makine öğrenmesi: Dietterich (1996) tarafından tanımlandığı şekliyle makine öğrenimi, bilgisayarları, öğrenmeye ve verilere dayalı kararlar almaya yönelik programlama yöntemlerinin incelenmesidir. Yapay zekânın bir alt kümesi olan makine öğrenimi, eğitim alanında önemli bir potansiyele sahiptir. Dijital öğrenme ortamlarında sanal asistanlar oluşturmak, öğrenme deneyimlerini kişiselleştirmek ve öğrenci ilerlemesini analiz etmek için kullanılabilir (Nafea, 2018). Öğrenme süreçlerinin incelenmesi ve bilgisayarla modellenmesi, makine öğreniminin odak noktasını oluşturmaktadır. (Carbonell vd., 1983). Ayrıca bu teknoloji sayesinde, insan öğrenme faaliyetleri simüle edilerek makinelerin beceri, bilgi ve işleme araçları edinmesini sağlayabilme potansiyeli de bulunmaktadır. (Chai, 2018). Eğitimde makine öğrenimi, müfredat tasarımını iyileştirmek, öğrenci notlarını tahmin etmek ve yükseköğretim dersleri önermek için uygulanabilmektedir (Webb vd., 2019).

Yapay zekâ: Yapay zeka (YZ), algılama, akıl yürütme ve öğrenme gibi görevleri yerine getirebilen sistemler geliştirmeye odaklanan bir bilgisayar bilimi olarak tanımlanmaktadır. Odak noktası insan bilişini anlamak ve akıllı cihazlar geliştirmek amacıyla çok çeşitli problemleri ve yöntemleri kapsamaktadır (Leake, 2001). Yapay zekâ, eğitim alanında yönetim, öğretim ve öğrenme faaliyetlerini önemli ölçüde etkilemiştir (Chen vd., 2020). Eğitimde YZ, öğrencilerle etkileşime girebilen, öğretebilen ve onların ihtiyaçlarına uyum sağlayabilen Akıllı Ders

Sistemleri (ITS) şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Yazdani, 1986). Yapay zekâ destekli akıllı ders sistemleri, öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunarak öğrenme sürecini optimize etmeyi amaçlamaktadır. Öğrencilerin bireysel olarak güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek öğrenme materyallerini ve içeriğini kişiselleştirebilme potansiyeline sahiptirler. Bunların yanı sıra, öğrencilerin ilerlemesini izleyebilir, geri bildirim sağlayabilir ve öğrenme sürecini daha etkili hale getirecek öğretim stratejileri geliştirebilirler. Bu sistemler, eğitim ve öğrenimdeki modern zorlukları ele alma potansiyeline sahiptir (Ahmad vd., 2021).

Artırılmış gerçeklik: gerçek dünya ortamında dijital sanal nesneleri görüntülememize ve bu sanal nesneler ile etkileşime olanak sağlayan artırılmış gerçeklik, bu tez kapsamında geliştirilecek mobil uygulamanın temellerini oluşturmaktadır. Bu nedenle artırılmış gerçeklik ayrı bir başlık altında detaylı olarak ele alınmıştır.

2.13 Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik (AG) kavramı yakın zamanlarda çıkan bir kavram olarak görünse de AG'ye yönelik ilk araştırmalar 1960 yıllarda Massachusetts Teknoloji Enstitüsü ve Harvard Üniversitesi'nde Ivan Sutherland tarafından yapılmıştır (Silva vd., 2022). AG, dijital olarak sanal ortamda iki boyutlu veya üç boyutlu olarak tasarlanmış bir nesneyi, gerçek dünya ortamında görüntülememize ve bu sanal nesne ile etkileşimde bulunmamıza olanak sağlamaktadır (Azuma, 1997). Azuma'ya (1997) göre AG uygulamaları üç temel gereksinimi karşılaması gerekmektedir. Bunlar sanal ve gerçek dünyaları birleştirmek, bu birleştirmeyi gerçek zamanlı olarak yapmak ve üç boyutlu olarak yapmak şeklinde sıralanmaktadır.

AG tanımları incelendiğinde dijital olarak temsil edilen bir bilgiyi gerçek dünya ortamına aktaran ve kullanıcının deneyimini artıran bir teknoloji olduğu görülmektedir (Berryman, 2012). Başka bir tanımda ise Figueiredo (2014) AG teknolojisini, sanal ortam ile gerçek ortamın, öğrenen tarafından gerçek bir dünya olarak görülebilmesi için üç boyutlu bir görüntü halinde birleştirilmesi ve bütünleştirilmesi olarak tanımlamaktadır. Shea (2014) ise AG'yi, gerçek ve sanal gerçekliği üç boyutlu görüntüde birleştirerek gerçek öğrenenin gerçekliği ile etkileşimin olduğu bir teknik olarak tanımlarken, Mushtaha (2015), video kliplerine eklenen üç boyutlu dijital bir nesne ve öğrenen için konulan bir kameraya dayanan ve nesneyi kameranın görüntüsüne yerleştiren bir öğrenme ve öğretme teknolojisi

olarak tanımlamaktadır. Başka bir tanımlama ise AG'yi yazılım ve bilgisayarda tasarlanmış nesnelerden elde edilen gerçekçi dijital içeriği, gerçek dünya ile harmanlayan teknolojiyi açıklayan ve tanımlayan bir terim olarak tanımlamaktadır (Sırakaya ve Kılıç Çakmak, 2018).

AG'nin tanımları incelendiğinde, gerçek ortam ile dijital olarak tasarlanmış sanal nesneleri, sanal ortamları bütünleştiren, gerçek ortama bir grup sanal bilginin eklenmesine dayanan bir öğretim yöntemi olduğu görülmektedir. Sanal olarak tasarlanan iki boyutlu veya üç boyutlu efektler, videolar, fotoğraflar vb. AG'yi kullanan bireylerin gerçek ortamına kamera ve ekran aracılığıyla yerleştirilmekte, bu da bireye sağlanan bilgileri artırmaktadır. Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik arasındaki temel farklılık: Sanal gerçeklik, zihinsel olarak belirli bir yerde bulunduğunuzu, sanki onun bir parçasıymışsınız gibi hissetmenizi sağlamakta, ancak gerçekte orada değilsinizdir. Öte yandan, artırılmış gerçeklikte, dijital ortamda tasarlanan sanal nesneler, semboller, efektler ve bilgiler öğrenenin çevresindeki gerçekliğe eklenir. Böylece bu sanal nesneler, semboller ve efektler gerçek çevre ortamına yerleştirilmiş şekilde farklı açılardan görülebilmekte, bu da öğrenenin gerçek dünya hissini, gerçek çevreye eklemeler yaparak sürdürmektedir. Bununla birlikte, sanal gerçeklik gerçek sahnelerin veya hayali sahnelerin simülasyonuna dayanırken, AG gerçek ve sanal dünyayı birleştirmektedir (Aldalalah vd., 2019). Weymuth ve Reiher (2021) AG ve sanal gerçeklik arasındaki farkı sanal gerçeklikte kişi tamamen sanal olarak tasarlanmış bir çevreyi, AG'de ise gerçek ortama sanal nesnelerin eklenmesiyle oluşan ortamı deneyimlemesi olarak belirtmektedir.

AG, BİT içerisinde yer alan teknolojilerden birisidir. Bu teknoloji öğrenciler, öğretmenler ve ebeveynler tarafından oldukça rahat bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca kullanımının kolay olduğu kadar öğretici, öğrenmeyi teşvik edici olduğu da vurgulanmaktadır. AG teknolojisi, kullanıcı olan bireylere gerçekliğe ve nesnelere dair farklı bir bakış açısı da göstermektedir (Whitlock vd., 2018; Papadakis, 2021).

AG teknolojisinin eğitim sisteminde uygulanmasını destekleyen birçok avantajlı yönü bulunmaktadır. AG'nin avantajlarından bazıları teorik kavramların kolayca anlaşılmasını sağlamak, öğrencilere simüle edilmiş öğrenme deneyimleri yaşayabilmelerine olanak sunmak, öğretme ve öğrenmeyi geliştirmeye destek olmak şeklinde ifade edilebilir (Nguyen vd., 2019). Ayrıca AG'nin avantajlarını

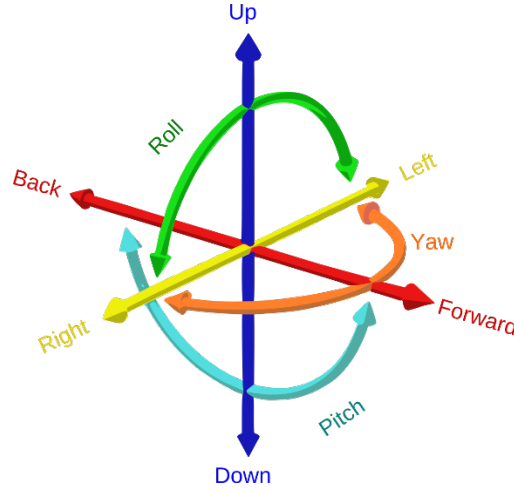
benzer şekilde ifade eden Silva vd. (2022), özellikle öğrenciler için öğrenme sürecini geliştirecek bir araç olarak eğitimdeki potansiyeline dikkat çekmektedir.

Alanyazın incelendiğinde AG'nin öğrenme sürecinde kullanılmasının değerli olduğuna (Huda vd., 2021), alternatif bir öğrenme yolu olarak kullanılabileceğine (Pradibha, 2018), geometri eğitimindeki önemine (soyutlama, genelleme, ayrıştırma, algoritma vb.) (Hanid vd., 2022), öğrenci katılımını arttırdığına (Hong vd., 2022), sadece eğitim sürecinde değil hayatın farklı alanlarına da etki ettiğine (Carmona-Ramirez ve Henao-Cespedes, 2021), öğrencilerin üç boyutlu şekillerin yapısını görselleştirmelerine katkı sağladığına (Kusumah ve Martadiputra, 2022) vurgu yapılmaktadır. Ayrıca alanyazındaki AG çalışmaları ağırlıklı olarak ilköğretim düzeyinde yoğunlaşmış ancak yüksek öğretim düzeyindeki çalışmalar oldukça az yapıldığı görülmüştür. Araştırmacılar AG teknolojisi araştırmalarındaki ilköğretim ve yükseköğretim arasındaki bu uçurumun daraltılması gerektiğine dair görüş bildirmektedir (Silva vd., 2022).

Araştırmalar AG uygulamalarının öğrencilere daha aktif, etkili ve anlamlı öğrenme deneyimleri sunma kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir (Alkhatabi, 2017). Ayrıca AG'nin eğitim kalitesi üzerindeki olumlu etkisi ve öğrenciler için öğrenme sürecini geliştirme yeteneğine vurgu yapılmaktadır (Nurbekova ve Baigusheva, 2020). AG, matematik, dil öğrenimi ve mühendislik çizimi de dahil olmak üzere çeşitli eğitim bağlamlarında kullanılmış ve farklı konularda çok yönlülüğünü ve uygulanabilirliğini göstermiştir (Aldalalah vd., 2019; Cheng vd., 2018; Gayevska ve Kravtsov, 2022). Ek olarak AG, matematiksel kavramların öğretiminde faydalı metodolojik değişiklikler getirme potansiyeli ile matematik öğretimi için değerli bir kaynak olarak kabul edilmektedir (Fernández-Enríquez ve Martín, 2020).

2.13.1 Altı Hareket Derecesi - 6DoF

Artırılmış gerçeklik ortamında yerleştirilen nesnelerin hareketleri için kullanılan altı hareket derecesi veya altı serbestlik derecesi (six degrees of freedom-6DoF) olarak isimlendirilen bir terim bulunmaktadır. Bu terim üç boyutlu bir nesnenin bir ortamdaki mekanik hareketlerini temsil etmektedir. Bu altı derecenin üç tanesi öteleme, üç tanesi döndürme açıları olarak ifade edilmektedir (Lang vd., 2002). Aşağıdaki Şekil 2.2'de altı serbestlik derecesi görülebilmektedir.



Şekil 2.2. Altı Serbestlik Derecesi

Şekil 2.2’de görüldüğü üzere X eksenini boyunca sağa-sola, Y eksenini boyunca yukarı-aşağı ve Z eksenini boyunca ileri-geri olmak üzere üç öteleme hareketi, X eksenini etrafında dönme (roll-yuvarlanma), Y eksenini etrafında dönme (pitch-yalpalanma) ve Z eksenini etrafında dönme (yaw-sapma) olmak üzere üç döndürme hareketi bulunmaktadır.

2.14 Arttırılmış Gerçeklik Türleri

Arttırılmış gerçeklikte sanal nesnenin yerleştirileceği yer belirlenirken izleme teknikleri (tracking) kullanılmaktadır. İzleme teknikleri yerleştirilen sanal nesnelerin doğru bir şekilde ve doğru yönde olmasını sağlamaktadır. İzleme teknikleri izlenen gerçek nesneler döndürüldüğünde veya izleyici cihaz hareket ettirildiğinde sanal nesnenin de farklı yönlerden görünümünü göstermek veya sanal nesnenin döndürülmesini sağlamak için oldukça önemlidir. Arttırılmış gerçeklik sistemlerinde farklı birçok izleme tekniği araştırılmıştır. Bu teknikler bazı araştırmacılara göre işaretli ve işaretsiz olmak üzere iki gruba ayrılırken (Pence,2010; Shivavarshni ve Vadivu, 2021), bazı araştırmacılara göre sensör tabanlı ve görsel tabanlı (işaretli ve işaretsiz) (Rabb ve Ullah, 2016) olarak kategorilere ayırmaktadır. Ayrıca Gupta (2019), arttırılmış gerçeklik teknolojilerinde izleme tekniklerinin önemine vurgulamakta ve daha gelişmiş izleme ve takip için farklı izleme tekniklerinin hibrit şekilde birlikte kullanılmasını önermektedir.

Alanyazında arttırılmış gerçeklik alanında bir dizi izleme tekniği araştırılmıştır. Rabbi (2016) bunları sensör tabanlı (optik, manyetik, akustik, atalet

veya hibrit) ve görüş tabanlı (işaretleyici tabanlı veya işaretleyicisiz) olarak kategorize etmektedir. Pinz (2000) sağlamlığı ve doğruluğu artırmak için görüş tabanlı ile manyetik veya ataletsel izlemeyi birleştiren hibrit izlemenin kullanımını tartışmıştır. Lima ve diğerleri (2010) model tabanlı işaretçisiz 3B izlemeye odaklanarak performansını ve doğruluğunu değerlendirmiştir. Gupta (2019), AG uygulamalarında izlemenin önemini vurgulamakta ve gelişmiş doğruluk ve sağlamlık için farklı izleme tekniklerinin birlikte kullanılmasını önermektedir.

2.14.1 Sensör Tabanlı İzleme ve Takip

Sensör tabanlı izleme tekniklerinde genellikle kamera hareketlerini izlemek ve hareketli nesnelerden gelen sinyalleri kaydetmek için farklı türlerde sensörler kullanılmaktadır. Bu sensörler seçilirken verimlilik ortam koşulları, fiyat vb. faktörler dikkate alınmaktadır. Sensör olarak optik sensörler, akustik sensörler, manyetik sensörler ve atalet sensörleri kullanılabilir (Gupta vd.,2019).

Optik sensörler: artırılmış gerçeklik ortamında sanal nesnelerin yerleştirilmesi ve takip için ışık veya kızılötesi ışık kullanılmaktadır. Bu sistemde 2 boyutlu veya 3 boyutlu yapılabilmektedir. 2 boyutlu izleme için tek bir kamera yeterli olurken 3 boyutlu izleme için en az 2 kameraya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistemde takip işlemi her kameranın konumu ve baktıkları yön bilgisi ile geometri kullanılarak hesaplanmaktadır. Ancak bu sistemin düzgün çalışabilmesi için ışık koşullarının iyi olması gerekmektedir (Ullah, 2011).

Atalet (Inertial) sensörü: mekanik jiroskop ve ivmeölçer kullanılmaktadır. Bu yöntemde başlangıçtaki konuma göre yerleştirilen sanal nesneler sensörlerden gelen değişimlere göre hareket etmektedir. Genellikle bu sistemdeki ölçümler görsel tabanlı izlemeler kadar doğru olmasa da özellikle hızlı hareketlerin olacağı artırılmış gerçeklik sistemlerinde kullanılması daha uygun olmaktadır. Ancak yavaş hareket edildiğinde sensörlerden kaynaklanan hatalar ve kaymalar olabilmektedir (Lang vd., 2002).

Akustik sensörler: bu yöntemde izleme ve takip için ultrasonik vericiler kullanılmaktadır. Bu vericiler kullanıcılar tarafından giyilmekte ve gerçek ortamda sabitlenmektedir. Bu sayede sanal ortama yerleştirilecek nesnelerin konumu ve pozisyonu, kullanıcıların gerçek dünyada yaptığı hareketlerin sanal ortamda etkileşiminin sağlanması, ultrasonik seslerin sensörlere ulaşma süresi ile hesaplanmaktadır. Bu sistemlerde ortamın sıcaklığı, nem düzeyi sesin yayılma

hızını etkileyeceğinden dolayı sistemin verimliliği sıcaklık ve nemden etkilenebilmektedir (Ullah, 2011; Gupta vd.,2019).

Manyetik sensörler: bu izleme ve takip yönteminde manyetik alan kullanılmaktadır. Elektrik akımı bobinlerden geçtiğinde bir manyetik alan oluşturmaktadır. Bu manyetik alanlar mesafe ve elektromanyetik gürültüye duyarlıdır. Bu sayede birbirine dik olacak şekilde üç açıdan manyetik alan oluşturulduğunda alan içerisindeki hareketler manyetik sensörler yardımıyla hesaplanabilmektedir. Ancak bu yöntem elektriksel veya iletken maddelerin yakınlarında zayıf çalışmaktadır (Gupta, 2019).

2.14.2 Görüş Tabanlı İzleme ve Takip

Görüş tabanlı izleme ve takip sanal nesneleri gerçek dünya ortamına doğru bir şekilde yerleştirmek için kamera pozlarının ve bilgisayarın görüş cihazlarının kullanıldığı yöntemdir. Bu yöntem kendi içerisinde işaretleyicili ve işaretleyicisiz olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır.

İşaretleyicili İzleme ve Takip: Bu yöntemde sanal nesnelerin yerleştirilmesi için gerçek dünya ortamına bilgisayar veya akıllı telefon kameraları tarafından tanınabilecek, bazı spesifik özelliklere sahip işaretleyiciler yerleştirilmektedir. Bu işaretleyicilerin ortamın aydınlatmasından etkilenmemesi için işaretleyicilerin çevresine bir kare çerçeve ve yerleştirilen nesne üzerinde altı serbest hareket derecesinin uygulanabilmesi için (sanal nesnenin konumu ve farklı açılardan döndürülebilmesi) işaretleyicilerin üzerine belirli bir düzeni olmayan desenler eklenebilmektedir (Naimark ve Foxlin, 2002). Ancak bu yöntem hızlı hareketleri takip ederken karşılaşılan oklüzyon (izlemede sırasında araya başka bir nesne girmesiyle oluşan tıkanıklık) sorunu henüz çözülememiştir (Park vd., 1999). Bazı araştırmacılar işaretleyici tabanlı izleme ve takibin zaman karmaşıklığını ve maliyeti azalttığını belirtmektedir (Fua ve Lepetit, 2007).

İşaretleyicisiz İzleme ve Takip: Bu yöntemde sanal nesnelerin yerleştirilmesi için işaretleyicili yöntemdeki gibi özel tasarlanan bir işaretleyici yerine nesnenin yerleştirileceği ortamın doğal özellikleri kullanılmaktadır. Ortamın doğal özellikleri belirlenirken öncelikle kamera pozu ile bilgisayar tarafından doğal çevrenin özellikleri dinamik olarak elde edilmektedir (Wuest vd., 2005). Daha sonra ortamın doğal özelliklerini belirlemek için görüntü işleme yöntemleri kullanılmaktadır (Maidi vd., 2011). Ayrıca bu sistemlerde gerçek nesneleri tanıma,

model tanıma yöntemleri de kullanılmaktadır (Beier, 2003). Sanal nesneler bilgisayar tarafından tanınan bu ortama yerleştirilmektedir.

2.14.3 Konum Tabanlı İzleme ve Takip

Son zamanlarda tüm akıllı telefonlardan veya tablet bilgisayarlardan konum bilgisine ulaşılabilir. Konum bilgisi ile artırılmış gerçeklik nesnelerinin yerleştirilmesi de mümkündür. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik, kullanıcıların konumlarına göre yazılı, görsel, sesli, iki ve üç boyutlu sanal nesneler gibi bilgileri sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Mobil cihazlarda konum tabanlı uygulamalara en bilinen örneklerinden biri olarak Pokemon GO oyunu gösterilebilir (Paavilainen vd., 2017). Ayrıca bir bölgede gezmeye gidildiğinde o bölgenin etrafındaki ilgi çekici yerleri konum tabanlı artırılmış gerçeklik kullanarak gösteren ve yaya olarak yapılan seyahatleri daha etkili hale getiren uygulamalara yönelik çalışmalar da bulunmaktadır (Brata ve Liang, 2019).

2.15 Mobil Tasarımlarda Dikkat Edilmesi Gereken Unsurlar

Bu araştırmanın en temel amaçlarından birisi artırılmış gerçeklik destekli mobil uygulamanın geliştirilmesidir. Bu nedenle mobil uygulama tasarlanırken alanyazındaki tasarım unsurları araştırılmıştır. Mobil cihazlarda tasarım yapılırken en önemli hedef bilgi verici, eğlenceli, motive edici olumlu duyguları hissettiren, can sıkıcı ve sinir bozucu olumsuz duyguları hissettirmeyen tasarımlar oluşturmaktır (Lanoue, 2015).

Ancak mobil cihazlarda bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Dokunmatik ekran boyutlarının küçük olması geleneksel tasarımların (masaüstü bilgisayarlar için tasarlanan) mobil cihazlarda kullanımını zorlaştırabilir. Geleneksel bir tasarımda kullanıcı fiziksel bir klavye ve fare kullanırken rahatça kullanabileceği bir ekranı mobil cihaz ekranlarında kullanırken sorunlar yaşayabilir. Örnek olarak geleneksel bir tasarım mobil cihazda gösterildiğinde butonlar çok küçük gözükabilir, yan yana veya iç içe geçmiş olabilir bu nedenle butonların olabildiğince büyük ve yanlış yere dokunmanın önüne geçilebilmesi için birbirinden olabildiğince uzak olması gerektiği belirtilmektedir (Lee, 2017).

Mobil ara yüz tasarımında dikkat edilmesi gereken diğer bir husus ise yerleşim düzenidir. Yerleşim düzeni olarak mobil cihazların ekran boyutları ele alındığında eşit aralıklı dikey bir ızgara yapısı kullanmak hem içerik hemde buton

ve bağlantı hiyerarşisini daha düzenli bir hale getirerek kullanışlı ara yüzler oluşturmaktadır (McVicar, 2014).

Beyaz Alan Kullanımı: Boşluklar, tasarımlarda önemsiz bir parametre gibi görünse de iyi bir tasarımda tutarlılığı sağlamak için en önemli unsurlardan birisidir. Çevrimiçi bir araştırmaya göre boşlukların doğru bir şekilde kullanılması okunabilirliği %20 oranında artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Anić, 2015).

Mobil Tasarımlarda Kullanılabilirlik: Kullanılabilirlik, bir uygulamada yapılabilecek işlemlerin hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilmesi olarak tanımlanmaktadır (mobiforge.com, 2015). Kullanılabilirlik için dikkat edilmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır. Bunlar; okunabilirlik, tıklanabilirlik ve gezinme menüsüdür.

Okunabilirlik: Okunabilirliği arttırmak için satır uzunluğu, boşlukların kullanımı, renk, yazı tipi ve boyutuna dikkat edilmelidir. Özellikle yatay uzunluğu daha kısa olan mobil cihazlarda yazı boyutu daha okunaklı olmalı ve boşluk kullanımına dikkat edilmeli ve renkler arka plan rengine okunamayacak kadar yakın olmamalıdır.

Tıklanabilirlik: Mobil tasarımlarda tıklamalar etkileşimin başlangıç noktasıdır. Ekran boyutları düşünüldüğünde butonların boyutu ve birbirleri arasındaki boşluklar rahat tıklanabilir ve yanlış tıklamaya imkân vermeyecek şekilde olmalıdır (Holst, 2012).

Gezinme Menüsü: Gezinme menüsü uygulama içerisinde farklı konulara veya sayfalara erişimi sağlayan rehber konumundadır. Mobil cihazlarda hamburger menü denilen bir tasarım mevcuttur. Mobil tasarımlarda yaygın bir şekilde kullanılan hamburger menü, genellikle sayfanın en üstünde sağ veya sol tarafta konumlandırılmaktadır. Sayfadaki karmaşıklığı gidermek için en pratik çözümlerden birisidir (McDowell, 2016).

2.16 İlgili Araştırmalar

Bu başlık altında alanyazın incelenerek öncelikle AG'nin eğitimde kullanıldığı çalışmalar, ikinci olarak AG'nin matematik ve geometride kullanıldığı çalışmalara, üçüncü olarak uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik araştırmalara ve son olarak artırılmış gerçeklik kullanılarak uzamsal becerinin geliştirilmeye çalışıldığı çalışmalara yer verilecektir.

2.16.1 Artırılmış Gerçekliğin Öğretim Sürecinde Kullanıldığı

Araştırmalar

Durak ve diğerleri, (2020), arkeoloji alanında artırılmış gerçekliğin kullanımına yönelik yaptıkları araştırmada bir devlet üniversitesinde Arkeoloji bölümü 1. Sınıf öğrencilerinin AG teknolojilerinin arkeoloji alanında kullanılmasına yönelik görüşleri almayı hedeflemişlerdir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre AG arkeoloji alanında üç boyutlu nesnelerin kullanılması, görme ve erişme kısıtını ortadan kaldırması, antik dönem kalıntılarının veya mimarisinin gerçekte nasıl görüneceğinin canlandırılması ve heykeller hakkında detaylı bilgi sağlaması açısından oldukça kullanışlı olabileceği ortaya çıkmıştır.

Alamraji'nin (2017), ortaokul birinci sınıf için tarih öğretiminde artırılmış gerçeklik tekniğini kullanmanın sonuçların gelişimi, tarihsel düşünme becerileri ve öğrencilerin teknikleri kullanarak öğrenme motivasyonu üzerindeki etkisini bilmeyi amaçlayan çalışmasında, çalışmanın sonuçları, artırılmış gerçeklik tekniğinin, öğrencilerin teknikleri kullanarak sonuçları, tarihsel düşünme becerilerini ve öğrenme motivasyonunu geliştirmedeki başarısını göstermiştir.

Cheng ve diğerleri (2018), mühendislik eğitiminde mekanik çizim öğretim sürecinde AG'nin kullanıldığı bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada AG kullanan ve sıradan öğretim yaklaşımını kullanan öğrenci grupları arasında, AG kullanan öğrencilerin önemli derecede daha üstün başarı gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Wang (2017), AG kullanarak yazılım düzenleme kursunu desteklemek amacıyla deneysel bir araştırma yapmıştır. Bu araştırmada deney grubu AG tabanlı uygulamalarla öğrenim sağlarken kontrol grubu çevrimiçi tabanlı bir öğretim yöntemi ile öğrenim sağlamıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrenim destekleri kaldırıldıktan sonra çevrimiçi öğrenen bireyler daha pasif kalırken AG kullanan öğrencilerin daha aktif olarak katıldıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırma sonuçları AG'nin öğrenme motivasyonu ve akran öğrenme etkileşimini desteklemek amacıyla kullanılabileceğini, karma öğrenme stratejilerini destekleyebileceğini de vurgulamaktadır. Araştırmada AG kullanımı sırasında kullanılan mobil cihazların ekranları sınırlı olduğundan tek seferde görüntülenen bilgi miktarına dikkat edilmesi gerektiği önerilmektedir.

Volioti ve diğerleri (2022) tarafından yapılan bir çalışma, ilk öğretim beşinci ve altıncı sınıflardaki öğrencileri fizik öğretimini amaçlayan 3 farklı AG uygulaması içeren tek bir platformun kullanılması ve bu platformun

değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre öğrenciler AG uygulamalarının kullanımının kolay olduğuna ve öğretmenler ise AG uygulamalarına derslerinde daha fazla yer vermek istediklerine dair görüşler bildirmiştir. Ayrıca kullanılan sistemin öğrenme sürecinin iyileştirilmesine ve öğrenme hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunduğu sonuçları ortaya çıkmıştır.

Sandoval Pérez ve diğerleri (2022) Üniversitede güç elektroniği dersinde seçilen iki konu üzerinde AG kullanıldığı ve etkililiğinin incelendiği bir araştırma yapmıştır. Aynı konuyu işleyen deney grubunda AG kullanılırken, kontrol grubu geleneksel öğretim yoluyla öğrenmiştir. Araştırmanın sonuçları AG kullanan deney grubunda elde edilen becerilerin ve motivasyonun kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca AG kullanan deney grubunda işlenen konuya dair %40 daha fazla tutma ve daha iyi bilişsel performans görülmüştür.

Markamah ve diğerleri (2018), anaokulu öğrencilerinin hayvanlara giriş konusunu öğrenmesi sürecinde AG teknolojisine dayalı bir uygulamanın etkililiğini incelemiştir. Bu çalışmada AG uygulaması için bir AG kitap kullanılmış ve bu kitapta mobil cihazın kamerası tutulduğunda üzerinde hayvanların üç boyutlu görüntülerinin görüntülenebileceği desenler eklenmiştir. Deney grubu AG kullanırken, kontrol grubu grup not yöntemini kullanmıştır. Bu araştırmanın sonuçları AG kullanan grubun öğrenme performansının önemli derecede iyileştiğini göstermektedir.

Núñez ve diğerleri (2008) Üniversite öğrencilerinin inorganik kimya dersinde problemleri çözme becerilerini öğretmek amacıyla bir AG uygulaması kullanmıştır. Bu çalışmada ayrıca öğrencilerin uzamsal ilişkileri daha iyi anlamaları da amaçlanmaktadır. Araştırma sonucunda öğrencilerin üç boyutlu sezgi kazandıkları ve üç boyutlu kristal yapılarla ilgili inorganik kimya problemlerini çözerken daha iyi sonuçlar gösterdiği bulunmuştur.

Martlı ve Dinçer (2021), hemşirelik eğitiminde AG uygulamalarının incelendiği bir derleme çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre öğrencilerin AG ile öğrenme deneyimlerinin geliştirildiği, bu şekilde öğrenmelerin daha ilgi çekici olduğu, öğrencilerin beceri ve performanslarının arttığı, soyut kavramların somutlaştırarak öğrenmeye katkı sağladığı belirtilmektedir.

AG'nin kullanıldığı matematik alanı dışındaki araştırmalar incelendiğinde okul öncesi eğitimden yükseköğretim düzeyine kadar eğitsel amaçla fizik, kimya, tarih, arkeoloji, sağlık, yazılım ve daha birçok alanda yaygın bir şekilde araştırma

konusu olduğu gör÷lmektedir. Ayrıca AG araştırmalarının son 10 yıl içerisinde daha fazla arttığı gözlemlenmiştir. Bu durumun nedeni mobil cihazların AG uygulamalarını desteklemesi ve son yıllarda mobil cihazların daha ulaşılabilir olmasından kaynaklandığı düşün÷lmektedir. AG'nin soyut kavramları somutlaştırması göz önünde bulundurulduğunda genellikle soyut kavramların öğretildiği matematik ve geometri alanları için önemli olduğu sonucuna ulaşılabilir.

2.16.2 Artırılmış Gerçekliğin Matematik ve Geometride Kullanıldığı

Çalışmalar

Suryanti ve diğerleri (2020), matematik öğretmenlerinin AG tabanlı matematik öğrenme materyali geliştirme programı kapsamında AG kullanımının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini nasıl etkilediğini araştırmayı amaçlamaktadır. 7 sınıf öğrencileri ile yapılan araştırma sonucunda AG tabanlı materyal kullanan öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinde AG kullanmadan öncesine göre artış olduğu gözlemlenmiştir.

Rebollo ve diğerleri (2022) tarafından yapılan araştırmada ilköğretim öğrencilerinin çarpım tablolarını öğretmek amacıyla oyunlaştırma ve artırılmış gerçeklik tabanlı bir uygulamayı geliştirip test etmeyi amaçlanmaktadır. Bu araştırmada geliştirilen uygulamadaki temel amaç öğrencilere sıkıcı gelen geleneksel pratik yöntemlerinden ziyade onları motive edecek pratik yapmaya teşvik edecek yöntemlerin keşfedilmesidir. Araştırmada uygulama öğrenme etkinliği ve kullanılabilirlik olmak üzere iki açıdan değerlendirilmiştir. Yapılan pilot çalışmada AG destekli uygulamanın öğrenciler için daha keyifli ve çekici pratik yapma imkânı sağladığı ve matematik becerilerini geliştirmeyi desteklediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Wu (2023), gelişimsel engelli ilköğretim öğrencilerinin matematiksel kelime problemleri çözme yeteneğini geliştirmek amacıyla AG ve video modelleme uyguladığı bir öğretim yöntemini araştırmıştır. Araştırmada bağımsız değerşken olarak AG destekli video modelleme yöntemi ve bağımlı değerşken olarak öğrencilerin matematiksel kelime problemlerini çözmedeki yüzdeleri alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre AG destekli video modelleme matematiksel kelime problemlerini çözme becerilerini geliştirirken aynı zamanda öğretmenlere yeni bir öğretim yöntemi sağlamaktadır.

Kounlaxay ve diğerleri (2021), Geogebra AR uygulamasının özellikle lise ve üniversitelere yönelik öğretim amaçlı kullanımını incelemişlerdir. Bu araştırmaya bir üniversitenin mühendislik fakültesindeki öğretmen ve üniversite öğrencileri katılmıştır. Halihazırda 3D geometrik cisimleri çizmek için kullanılan GeoGebra yazılımı, Geogebra AR uygulaması ile çizilen nesneleri mobil cihazlar ve tablet bilgisayarlar ile gerçek ortam ile birleştirilerek görüntülenmesini sağlamaktadır. Araştırmanın sonuçlarına göre katılımcılar uygulamanın geleneksel öğrenme ve öğretme yöntemlerine göre daha eğlenceli ve ilgi çekici olduğunu belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerin öğrenme becerilerinin geliştirilmesine de katkı sağlandığı görülmüştür.

Carvalho ve Lemos (2014), matematikte kullanılan çeşitli AG tabanlı öğretim yazılımlarını incelemiştir. Bu çalışmada SISEULER, DouradoRA Material, TabuaraRA ve SISFRAC isimli yazılımlar incelenmiştir. Araştırmanın temel hedefi bu yazılımları anlamlı öğrenme teorilerine dayandırmaktır. Araştırma sonucunda AG tabanlı bu tarz yazılımların öğrencilerin ön bilgilerine ve öğrenme isteklerine bağlı olarak potansiyel anlamlı öğrenme materyalleri olabileceği belirtilmektedir.

Schutera ve diğerleri (2021) son sınıf lise öğrencilerine vektör geometrisi konularını öğretmek için cleARmath isimli AG destekli bir uygulamasını incelemiştir. Bu araştırma lise son sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada AG uygulamalarının matematik öğretimindeki potansiyeli vurgulanmakla birlikte spesifik konulara özgü AG uygulamalarının oldukça az olduğu belirtilmektedir. Araştırmanın sonuçları göstermektedir ki AG uygulamaları pandemi gibi durumlarda öğrenciler tarafından bireysel olarak bir akıllı telefon veya tablet bilgisayar ile rahatça kullanabilmektedir. Bunun yanı sıra kullanılan AG uygulaması öğrencilerin üç boyutlu uzay anlayışlarının eğlenceli ve öğretici bir şekilde ilerlettiği ortaya çıkmıştır. Araştırmaya katılan öğretmenler ise bu uygulamanın vektör geometrisi konusunda son derece uygun olduğunu belirtmiştir.

2.16.3 Uzamsal Beceriye Geliştirmeye Yönelik Çalışmalar

Eğitimsel programlamanın, çocukların matematik becerileri, uzamsal farkındalık ve çalışma belleği üzerindeki etkilerini incelediği bir araştırma yapılmıştır (Messer vd., 2018). Bu çalışmada öğrenciler dijital ortamda ve kâğıt üzerinde çeşitli eğitsel programlamalar yapmıştır. Araştırmanın bulgularına göre

kısa bir süre bile programlama yapmak, çocukların matematik becerileri ve uzamsal farkındalıkları üzerinde olumlu etkiler yapmıştır.

Velázquez ve Méndez (2021), orta öğretim öğrencilerine Geogebra AR uygulamasının öğrencilerin uzamsal becerilerini etkileyip etkilemediğini araştırmıştır. Bu kapsamda deney grubu AG destekli Geogebra AR uygulamasını kullanmış ve kontrol grubu AG desteği olmadan derslere devam etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre deneysel gruptaki öğrencilerin başarı düzeyleri kontrol grubundaki öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca deneysel gruptaki öğrenciler kontrol grubundaki öğrencilere göre uzamsal becerinin alt boyutlarından görselleştirme ve döndürme becerileri açısından daha iyi sonuçlar elde etmiştir.

Ayrıca, beyin tabanlı öğrenme yöntemlerinin, matematikte düşük başarıya sahip öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmede etkili olduğu bulunmuştur (Al-Tarawneh vd., 2021).

GeoGebra gibi yazılımların kullanımının öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmede etkili olduğu gösterilmiştir (Yerizon vd., 2021).

Tomic ve diğerleri (2019) GeoGebra uygulamasını kullanarak üniversite öğrencilerine dört haftalık bir deneysel araştırma yürütmüştür. Bu araştırmada GeoGebra uygulamasının öğrencilerin uzamsal becerilerine etkisi incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda GeoGebra uygulamasını kullanan grubun uzamsal becerilerinin anlamlı olarak geliştirdiği ortaya çıkmıştır.

Özçakır Sümen (2022), üç boyutlu tasarım uygulamalarının kullanımının öğretmen adaylarının uzamsal becerilerinin gelişimine yönelik etkisini incelemiştir. Araştırmada öğretmen adaylarından Google Sketchup, GeoGebra veya Cabri 3D gibi dinamik geometri yazılımlarından birini tercih etmesi istenmiştir. Araştırma sonucunda üç boyutlu tasarım uygulamalarının öğretmen adaylarının zihinde döndürme becerilerini geliştirdiği ancak uzamsal görselleştirme (üç boyutlu nesnelerin zihinde açılımı döndürülmesi ters yüz edilmesi vb.) becerilerinde anlamlı bir artış olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Yolcu ve Kurtuluş (2010), altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal becerilerini geliştirmek için somut materyaller ve bilgisayar uygulamalarını kullanarak bir araştırma yapmıştır. Bu araştırmada somut materyaller olarak birim küpler, bilgisayar uygulaması olarak izometrik çizim uygulaması kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre yapılan etkinliklerin ön test sonuçlarında kötü olan öğrenciler de

dahil olmak üzere öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmede etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Yıldız ve Tüzün (2011), yaptıkları araştırmada üç boyutlu sanal ortam ile somut materyallerin kullanılmasının uzamsal becerinin bileşenlerinden uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yeteneklerine olan etkisini incelemiştir. Uygulama sürecinde True Vision 3D oyun motoru ile üç boyutlu bir sanal birim küp simülasyonu hazırlanarak deney grubunda kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise somut birim küpler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunda uzamsal görselleştirme testi için anlamlı bir artış gözlenmiştir. Ancak somut materyaller ile üç boyutlu sanal ortamlar arasında uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme testi sonuçlarına ilişkin anlamlı fark olmadığı bulunmuştur.

Yurt ve Sünbül (2011), sanal ortam ve somut materyaller kullanılarak yapılan modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerisine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda her iki ortamda modeller geliştirmenin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerini geliştirdiği ancak sanal ortamların zihinsel çevirme becerilerini geliştirmede daha etkili olurken somut materyallerin uzamsal düşünme becerisini geliştirmede daha etkili olduğu bulunmuştur.

Parmak (2016) yaptığı çalışmada teknoloji destekli ortamın mesleki eğitim merkezinde öğretime devam eden öğrencilerin uzamsal becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırma amaçları doğrultusunda Cabri 3D geometri yazılımı kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları teknolojik ortamda verilen eğitimlerin öğrencilerin uzamsal beceri konularında yaşadıkları zorlukları gidermede büyük oranda etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.16.4 Artırılmış Gerçeklik ve Uzamsal Beceri ile İlgili Araştırmalar

Kim ve Irizarry (2021), inşaat sektöründeki projelerin karmaşık olmasından, tasarım ve montajlamanın uzamsal beceri gerektirdiğinden bahsetmiştir. Araştırmacılar günümüz eğitim ortamlarının bu ihtiyacı karşılamak için yetersiz kaldığını belirtmektedir. Bu çalışmada AG destekli bir yazılımının inşaat yönetimi eğitimi alan öğrencilerin uzamsal becerilerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmaya orta öğretim mezunu inşaat yönetimi programına kayıtlı öğrenciler katılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının olduğu araştırmada kontrol grubu normal eğitim alırken deney grubu AG destekli eğitim almıştır.

Araştırmanın sonuçlarına göre AG destekli inşaat yönetimi derslerinde öğrencilere kolaylık sağladığı ve memnuniyet algılarını artırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca AG destekli derslerin inşaat yönetimi müfredatlarına entegre edilmesinin eğitim sürecini geliştirebileceği önerilmektedir.

Gómez García ve diğerleri (2018), üniversite öğrencilerine beden eğitimi dersinde AG ve sanal gerçekliğin (SG) öğrencilerin uzamsal yönelim ve mesafe tahmini yetenekleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını araştırmıştır. Araştırmaya katılan öğrenciler üç gruba ayrılmıştır. Bu gruplardan A grubu geleneksel yöntemlerle dersi işleyen, B grubu Artırılmış gerçeklik ile dersi işleyen ve C grubu sanal gerçeklik ile dersi işleyen öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırma kapsamında iki farklı AG ve SG senaryosu tasarlanmıştır. Araştırmada üç farklı yöntem akademik başarılar açısından incelenmiştir. Araştırmanın sonuçları üç yöntem arasından özellikle AG kullanımının öğrencilerin uzamsal yönelim ve mesafe tahmin yeteneklerini diğer yöntemlere göre daha fazla geliştirdiğini göstermektedir. Bu araştırma mobil AG uygulamalarının çeşitli etkinlikler ve dijital senaryolar ile kullanılması halinde uzamsal yönelimin geliştirilebileceğini öngörmektedir.

Topraklıkoğlu (2018), uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik bir artırılmış gerçeklik uygulaması tasarlamıştır. Araştırmacı öğrencilere kâğıt üzerinde AG uygulamasının algılayacağı desenleri ve altında uzamsal beceriye yönelik etkinlik sorularının bulunduğu etkinlikler hazırlamıştır. Araştırma sonucunda AG uygulamalarının kullanımının öğrencilerin uzamsal becerilerine olumlu yönde etkileri ortaya çıkmıştır. Aynı öğrencilerden alınan görüşlere göre artırılmış gerçeklik kullanıldığında derslerin daha eğlenceli geçtiği ve motivasyonu artırdığı ifade edilmiştir.

Danakorn ve diğerleri (2019), yaptığı araştırmada artırılmış gerçeklik tabanlı öğrenme ortamlarının ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin uzamsal beceri düzeylerine etkilerini incelemeye yönelik bir araştırma yapmıştır. Araştırmada “AR-Science Magic Book Learning System (AR-SMB)” isimli bir uygulama kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında AG tabanlı uygulamayı kullanan öğrencilerin zihinde döndürme testi (MRT) son test puanlarının ön test puanlarından oldukça büyük bir farkla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar, AG destekli uygulamaların uzamsal beceriyi geliştirmedeki

potansiyeline vurgu yaparak, uzamsal ilişkileri daha iyi anlamaya yardımcı olabileceğini söylemiştir.

Ali ve diğerleri (2018), mühendislik çizimi konularında öğrencilerin görselleştirme becerilerindeki eksiklikleri nedeniyle sorun yaşadığını belirtmektedir. Bu soruna çözüm olarak AG destekli bir öğrenme ortamının öğrencilerin zihinsel döndürme becerilerine etkisini incelemeyi amaçlayan bir araştırma yapmıştır. Yarı deneysel olarak tasarlanan araştırmada öğrencilere ön-test ve son-test olarak Purdue zihinde döndürme testi ve uzamsal görselleştirme becerileri testi uygulanmıştır. Deney ve kontrol gruplarının bulunduğu araştırmada deney grubu AG destekli ortamda derslerini işlerken kontrol grubu geleneksel yöntem ile devam etmiştir. Araştırma sonucunda deney ve kontrol gruplarının ön-test ve son-test puanlarının ortalaması arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. AG destekli ortamın öğrencilerin görselleştirme becerilerini geliştirmeye yardımcı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca araştırmacılar tarafından uzamsal içerikli derslerde öğrencilerin konulara yönelik anlayışlarını arttırmak için AG destekli öğrenme ortamlarının teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Martín-Gutiérrez ve diğerleri (2010), mühendislik öğrencilerinin uzamsal becerilerini geliştirmek amacıyla bir AG destekli bir kitap kullanmıştır. Bu kitap bir iyileştirme kursu kapsamında öğrencilere görselleştirme görevlerini yerine getirmelerine yardımcı olabilecek üç boyutlu sanal modeller sağlamaktadır. Araştırma sonucunda AG destekli kitap ile verilen eğitimin öğrencilerin uzamsal becerileri üzerinde ölçülebilir ve olumlu bir etkisinin olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca öğrenciler uygulamanın kolay kullanılabilir, ilgi çekici ve çok faydalı olduğunu belirtmiştir.

Martín-Gutiérrez ve diğerleri (2015) tarafından üniversite öğrencilerinin uzamsal becerilerini geliştirmeye yönelik AR_DeHaes isimli artırılmış gerçeklik destekli bir uygulamayı tasarlayıp etkililiği incelenmiştir. Araştırmada AG uygulamasının kullanan deney grubunun uzamsal becerisinin kontrol grubuna oranla önemli ölçüde geliştiği ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar AG destekli uygulamaların öğrencilerin bilişsel yüklerini azaltacak şekilde kullanıcı dostu olması gerektiğini önermektedir. Bunun yanı sıra araştırma sonucunda AG uygulamalarının kâğıt ve kalem gibi klasik ders materyallerine oranla daha ilgi çekici materyaller olduğu ve uygun maliyetli olduğu belirtilmektedir.

Gün ve Atasoy (2017), matematik dersinde ilköğretim öğrencilerine AG kullanımının öğrencilerin uzamsal becerilerine ve akademik başarılarına olan etkisini inceledikleri bir çalışma yapmıştır. Araştırmada ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. 88 öğrencinin katıldığı araştırmada deney grubu hem AG hem gerçek materyaller kullanırken kontrol grubu sadece gerçek materyalleri kullanmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunun uzamsal beceri ve akademik başarı ile ilgili ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı farklılık bulunmuş ve öğrencilerin son-test puanlarının arttığı görülmüştür. Kontrol grubunda ise ön-test ile son test puanları arasında uzamsal beceri ile ilgili anlamlı artış gözlemlenirken akademik başarı açısından anlamlı farklılık ortaya çıkmamıştır. Ayrıca her iki grup karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmasa da puan olarak hem uzamsal beceri hem de akademik başarı anlamında AG kullanan deney grubunda puanların daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Guntur ve diğerleri (2020), AG destekli ortamların uzamsal beceriye ve problem çözme becerilerine etkisini derleme bir çalışmada incelemiştir. İnceleme kapsamında AG'nin kullanıldığı problem çözme ve uzamsal beceri ile ilişkili çalışılmış 40 makaleye ulaşılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre alanyazındaki çalışmalarda AG'nin uzamsal beceriyi ve problem çözme becerilerini geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca uzamsal beceri ile problem çözme becerilerinin ilişkili olduğu bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle uzamsal becerinin gelişmesi problem çözme becerilerini arttırmakta ve bu durum tersi için de geçerli olmaktadır.

Akkuş (2016), makine mühendisliği öğrencileri üzerinde bilgisayar destekli teknik resim dersi için AG destekli bir uygulama geliştirmiş ve uygulamanın öğrencilerin teknik resim başarısı ve uzamsal beceriye olan etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol grupları ile yürütülen araştırmada deney grubu ilk iki hafta AG destekli uygulama ve basılı materyaller ile çizim yapmış ve 3. hafta sadece AG destekli uygulamayı kullanmıştır. Kontrol grubu ise 3 hafta boyunca basılı materyaller üzerinden çizimler yapmıştır. Araştırma sonucunda deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin haftalık ölçümlerinde uzamsal beceri puanları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

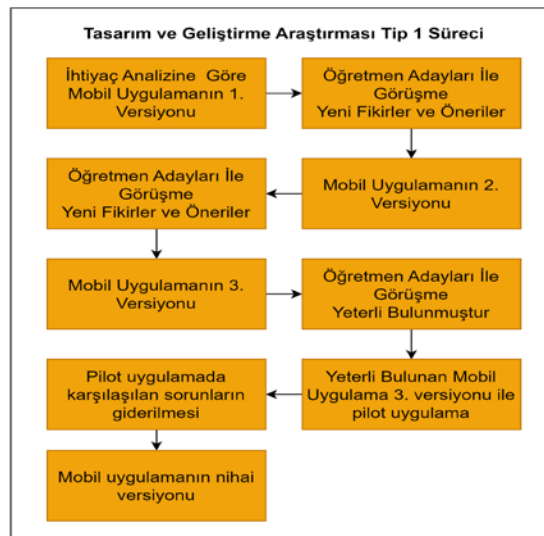
3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, katılımcıları, veri toplama araçları, mobil uygulamanın geliştirilme süreçleri ve yapılacak analizler hakkında bilgiler verilmektedir.

3.1 Araştırmanın Deseni

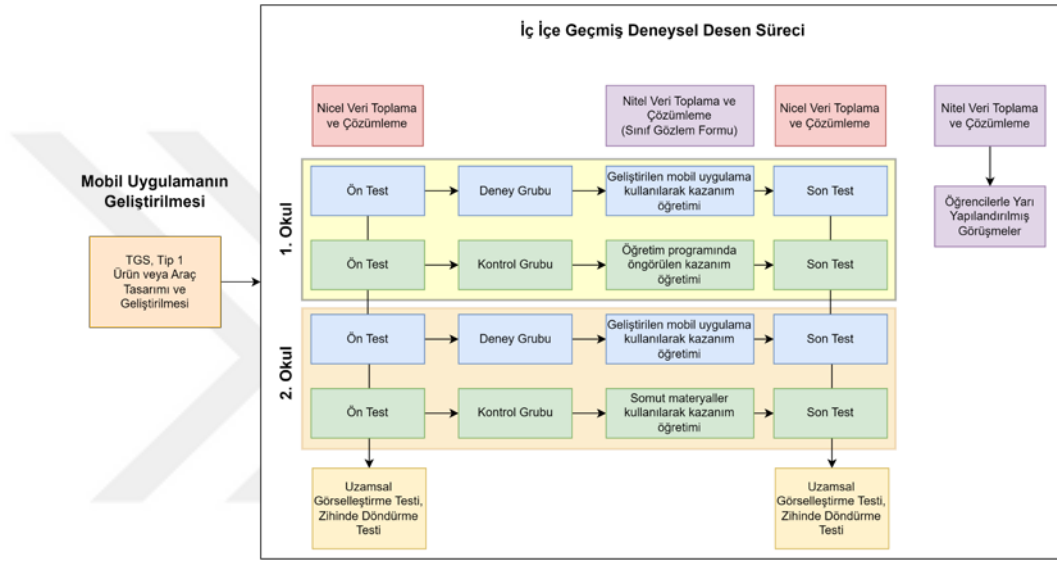
Bu tez çalışmasının, uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik artırılmış gerçeklik destekli bir mobil uygulamanın geliştirilmesi ve geliştirilen uygulamanın uzamsal becerinin alt boyutlarından uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine olan etkisinin bilimsel yollarla incelenmesi olmak üzere iki temel hedefi bulunmaktadır. Bu iki hedef için iki farklı desen kullanılmıştır.

Araştırmanın ilk hedefi olan uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik mobil uygulamanın geliştirilme sürecinde tasarım ve geliştirme araştırması (TGA) deseni kullanılmıştır. TGA ürün veya araç tasarımı ve geliştirme (Tip 1) ve tasarım ve geliştirme modelleri geliştirme (Tip 2) olmak üzere iki türe ayrılmaktadır. Tip 1 araştırmaları bir ürünün veya aracın tasarımı ve geliştirilmesi sırasında yapılan araştırmalar olarak nitelendirilirken, tip 2 araştırmaları genellikle başarılı tasarım ve geliştirmeyi kolaylaştıran koşulları belirlemeye ve tanımlamaya çalışan araştırmalar olarak nitelendirilmektedir (Richey ve Klein, 2014). TGA tip 1 araştırma süreci Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1. TGA Tip 1 Mobil Uygulamanın Geliştirilmesi Süreci

Çalışmanın ikinci hedefi kapsamında ise geliştirilen mobil uygulamanın 7. sınıf öğrencileri üzerinde uygulanması ve uzamsal becerinin alt boyutlarından uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkisinin incelenmesi için karma bir araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu karma araştırma yöntemi, nicel ve nitel verilerin bir arada kullanıldığı ve yarı deneysel bir çalışmanın yer alacağı iç içe geçmiş deneysel desen (Creswell ve Clark, 2017) olarak planlanmıştır. Şekil 3.2’de araştırma sürecine ilişkin tüm sürecin genel yapısı ve araştırmadaki uygulama sürecine ilişkin yapı görülmektedir.



Şekil 3.2. Araştırma Sürecinin Genel Yapısı

Şekil 3.2’de görüldüğü üzere öncelikle TGA Tip 1 araştırması deseniyle mobil uygulama geliştirilerek bir öğretim aracı olarak ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra iç içe geçmiş deneysel desen süreci yürütülmüştür. İç içe geçmiş deneysel desenin nicel kısmında yarı deneysel desen kullanılmıştır. İki farklı okulda deney ve kontrol grupları belirlenmiştir. Her iki okuldaki deney gruplarında kazanımlar öğretilirken mobil uygulama kullanılmıştır. Kontrol gruplarında okullardan birinde öğretim programına uygun şekilde, diğerinde ise somut materyaller olarak birim küpler kullanılarak seçilen kazanımlar öğretilmiştir. Her okuldaki deney ve kontrol grupları analiz sürecinde kendi içerisinde karşılaştırılmıştır.

İç içe geçmiş deneysel desen sürecinin nitel kısmında ise uygulama sırasındaki deney grubunda sınıf gözlem formları ve son test sonrası deney

grubundan seçilen öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşmelerin içerik analizi yapılmıştır.

3.2 Katılımcılar

Bu araştırmanın iki farklı hedefi için farklı katılımcı gruplar araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırmanın katılımcıları mobil uygulamanın geliştirme aşaması için ilköğretim matematik öğretmenliği bölümündeki öğretmen adaylarından ve geliştirilen mobil uygulamanın etkisinin incelenmesi için Bolu ili Merkez ilçesinde bulunan 2 farklı devlet okulundaki 7. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır.

Öğretmen adaylarının araştırmaya seçilmesi tabakalı amaçsal örnekleme yöntemi ile yapılmıştır. Tabakalı amaçsal örnekleme evren içerisinde farklı tabakalardan, belirli ölçütlere göre temsiller seçilerek yapılan örnekleme yöntemidir (Büyüköztürk vd., 2013). Mobil uygulamanın etkisinin incelenmesi sürecinde ise amaçsal örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçsal örnekleme araştırmanın amacına bağlı olarak en zengin durumların seçildiği örnekleme yöntemidir (Büyüköztürk vd., 2013).

Mobil uygulamanın geliştirilmesi aşamasında öğretmen adayları seçilirken öncelikle Ng (2012) tarafından geliştirilen ve Üstündağ ve diğerleri (2017) tarafından Türkçeye uyarlanan dijital okuryazarlık testi uygulanmıştır. Uygulamaya ilköğretim matematik öğretmenliği bölümündeki 35 öğretmen adayı katılmıştır. Katılan 35 öğretmen adayı arasından dijital okuryazarlık testinden en düşük, orta ve en yüksek puan alan her bir seviyeden birer kadın ve birer erkek olmak üzere toplamda 6 öğretmen adayı mobil uygulamanın geliştirme sürecine katılmak üzere belirlenmiştir. Belirlenen katılımcılara araştırma süreci ve mobil uygulama hakkında bilgilendirmeler yapıldıktan sonra, araştırma sürecine gönüllü bir şekilde katılmak isteyip istemedikleri sorulmuştur. Araştırmaya gönüllü olarak katılmak isteyen 6 öğretmen adayı, mobil uygulamanın geliştirilmesi sürecine dahil edilmiştir.

Araştırmanın ikinci hedefi olan deneysel araştırma için teknoloji alt yapısı yeterli olan iki okulun her birinde okul idaresinin uygun gördüğü ve ders öğretmenin gönüllü olduğu ikişer tane 7. sınıf şubesi seçilecektir. Okullardan birisinde mobil uygulama ve öğretim programının ön gördüğü öğretim yöntemi, diğerinde mobil uygulama ve somut materyallerin kullanıldığı öğretim yöntemi kullanılmıştır. Her iki okulda mobil uygulamanın kullanıldığı grup deney grubu

diğer gruplar ise kontrol grubu olarak seçilmiştir. Bu şubeler seçkisiz olarak seçilmiştir.

Son testler sonunda her iki okuldaki deney gruplarından sınıf öğretmenlerinin önerileri doğrultusunda iki kız, iki erkek olmak üzere toplamda 8 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde dersin işleniş süreci, kullanılan materyaller ve konuyu anlama düzeyleri hakkında sorular içermektedir. Bu öğrenciler seçilirken amaçsal örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

İç içe geçmiş deneysel süreçte ön test ve son testin her ikisine de katılan öğrenciler araştırmaya dahil edilmiştir. Bu nedenle bazı katılımcı öğrenciler araştırma grubundan çıkarılmıştır. Shadish ve diğerleri (2002) deneysel araştırmalarda katılımcıların ön teste veya son teste katılmadıklarında eksik verilere yol açabileceğini belirtmiştir. Katılımcılara ilişkin bilgiler Tablo 3.1’de görülmektedir.

Tablo 3.1. Katılımcıların Betimsel Bilgileri

Okul	Sınıf	Grup	Cinsiyet	Katılımcı Sayısı	Toplam
1. Okul	7-J	Deney Grubu	E	12	20
			K	8	
	7-I	Kontrol Grubu	E	12	25
			K	13	
2. Okul	7-F	Deney Grubu	E	7	12
			K	5	
	7-G	Kontrol Grubu	E	6	17
			K	11	

Tablo 3.1 incelendiğinde iki farklı okuldan 2 farklı sınıf olmak üzere toplam 4 sınıf araştırmaya katılmıştır. Her okulda kendi içinde araştırma kapsamında geliştirilen mobil uygulama ile müfredatın öngördüğü konu anlatımı ve somut materyaller olarak birim küplerin kullanıldığı konu anlatımı yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

1. okulda deney grubu araştırma kapsamında geliştirilen mobil uygulama ile kazanımları öğrenirken; kontrol grubunda müfredatın öngördüğü şekilde kazanım öğretimi yapılmıştır. Deney grubunda 12 erkek ve 8 kız öğrenci olmak üzere toplamda 20 öğrenci ön ve son testlere katılmıştır. Kontrol grubunda ise 12 erkek ve 13 kız öğrenci olmak üzere toplam 25 öğrenci ön ve son testlere katılmıştır. Katılımcılar arasında sadece ön teste veya sadece son teste katılan deney grubunda

7 ve kontrol grubunda 8 öğrenci olmak üzere 15 öğrencinin verileri istatistiksel analiz yapılırken veri kümesinden çıkarılmıştır.

2. okulda ise deney grubu konuyu mobil uygulama ile öğrenirken kontrol grubunda konular somut materyaller olan birim küpler ile desteklenerek anlatılmıştır. Deney grubunda 7 erkek ve 5 kız öğrenci olmak üzere toplamda 12 öğrenci ön ve son testlere katılmıştır. Kontrol grubunda ise 6 erkek ve 11 kız öğrenci olmak üzere toplam 17 öğrenci ön ve son testlere katılmıştır. Katılımcılar arasında sadece ön teste veya sadece son teste katılan deney grubunda 5 ve kontrol grubunda 5 öğrenci olmak üzere 10 öğrencinin verileri istatistiksel analiz yapılırken veri kümesinden çıkarılmıştır.

Kayıp verilerin oranı 1. okulda 25.0% ve 2. okulda 25.6% olarak hesaplanmıştır.

3.3 Uygulama Süreci

Bu başlıkta araştırmanın deneysel süreç öncesi işlemleri, sırasındaki işlemler ve sonrasındaki işlemler hakkında detaylı bilgiler verilmektedir. Sırasıyla uygulama yapılacak okul, deney ve kontrol grupları, ön ve son testlerin uygulanması, uygulamaların ne kadar sürdüğü, derslerin işlenişi ve derslerde kullanılan materyaller anlatılmıştır.

Pilot Uygulama

Araştırmanın pilot uygulaması geliştirilen mobil uygulamanın asıl uygulama öncesinde benzer yaş grubu tarafından kullanılması, sorunların tespit edilmesi ve asıl uygulama öncesi yaşanabilecek zorlukların aşılması amaçlanarak yapılmıştır. Batı karadeniz bölgesinde bir devlet okulunda 7 sınıf düzeyinde toplam 20 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sürecinde öğrencilere mobil uygulamada yapmaları gerekenleri içeren bir yönerge hazırlanmıştır. Bu yönerge öğrencilerden mobil uygulamanın tüm özelliklerini tecrübe edecekleri şekilde görevler yapılmasını istemektedir. Öğrencilerin mobil uygulamayı yükleyebilmeleri için kurulum dosyası (apk uzantılı dosya) bir bulut platformuna yüklenmiş ve adresi karekoda dönüştürülerek çıktı alınmıştır. Öğrenciler uygulamayı yüklerken karekodu telefonlarından okutarak indirip kurmuştur. Bir ders saati süren mobil uygulama kullanımı sırasında yönergeyi tamamlayan öğrenciler mobil uygulamayı serbest bir şekilde kullanmıştır. Yönergenin tüm

öğrenciler tarafından tamamlanması yaklaşık 20 dakika sürmüştür. Pilot uygulamada ikinci ders saatinde ise mobil uygulamayı değerlendirmeye yönelik açık uçlu ve seçenekli sorular içeren bir görüş bildiri formu kullanılmıştır. Bu görüş bildiri formu Ek 4'te görülmektedir.

Deneyisel Araştırma Öncesi İşlemler

Araştırmanın deneyisel süreci için Batı Karadeniz Bölgesinde bulunan iki devlet okulu belirlenmiştir. Okullar seçilirken il milli eğitim müdürlüğünün onayı, okulun teknolojik altyapısının uygun olması, okul idarecilerinin izninin olması, okuldaki öğretmenin araştırmaya gönüllü katılmak istemeleri kriterleri göz önünde bulundurulmuştur.

Okullar belirlendikten sonra her iki okuldaki deneyisel süreç belirlenmiştir. Birinci okul, geliştirilen mobil uygulama ile geleneksel öğretim yönteminin karşılaştırılması amacıyla belirlenmiştir. Bu durum nedeni ikinci okuldaki birim küpler sınıftaki öğrenci sayısına yeterli olacak miktarda bulunduğundan dolayı bu okul, geliştirilen mobil uygulama ile somut materyallerin karşılaştırılmasının yapılacağı okul olarak belirlenmiştir.

Okullardaki deney ve kontrol grupları belirlenirken öncelikle öğretmenlerin matematik derslerine girdikleri şube sayısı belirlenmiştir. En az iki şubeye ders veren hocalarla görüşmeler yapılmış ve araştırma süreci hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır. Bu doğrultuda araştırmaya gönüllü olarak katılmayı tercih eden ve en az iki şubeye ders veren öğretmenler ile her iki okulda da ikişer sınıf belirlenmiştir.

Birinci okulda iki şube ve ikinci okulda iki şube olmak üzere belirlenen dört şubeye ön test olarak uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme testleri uygulanmıştır. Testler uygulanırken her bir test için 1 ders saati süre ayrılmıştır. Ön test puanları arasında birinci okuldaki iki şube arasında ve ikinci okuldaki iki şube arasında puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüş ve ortalama puanlarının birbirine çok yakın olduğu ortaya çıkmıştır. Puan ortalamalarının benzer olması nedeniyle deney grubu seçilirken, şubelerde AG destekli mobil uygulamayı kullanabilecekleri mobil cihazlara sahip olan öğrenci sayısı dikkate alınmıştır. Her iki okulda sınıftaki öğrenci sayısına oranla daha yüksek oranda mobil cihaz sayısına sahip olan şubeler deney grubu olarak diğer şubeler ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Ayrıca deney grubu olarak belirlenen şubelerde, herhangi bir mobil cihaza sahip olmayan öğrenciler için

araştırmacı tarafından deneysel süreçte derslerde kullanılması amacıyla mobil cihaz temin edilmiştir.

Araştırmada ön testin etkisinin en aza indirilebilmesi amacıyla ön testler uygulandıktan 3 hafta sonra öğretim süreci başlatılmıştır. Öğretim süreci bittikten sonraki hafta son testler uygulanmıştır.

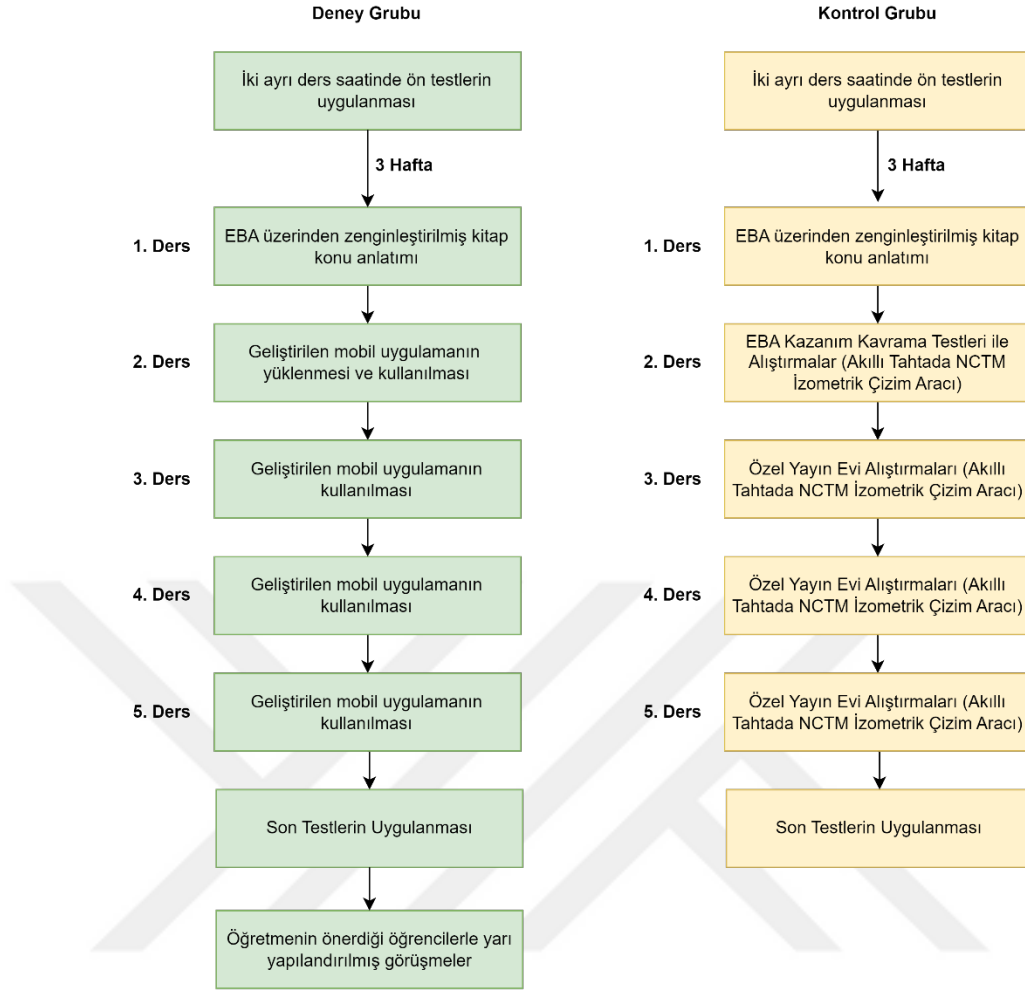
Birinci okulda öğretim süreci ve verilerin toplanması:

Deney grubu: Öğretim süreci araştırma kapsamında geliştirilen mobil uygulama desteği ile yapılmıştır. Konu anlatımı sırasında 1. ders saati boyunca EBA’da bulunan 7. Sınıf zenginleştirilmiş matematik kitabındaki 6. Ünite altındaki “Cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri” konusu kitap üzerinden akıllı tahta ile anlatılmıştır. Konu anlatımı sırasında zenginleştirilmiş kitaptaki birlikte yapalım etkinlikleri üzerinden örnekler anlatılarak konu anlatımları tamamlanmıştır. Anlatım sırasında zenginleştirilmiş kitaptaki örnekler hem birlikte çözülerek anlatılmış hem de videolu örnekler izletilmiştir. 2. ders saatinde geliştirilen mobil uygulama öğrencilerin cihazlarına yükletilmiş ve mobil uygulama hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır. Konu anlatımı sonrasında 4 ders saati boyunca geliştirilen mobil uygulama üzerinden öğrenilen konuya ilişkin alıştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Öğretim süreci için birinci okulda deney grubunda yaklaşık bir ders saati konu anlatımı ve dört ders saati alıştırmaya olmak üzere toplamda 5 ders saati süre ayrılmıştır. Pazartesi iki ders saati, salı iki ders saati ve perşembe bir ders saati şeklinde öğretim süreci tamamlanmıştır. Öğretim süreci tamamlandıktan sonra bir sonraki hafta ilk derste uzamsal görselleştirme testi ve ikinci derste zihinde döndürme testi iki ayrı ders saatinde son test olarak uygulanmıştır. Son testler tamamlandıktan sonra öğretmenin görüşü ile sınıftan iki kız ve iki erkek öğrenci seçilmiş ve mobil uygulama hakkında yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler son test uygulandıktan bir hafta sonra yapılmıştır. Bu görüşme formu EK 1’de görülmektedir. Görüşmeler her bir öğrenci ile yaklaşık 13-14 dakika sürmüştür.

Kontrol Grubu: Birinci okulda kontrol grubunda öğretim süreci geleneksel yöntemler ile yapılmıştır. Geleneksel yöntem ile kastedilen günümüzde tüm sınıflarda bulunan akıllı tahta imkanları ile yapılan anlatım ve etkinliklerdir. Konu anlatımı sırasında 1. ders ve 2. dersin yarısına kadar deney grubu ile aynı şekilde EBA’da bulunan 7. Sınıf zenginleştirilmiş matematik kitabındaki 6. Ünite altındaki “Cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri” konusu kitap üzerinden akıllı tahta

yardımıyla anlatılmıştır. Daha sonra zenginleştirilmiş kitaptaki kazanım kavrama etkinlikleri ve okulda öğrencilerde bulunan özel bir yayın evinin alıştırmalar etkinlikleri akıllı tahta üzerinde (National Council of Teachers of Mathematics - NCTM) internet sayfasında bulunan izometrik çizim uygulaması yardımıyla yapılmıştır. Birinci okulda kontrol grubunda öğretim süreci bir ders konu anlatımı ve dört ders alıştırmalar olmak üzere toplamda beş ders saati sürmüştür. Dersler haftalık ders programındaki matematik dersleri saatinde yapıldığından bir hafta boyunca farklı günlerde yapılmıştır. Pazartesi bir ders saati, salı iki ders saati ve perşembe iki ders saati şeklinde öğretim süreci tamamlanmıştır. Öğretim süreci tamamlandıktan bir sonraki hafta ilk ders saatinde uzamsal görselleştirme testi ve ikinci ders saatinde zihinde döndürme testi son test olarak uygulanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler geliştirilen mobil uygulama hakkında görüş almayı amaçladığından kontrol grubunda öğrencilerle görüşmeler yapılmamıştır.

Birinci okuldaki uygulama süreci aşağıdaki Şekil 3.3'te görülmektedir.



Şekil 3.3. Birinci Okulda Deney ve Kontrol Grubu Uygulama ve Veri Toplama Süreci

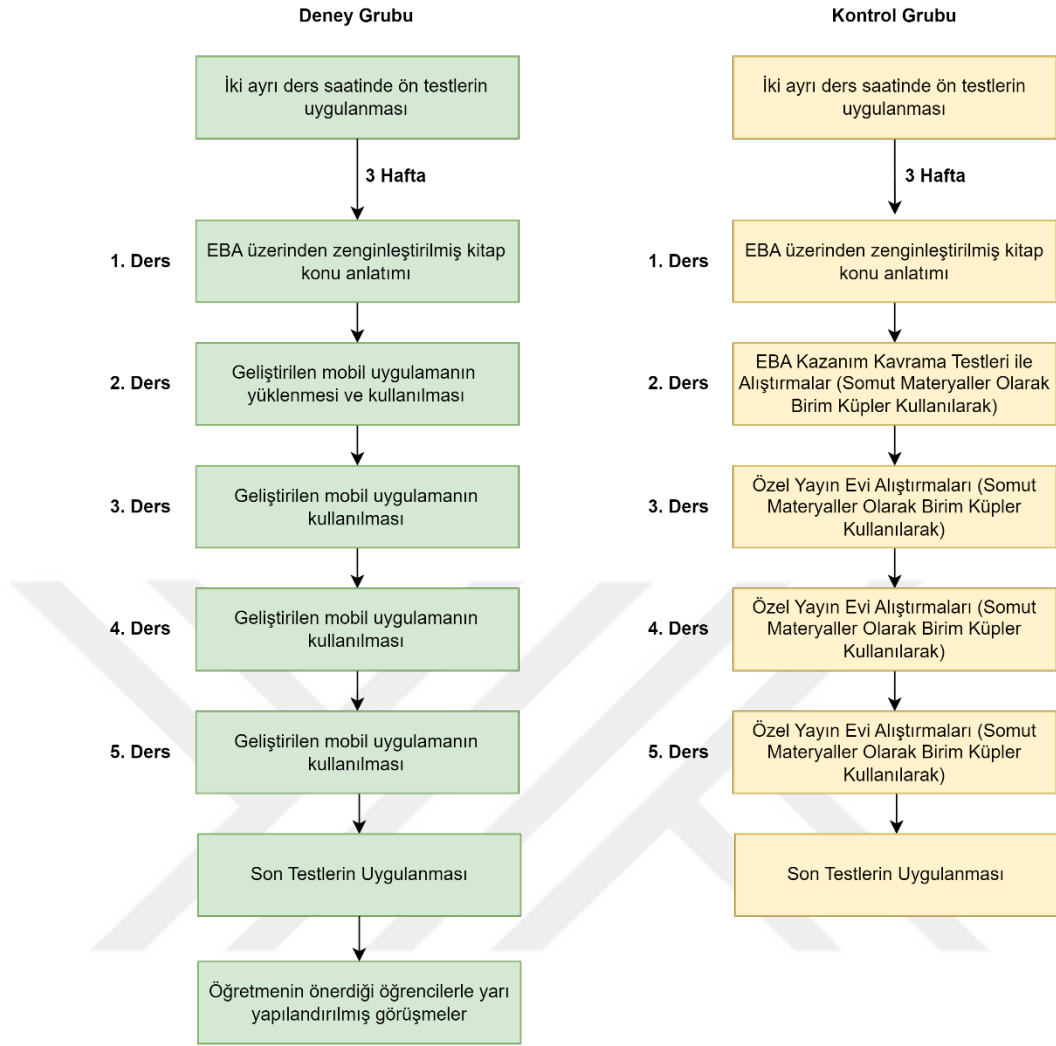
İkinci okulda öğretim süreci ve verilerin toplanması:

Deney grubu: Öğretim süreci araştırma kapsamında geliştirilen mobil uygulama desteği ile yapılmıştır. Konu anlatımı sırasında 1. ders saati boyunca EBA’da bulunan 7. Sınıf zenginleştirilmiş matematik kitabındaki 6. Ünite altındaki “Cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri” konusu kitap üzerinden akıllı tahta ile anlatılmıştır. Konu anlatımı sırasında zenginleştirilmiş kitaptaki birlikte yapalım etkinlikleri üzerinden örnekler anlatılarak konu anlatımları tamamlanmıştır. Anlatım sırasında zenginleştirilmiş kitaptaki örnekler hem birlikte çözülerek anlatılmış hem de videolu örnekler izletilmiştir. 2. ders saatinde geliştirilen mobil uygulama öğrencilerin cihazlarına yükletilmiş ve mobil uygulama hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır. Konu anlatımı sonrasında 4 ders saati boyunca

geliştirilen mobil uygulama üzerinden öğrenilen konuya ilişkin alıştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Öğretim süreci için birinci okulda deney grubunda yaklaşık bir ders saati konu anlatımı ve dört ders saati alıştırmalar olmak üzere toplamda 5 ders saati süre ayrılmıştır. Pazartesi bir ders saati, perşembe iki ders saati ve cuma iki ders saati şeklinde öğretim süreci tamamlanmıştır. Öğretim süreci tamamlandıktan sonra bir sonraki hafta ilk derste uzamsal görselleştirme testi ve ikinci derste zihinde döndürme testi iki ayrı ders saatinde son test olarak uygulanmıştır. Son testler tamamlandıktan sonra öğretmenin görüşü ile sınıftan iki kız ve iki erkek öğrenci seçilmiş ve mobil uygulama hakkında yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler son test uygulandıktan bir hafta sonra yapılmıştır. Bu görüşme formu EK 2’de görülmektedir. Görüşmeler her bir öğrenci ile ortalama 12-14 dakika sürmüştür.

Kontrol Grubu: İkinci okulda kontrol grubunda öğretim süreci somut materyaller olarak birim küpler desteğiyle yapılmıştır. Konu anlatımı sırasında 1. ders deney grubu ile aynı şekilde EBA’da bulunan 7. Sınıf zenginleştirilmiş matematik kitabındaki 6. Ünite altındaki “*Cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri*” konusu kitap üzerinden akıllı tahta yardımıyla anlatılmıştır. Daha sonra zenginleştirilmiş kitaptaki kazanım kavrama etkinlikleri ve okulda öğrencilerde bulunan özel bir yayın evinin alıştırmalar etkinlikleri yapılmıştır. Alıştırmalar yapılırken, alıştırmalardaki şekillerin birim küpler kullanılarak oluşturulması yardımıyla yapılmıştır. İkinci okulda kontrol grubunda öğretim süreci bir ders konu anlatımı ve dört ders alıştırmalar olmak üzere toplamda beş ders saati sürmüştür. Dersler haftalık ders programındaki matematik dersleri saatinde yapıldığından bir hafta boyunca farklı günlerde yapılmıştır. Pazartesi bir ders saati, çarşamba iki ders saati ve cuma iki ders saati şeklinde öğretim süreci tamamlanmıştır. Öğretim süreci tamamlandıktan bir sonraki hafta ilk ders saatinde uzamsal görselleştirme testi ve ikinci ders saatinde zihinde döndürme testi son test olarak uygulanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler geliştirilen mobil uygulama hakkında görüş almayı amaçladığından kontrol grubunda öğrencilerle görüşmeler yapılmamıştır.

İkinci okuldaki uygulama süreci Şekil 3.4’te görülmektedir.



Şekil 3.4. İkinci Okulda Deney ve Kontrol Gruplarında Uygulama Süreci ve Verilerin Toplanması

3.4 Veri Toplama Araçları

Tez çalışmasının hedefleri doğrultusunda deneysel süreçte “Uzamsal Görselleştirme Testi” ve “Zihinsel Döndürme Testi” ön test ve son test olarak kullanılacaktır.

Uzamsal görselleştirme testi Winter ve diğerleri (1989) tarafından yazılmış olan “Middle Grades Mathematics Project: Spatial Visualization” adlı kitaptan alınmıştır. 15 sorudan oluşmakta ve her sorunun 5 şıkkı bulunmaktadır. Genel içerik olarak birim küplerden oluşan yapıların izometrik görünümeleri ile farklı açılardan görünümüne dair sorular içermektedir.

Zihinsel döndürme testi ise Peters ve diğerlerinin (1995) hazırladığı ve Mental Rotation Test adıyla bilinen testtir. Bu test 24 sorudan oluşmakta ve her sorunun 4 şıkkı bulunmaktadır. Birim küplerden oluşan yapıların farklı yönlerde veya farklı açılardan döndürülmesiyle ortaya çıkan yeni halini zihinde canlandırarak bulmaya yönelik sorular içermektedir. Her iki testte de doğru seçeneği işaretleyen öğrenciler tam puan alırken; diğer seçenekleri işaretleyenler ise hiç puan alamamaktadır.

Araştırmada kullanılması planlanan “Uzamsal Görselleştirme Testi” ve “Zihinsel Döndürme Testi”, Yıldız ve Tüzün (2011) tarafından Türkçe’ye çevrilmiş ve Türk kültürüne uyarlaması yapılmıştır. Bu testlerin güvenirlik katsayıları sırasıyla .971 ve .712 olarak bulunmuştur (Yıldız ve Tüzün, 2011).

Mobil uygulama geliştirme sürecinde araştırmaya katılacak öğretmen adaylarının seçimi öncesinde dijital okuryazarlık düzeylerini belirlemek amacıyla Ng (2012) tarafından geliştirilmiş ve Üstündağ ve diğerleri (2017) tarafından Türkçe’ye uyarlanmış Dijital okuryazarlık ölçeği uygulanmıştır. Bu ölçeğin güvenirlik katsayısı .860 olarak bulunmuştur.

Deney gruplarındaki öğrenciler içerisinde belirlenen toplamda 8 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilecektir. Görüşmelere katılacak öğrencilerin belirlenme sürecinde sınıf öğretmeninin görüşleri dikkate alınmıştır. Bu görüşmelerde öğrencilere mobil uygulamanın kullanım sürecindeki deneyimlerine ilişkin maddeler yöneltilecektir. Bu maddelerden elde edilen sonuçlar ışığında uygulamanın kullanıcı dostu olabilmesine yönelik çıkarımlar yapılması hedeflenmektedir. Gerçekleştirilmesi planlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu soruları Ek 1’de sunulmuştur.

Ayrıca deneysel süreç olarak mobil uygulamanın kazanımların öğretilmesi sürecinde öğrencilerin davranışlarının araştırmacı tarafından incelenerek verilerin toplandığı sınıf gözlem formu da Ek 2’de sunulmuştur.

3.5 Mobil Uygulamanın Temel Özelliklerinin Belirlenmesi

Mobil uygulamanın ilk geliştirme sürecinde alanyazındaki gelişime açık yönler belirlenerek bir tasarım yapılmıştır. Bu süreçte henüz öğretmen adaylarından görüş alınmamış alanyazın dikkate alınmıştır. Alanyazın dikkate alınarak yapılan geliştirme sonrasında öğretmen adaylarından görüşler alınarak geliştirme döngüsü sürdürülmüştür.

3.5.1 Analiz Aşaması

Araştırma hedefleri doğrultusunda mobil uygulamada bulunacak özelliklerin ve ihtiyaçların analiz edilmesini kapsamaktadır. Uygulamada bulunması gereken özellikler belirlenirken alanyazında benzer amaçla yapılan önceki araştırmalar incelenmiştir. İncelemelerden elde edilen bilgiler doğrultusunda daha önceki çalışmalarda gelişmeye açık bulunan yönler ele alınarak bu araştırma kapsamında geliştirilecek uygulamada bulunması gereken özellikler belirlenmiştir. Alanyazındaki uygulamalar incelendiğinde örnek alıştırma şekillerinin sınırlı olması, değerlendirmelerin araştırmacı veya öğretmen tarafından yapılması, cevapların kâğıt üzerinde toplanması ve öğrenci seviyesine göre uygunluk düzeylerinin seçilememesi gibi sınırlılıklar ile karşılaşmıştır. Bu sınırlılıklar gelişime açık yönler olarak ele alınarak bu araştırmada geliştirilecek mobil uygulamanın özelliklerini belirlemektedir. Aşağıdaki Tablo 3.2’de alanyazındaki uygulamalar ile bu araştırmada geliştirilecek olan mobil uygulamanın özellikler arasındaki ilişki görülebilmektedir.

Tablo 3.2. Tez Kapsamında Geliştirilecek Mobil Uygulamanın Alanyazındaki Çalışmalardan Farklı Yönleri

Kullanılan Yöntem	Örnek Durumlar	Cevap Toplama	Örnek Durumların Değerlendirilmesi	Öğrenci Seviyesine Uygun Örnek Durumlar
Somut Materyaller	Araştırmacı hazırlar	Kâğıt Üzerinde	Araştırmacı tarafından	Yok
Üç Boyutlu Sanal Ortamlar	Araştırmacı hazırlar	Sanal Ortamlar ve Kâğıt Üzerinde	Araştırmacı tarafından	Yok
Dinamik Geometri Yazılımları	Araştırmacı hazırlar	Kâğıt veya Dinamik Geometri Yazılımı Üzerinde	Araştırmacı tarafından	Yok
Arttırılmış Gerçeklik	Araştırmacı hazırlar	Kâğıt Üzerinde	Araştırmacı tarafından	Yok
Projede Geliştirilecek Mobil Uygulama	Yazılım otomatik hazırlar	Yazılım Üzerinde	Yazılım tarafından	Var

Uygulamada bulundurulacak özelliklerin belirlenmesi aşamasıyla yakından ilişkili olan en önemli unsur uygulamanın geliştirileceği platformun belirlenmesidir. Bu aşamada proje ekibinin tecrübeleri ve bilgi birikimi

doğrultusunda mobil uygulamanın geliştirilmesi için Unity oyun motorunun kullanılması uygun bulunmuştur. Unity oyun motoru geliştirilen uygulamanın farklı platformlara (Android, IOS vb.) aktarılması kolay olması, artırılmış gerçeklik ile ilgili kütüphanesi bulunması (Vuforia AG Kütüphanesi) ve temel özelliklerini ücretsiz sunması açısından da birçok avantaj barındırmaktadır.

Artırılmış gerçeklik özelliğini kullanmak için Unity için Vuforia eklentisi kullanılmıştır. Vuforia eklentisi ile belirlenen bir desenin (Image Target) üzerine istenilen üç boyutlu cisimler eklenebilmektedir. Araştırmacılar tarafından yapılan test uygulamalarında her desenin üç boyutlu nesneleri takip konusunda uygun olmadığı farkedilmiş ve araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda üç boyutlu nesnelerin yerleştirileceği desen ile ilgili optimizasyonların listelendiği eklenti sayfasına rastlanmıştır. Bu özellikler sırasıyla; gri tonlamalı histogramlar, görüntünün yerel kontrastı, aydınlatma koşulları, yüzey özellikleridir. Ayrıca ideal desen için derecelendirme kriterleri de bulunmaktadır. 1 ile 5 yıldız arasında yapılan derecelendirmelerde 1 ve 2 yıldız desenin üzerine yerleştirilecek üç boyutlu objenin görüntülenmesi ve telefon ile incelenirken takibi sırasında sorunlar çıkarabileceği belirtilmiştir. Bu derecelendirmelerde görüntülerdeki keskin, sivri köşelerin fazla olması, kontrastın yüksek olması, tekrarlayan modellerin kullanılmaması, dikdörtgen olmayan görüntülerin kullanılması desenin derecesini yükselteceği ifade edilmektedir (Vuforia Developer Library, 2022). Bu bilgiler doğrultusunda araştırmada geliştirilecek mobil uygulamanın artırılmış gerçeklik kalitesini yükseltmek amacıyla kullanılacak iki boyutlu desenler belirtilen özelliklere uygun olarak hazırlanacaktır.

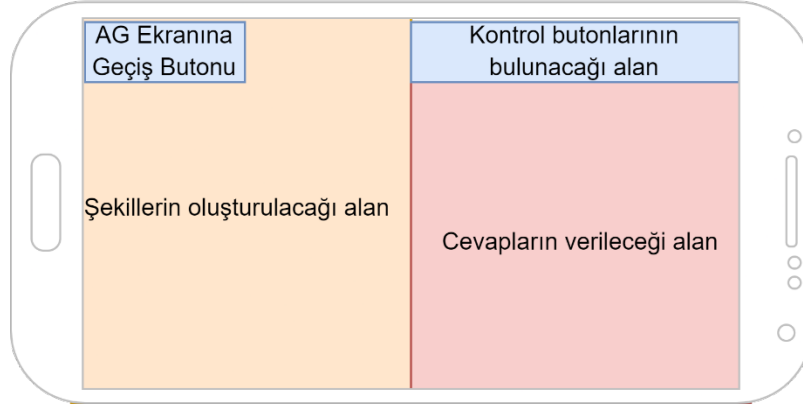
3.5.2 Tasarım Aşaması

Uygulamada bulunacak özellikler ve ihtiyaçlar belirlendikten sonra uygulamanın mobil cihazlarda rahat kullanılacağı şekilde tasarımın yapılması ve yerleşim düzeninin belirlenmesini kapsamaktadır. Mobil cihazların ekran özellikleri ve kullanımı bilgisayar ekranlarından oldukça farklıdır. Bu nedenle mobil cihazlara özgü tasarımların nasıl olacağına dair alanyazın incelemesi yapılmıştır. Bu inceleme sonucunda mobil cihazlarda tasarım yapılırken en önemli hedef bilgi verici, eğlenceli, motive edici olumlu duyguları hissettiren, can sıkıcı ve sinir bozucu olumsuz duyguları hissettirmeyen tasarımlar oluşturmaktır (Lanoue, 2015). Ayrıca mobil cihazlarda bazı sınırlandırmalar bulunmaktadır. Dokunmatik

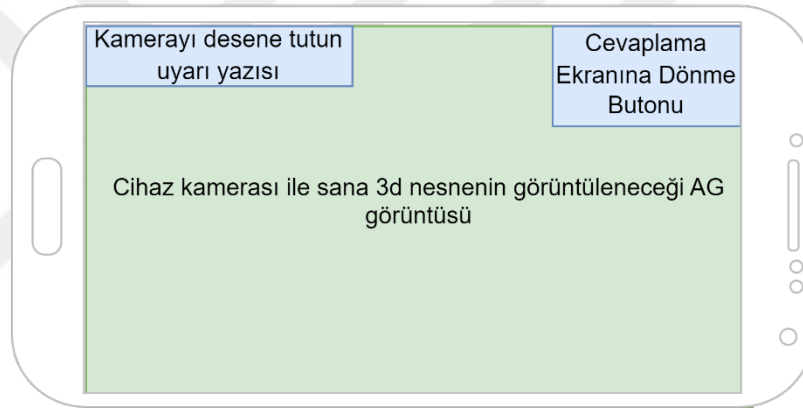
ekran boyutlarının küçük olması geleneksel tasarımların bu cihazlarda kullanımını zorlaştırabilir. Geleneksel bir tasarımda kullanıcı fiziksel bir klavye ve fare kullanırken rahatça kullanabileceği bir ekranı mobil cihaz ekranlarında kullanırken sorunlar yaşayabilir. Örnek olarak geleneksel bir tasarım mobil cihazda gösterildiğinde butonlar çok küçük gözükabilir, yan yana veya iç içe geçmiş olabilir bu nedenle butonların olabildiğince büyük ve yanlış yere dokunmanın önüne geçilebilmesi için birbirinden olabildiğince uzak olması gerekmektedir (Lee, 2019). Boşluklar, tasarımlarda önemsiz bir parametre gibi görünse de iyi bir tasarımda tutarlılığı sağlamak için en önemli unsurlardan birisidir. Çevrimiçi bir araştırmaya göre boşlukların doğru bir şekilde kullanılmasının okunabilirliği %20 oranında artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Anić, 2015). Kullanılabilirlik, bir uygulamada yapılabilecek işlemlerin hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilmesi olarak tanımlanmaktadır (mobiforge.com, 2015). Kullanılabilirlik için dikkat edilmesi gereken 3 temel unsur bulunmaktadır. Bunlar; okunabilirlik, tıklanabilirlik ve gezinme menüsüdür. Okunabilirliği arttırmak için satır uzunluğu, boşlukların kullanımı, renk, yazı tipi ve boyutuna dikkat edilmelidir. Özellikle yatay uzunluğu daha kısa olan mobil cihazlarda yazı boyutu daha okunaklı olmalı ve boşluk kullanımına dikkat edilmeli ve renkler arka plan rengine okunamayacak kadar yakın olmamalıdır. Diğer bir ifadeyle kontrasta dikkat edilmelidir (Dinç, 2018). Mobil tasarımlarda tıklamalar etkileşimin başlangıç noktasıdır. Ekran boyutları düşünüldüğünde butonların boyutu ve birbirleri arasındaki boşluklar rahat tıklanabilir ve yanlış tıklamaya imkân vermeyecek şekilde olmalıdır (Holst, 2012). Mobil tasarımlarda yaygın bir şekilde kullanılan hamburger menü, genellikle sayfanın en üstünde sağ veya sol tarafta konumlandırılmaktadır. Sayfadaki karmaşıklığı gidermek için en pratik çözümlerden birisidir (McDowell, 2016).

Araştırma kapsamında mobil uygulamanın ekran tasarımlarında olabildiğince yanlış tıklamaların önüne geçilecek şekilde karmaşık olmayan ve doğrudan amaca yönelik sade bir tasarım yapılmıştır. Uygulamanın öğretmen adayları ile görüşme öncesinde yapılan ilk tasarımda iki farklı ekran tasarlanmıştır. Bunlardan birisi AG ekranıdır bu ekranda mobil uygulamanın kamerası sanal nesnenin yerleştirileceği hedef deseni tespit ettiğinde sanal nesneyi üç boyutlu olarak görüntülemektedir. Diğer ekran ise uygulama açıldığında kullanıcıların karşısında örnek alıştırma şekillerinin görüntüleneceği, cevapların işaretleneceği ve

butonların bulunduğu ekrandır. Bu ekranların taslak çizimleri aşağıdaki Şekil 3.5 ve 3.6’da görülmektedir.



Şekil 3.5. Uygulama Ekranı Tasarım Taslağı

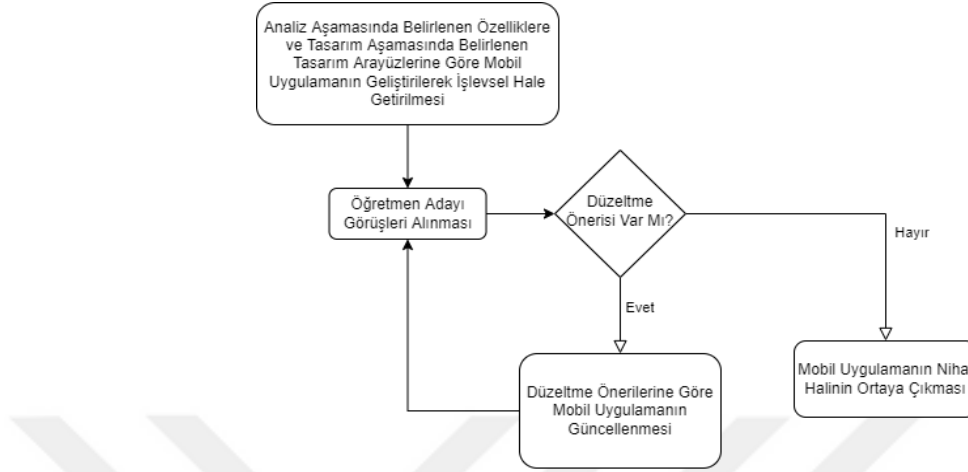


Şekil 3.6. AG Ekranı Tasarım Taslağı

3.5.3 Mobil Uygulamanın Geliştirilmesi

Bu aşamada analiz aşamasında belirlenen özellikler ve tasarım aşamasında tasarlanan arayüzler kullanılarak mobil uygulamanın işlevsel bir sürümü oluşturulmuştur. Oluşturulmuş olan bu sürüm, öğretmen adaylarından seçilen çalışma grubu tarafından kullanılmış ve çalışma grubundaki katılımcıların sürümle ilgili öneri ve görüşleri alınmıştır. Bu bağlamda elde edilen bulgular doğrultusunda mobil uygulama üzerinde gerekli geliştirmeler yapılarak versiyon yenilenmiştir. Yenilen her versiyonda öğretmen adayları yeniden kullanarak versiyonla ilgili öneri ve görüşlerini belirtmiştir. Uygulama nihai hale ulaşana kadar aynı süreç tekrarlanarak devam etmiştir. Sonuç olarak üçüncü versiyonda mobil uygulamanın

ilk kararlı sürümü oluşturulmuştur. Kararlı sürüm kullanılarak pilot uygulama gerçekleştirilmiş ve pilot uygulamada karşılaşılan yazılımsal sorunlar da giderilmiştir. Geliştirme sürecine dair akış diyagramı Şekil 3.7’de görülebilir.



Şekil 3.7. Mobil Uygulama Geliştirme Süreci Akış Diyagramı

Ayrıca araştırmanın mobil uygulama geliştirilmesi sürecinde 3 boyutlu nesnelerin tasarlanması için Blender 3 boyutlu tasarım uygulaması ve artırılmış gerçeklik destekli mobil uygulama geliştirme süreci için Unity 3D programı kullanılmıştır.

3.5.4 Uygulama Aşaması

Deneyisel uygulama sürecinde öncelikle iki okulda birer deney ve kontrol grupları ayrı sınıflar olarak belirlenmiştir. Okulların her ikisinde deney ve kontrol grupları seçkisiz olarak belirlenmiştir. Uygulamalar “*Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri*” konusuna ait kazanımların işleneceği süre içerisinde gerçekleştirilmiştir. Konuya dair kazanımlar için MEB müfredatında 5 ders saati ayrıldığı görülmüştür. Buna göre deneyisel uygulama süresi 5 ders saati olarak belirlenmiştir. Konu öncesinde tüm gruplara uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme testleri ön test olarak uygulanmıştır. Sonrasında her iki okulda deney gruplarında araştırma kapsamında geliştirilen mobil uygulama ve okullardan birindeki kontrol grubunda somut materyaller (birim küp), diğer okuldaki kontrol grubunda ise öğretim programında öngörülen geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Konuya ilişkin öğretim süreci sonunda, öğrencilere uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme testleri bu kez son test

olarak uygulanmıştır. Araştırmacılar tarafından ön testin son test puanlarına etkisi olduğu ifade edilmiştir (Wilson ve Putnam, 1982; Creswell ve Creswell, 2022). Creswell ve Cresswell (2022) ön test etkisinin azaltılması için ön test ve son test arasındaki sürenin daha uzun bir zaman aralığına sahip olmasını önermektedir. Bu nedenle ön test ve son test arasında 3 hafta süre bulunmaktadır. Son testler uygulandıktan sonra sınıf öğretmeninden görüş alınarak belirlenen öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

3.5.5 Değerlendirme Aşaması

Araştırmanın değerlendirme aşamasında, uygulama sürecine, amaç ve hedeflere bağlı olarak ilköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin ilgili kazanımlarına ve uzamsal becerinin alt boyutlarından zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme becerilerine etkisi ele alınmıştır.

Ön ve son testler ile görüşmelerden elde edilen veriler ayrı ayrı incelenmiş ve analiz edilmiştir. Bu incelemelerde uygun istatistiksel teknikler tercih edilmiştir. Deneysel uygulamaya ilişkin yapılacak analizlerde öğrencilere uygulanmış olan her iki testten almış olduğu toplam puanlardan yararlanılacaktır. Bu puanlar, grup değişkeni (deney ve kontrol) dikkate alınarak grup içi ve gruplar arası olmak üzere, ön ve son test arasında karşılaştırılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen diğer veriler olan, mobil uygulamaya yönelik öğrencilerin görüşleri, içerik analizi yöntemiyle analiz edilerek tema ve kodlar çıkarılmıştır. İçerik analizi yöntemi belirli bir bağlamda elde edilen bir mesajın içerisindeki anlamları, temaları, kalıpları ve eğilimleri ortaya çıkarmayı amaçlayan analiz yöntemidir (Krippendorff, 2019).

3.6 Mobil Uygulamanın Geliştirilmesi Süreci

Bu başlıkta alanyazında geliştirilmeye açık yönler tespit edilerek geliştirilen mobil uygulamanın ilk versiyonu öğretmen adayları tarafından kullanılarak yazılım geliştirme döngüsü işletilmiştir. Bu geliştirme döngüsünün sona ermesi ile (geliştirme sürecine katılan altı öğretmen adayının hepsinin başka bir geliştirme önerisi kalmadığında) mobil uygulamanın nihai versiyonu ortaya çıkmıştır.

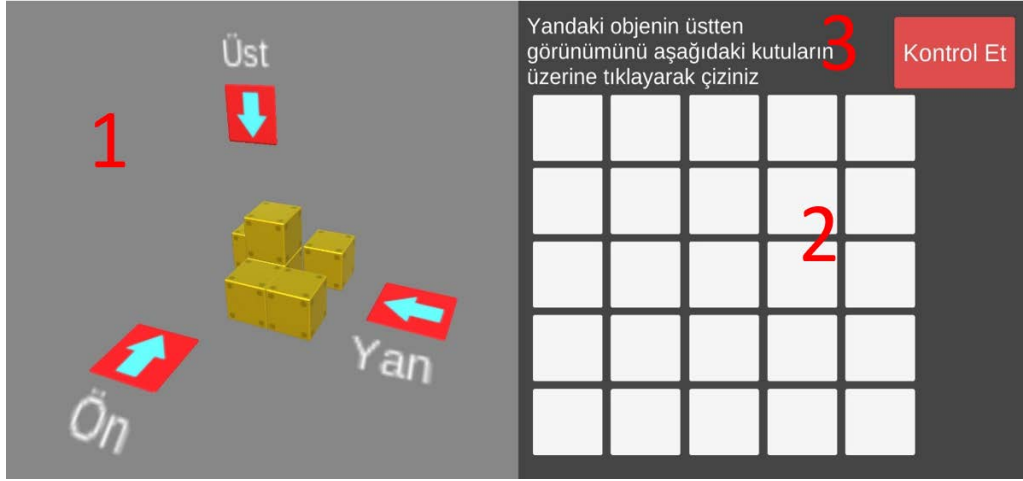
3.6.1 Mobil Uygulamanın Hazırlanma Süreci

Mobil uygulamanın ilk versiyonu hazırlanırken uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik araştırmalar ve mobil uygulamalarda dikkat edilmesi gereken

tasarım unsurları dikkate alınmıştır. Ayrıca bu araştırma kapsamında belirlenen 7. Sınıf matematik öğretim programındaki Geometri ve Ölçme alt öğrenme alanı içerisindeki Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusu altında, “*Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizdir.*” kazanımı mobil uygulamadaki bulunacak özellikleri sınırlandırmaktadır. Bu konuları kapsayan araştırmalar incelendiğinde dijital olmayan ortamlarda birim küp çalışmaları ve dijital ortamlarda da benzer şekilde birim küplerle ilgili çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Bu araştırmalarda genellikle birim küplerle oluşturulan nesneler araştırmacı tarafından oluşturulmakta ve alıştırmaya sayısı oldukça sınırlı kalmaktadır. Ayrıca değerlendirmeler kâğıt üzerinde araştırmacı veya öğretmen tarafından yapılmaktadır. Alanyazında araştırmacılar uzamsal becerinin alıştırmalar yoluyla geliştirilebileceğini savunmaktadır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar incelendiğinde ise AG uygulamalarının öğrenciler için ilgi çekici ve motive edici nitelikte olduğu görülmüştür. Öğrencilere kendi kendilerini motive edecek şekilde ilgi çekici alıştırmalar yaptırarak uzamsal beceri seviyelerinin geliştirmeye yönelik, içerisindeki alıştırmaya sayısının çok olduğu ve değerlendirmelerin hızlı yapılarak dönüt sağlanacağı bir uygulamaya ihtiyaç olduğu görülmüştür. Bu nedenle mobil uygulamada şu özelliklerin olması gerektiğine karar verilmiştir;

- 1- Öğrencilerin karşısına çıkacak alıştırmaları otomatik olarak hazırlaması,
- 2- Öğrencilerin karşısına çıkacak alıştırmaya sayısının yüksek olması,
- 3- Öğrencilerin verdikleri cevapları otomatik olarak değerlendirmesi,
- 4- Geri bildirimlerde bulunması
- 5- AG desteği bulunması
- 6- Bireysel çalışmaya imkan sağlaması

Yukarıda belirtilen özellikler belirlendikten sonra hazırlanan tasarım taslakları doğrultusunda uygulamanın ilk versiyonu geliştirilmiştir. İlk versiyona ilişkin ekran görüntüleri ve açıklamaları aşağıdaki görseller ile desteklenerek açıklanmıştır.



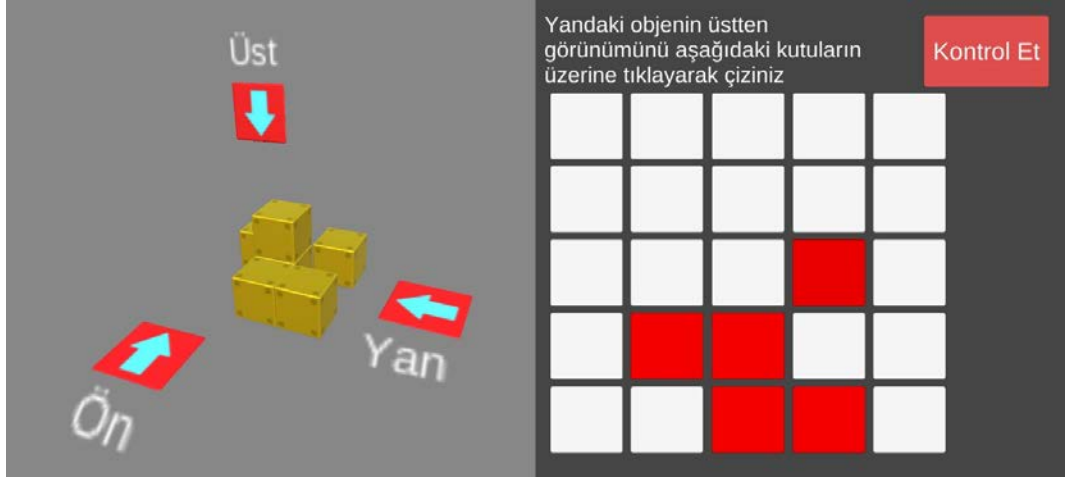
Görsel 3.1. Mobil Uygulamanın İlk Versiyonundaki Açılış Ekranı

Görsel 3.1’de mobil uygulamanın ilk versiyonuna ait uygulama ilk açıldığında karşılaşılan ekran görülmektedir. Görsel üzerinde numaralandırılmış alanlar sırasıyla:

1 numaralı alan uygulama tarafından birim küpler kullanılarak rastgele üretilen alıştıрма şeklinin oluştuğu ve görüntülendiği ekrandır.

2 numaralı alan kullanıcıların bu şekil için sorulan soruya cevabı girebileceği 5x5’lik 25 tane kareden oluşan alandır. Cevap bu alana girilerek “Kontrol Et” butonuna tıklandığında cevabın doğru olup olmadığı uygulama tarafından kontrol edilerek geri bildirim sağlanmaktadır.

3 numaralı alan uygulamanın oluşturduğu alıştırmayla ilgili cevaplanması gereken sorunun bulunduğu alandır. İlk versiyonda oluşturulan şekil ile ilgili üstten, önden ve yandan görünüm olmak üzere her şekil için 3 farklı soru yöneltilmektedir.



Görsel 3.2. Cevap Girilmiş Bir Soru Ekranı

Görsel 3.2’de örnek bir alıştıırma şekli için cevap alanına işaretleme yapılmış bir ekranın görüntüsü görölmektedir. Beyaz kare alanlara dokunulduğunda kırmızı olarak işaretlenmektedir. Dokunularak işaretlenen bir alanın işaretini kaldırmak için tekrar aynı kareye dokunulması gerekmektedir.



Görsel 3.3. Doğru Cevap Geri Bildirim Ekranı

Görsel 3.3’te sorulan soru için cevap alanına işaretleme yapıldıktan sonra Kontrol Et butonuna tıklandığında doğru cevap verildiğinde karşılaşılan ekranın ekran görüntüsü bulunmaktadır. Üç farklı soru tipi olan üstten, önden ve yandan görünüme ilişkin soruların üçü de doğru cevaplandığında uygulama otomatik olarak başka bir şekil üreterek o şeklin sorularını yöneltmektedir.



Görsel 3.4. Yanlış Cevap Geri Bildirim Ekranı

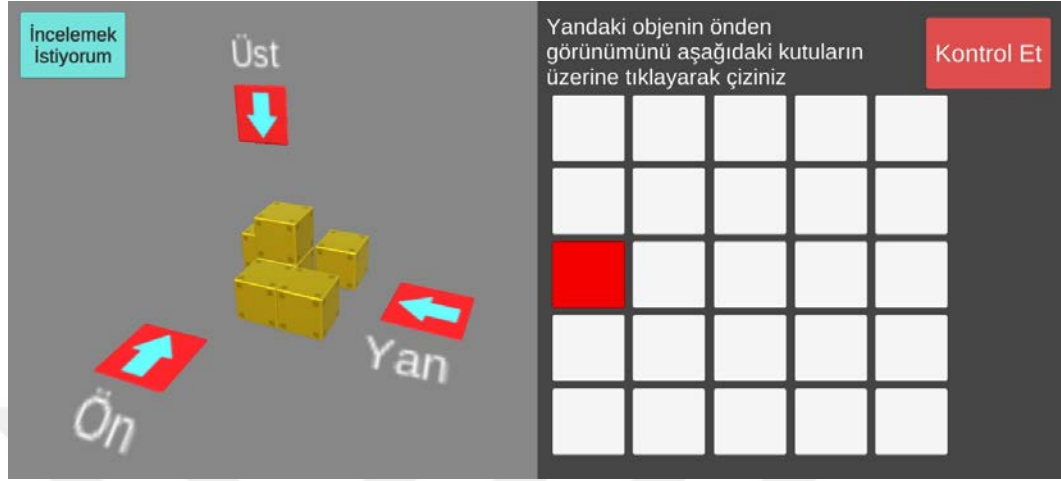
Görsel 3.4'te sorulan soru için cevap alanına yanlış işaretleme yapıldığında Kontrol Et butonuna dokunulduğu zaman karşılaşılan geri bildirim ekranı görülmektedir. Yanlış işaretleme yapıldığında kullanıcının aynı soruyu tekrar cevaplama için Tekrar Dene butonuna dokunması gerekmektedir. Tekrar Dene butonuna dokunularak cevabı yeniden düzenledikten sonra yeniden Kontrol Et butonu ile cevap kontrol edilmektedir. Bir soru tipi için üç kez üst üste yanlış cevap verildiğinde üçüncü yanlış cevapta farklı bir geri bildirim gelmektedir.



Görsel 3.5. Aynı Soru İçin Üç Yanlış Cevap Sonrasındaki Geri Bildirim

Görsel 3.5 aynı soru için üçüncü kez yanlış cevap verildiğinde karşılaşılan ekranı göstermektedir. AG desteğinin öğrencilere doğrudan verilmesi yerine önce soru için çaba sarfetmelerinin daha öğretici olacağı düşünüldüğünden üç yanlış sonrası AG desteği aktif olmaktadır. Bu ekranda Tekrar Dene butonuna

dokunulduğunda yeniden cevap alanına dönmektedir. Kullanıcılar dilerse yeniden cevap verebilirler ancak artık ekranın sol üst köşesinde Görsel 3.6'daki görüldüğü gibi “İncelemek İstiyorum” şeklinde bir buton görünür hale gelmektedir.



Görsel 3.6. AG Ekranına Geçmek İçin Görünür Hale Gelen Buton

Görsel 3.6'da kullanıcılara oluşturulan şekille ilgili sorulan herhangi bir soru tipine (üstten, önden veya yandan) üst üste üç kez yanlış cevap verildiğinde görünür hale gelen İncelemek İstiyorum butonu görülmektedir. Bu ekranda AG ortamında aynı şekli incelemek zorunlu değildir. Kullanıcıların isteğine bırakılmıştır. Ancak soruya doğru cevap verildiğinde AG ekranına geçilse de geçilmese de buton görünmeyecektir.



Görsel 3.7. AG Ekranında İncelenen Sanal Nesne

Görsel 3.7’de İncelemek İstiyorum butonuna tıklandıktan sonra AG için hazırlanan desen mobil cihazın kamerasına geldiği zaman şeklin görüntülediği görülmektedir. Bu ekranda kullanıcılar isterse kendileri kameralarını hareket ettirerek, isterlerse sanal nesnenin yerleştirildiği deseni hareket ettirerek sanal şekli farklı açılardan görebilmektedirler. İncelemeyi tamamlayan kullanıcılar bu ekrandaki sağ üstte bulunan İncelemeyi Tamamladım butonu ile cevap ekranına dönebilmektedir.

Mobil uygulamanın ilk versiyonundaki bu ekranlar uygulamanın tanıtımı yapılarak geliştirme sürecine katılan altı ilköğretim matematik öğretmeni adayı tarafından detaylı bir şekilde kullanılmıştır. Her öğretmen adayı ile görüşmeler ayrı ayrı yapılmıştır. Daha sonra yarı yapılandırılmış görüşme sorularıyla uygulama hakkındaki görüş ve düşünceleri, gelişime açık yönleri, fikir ve önerileri alınmıştır. Alınan fikirler doğrultusunda uygulamanın 2. versiyonu hazırlanmıştır.

3.6.2 Mobil Uygulamanın Birinci Geliştirme Döngüsü Görüş ve Önerileri

Araştırmaya katılan öğretmen adayları, uygulamanın 1. versiyonunu kullanmıştır. Bu kapsamda çeşitli öneriler ve gelişime açık yönlere değinilmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda 2. versiyonda eklenecek özellikler belirlenmiştir. Mobil uygulamanın 2. versiyonu için eklenmesi kararlaştırılan özellikler ve öğretmen adaylarının görüşleri aşağıda paylaşılmıştır:

1- *“Uygulamadaki üç boyutlu şekillerin uygulamayı kullanan kişilerin daha çok dikkatlerini çeken şekiller olması elimizden geldiği kadar gündelik yaşamdan olan şekiller olması etkili olabilir.” (ÖA-1). Bu görüş kapsamında uygulamada kullanılan birim küplerin gündelik hayatta karşılaşılabilecek türde şekiller olarak yeniden tasarlanmasına karar verilmiştir.*

2- *“Uygulamanın nasıl kullanılacağı hakkında yeterli bilgi verildiğini düşünmüyorum nasıl kullanılacağı hakkında bir bilgi verilebilirdi” (ÖA-1). Uygulamaya nasıl kullanılacağına dair bir kılavuz eklenilmesine karar verilmiştir.*

3- *“Mobil uygulamadaki şekillerin küçük yaştaki çocukların ilgisini daha fazla çekmesi için o şekillerin daha renkli daha dikkat çekici yapılması*

gerektiği taraftarıym çünkü küçük yaştaki kişilerin sıradan sade tek renkten çabuk sıkılabileceklerini düşünüyorum bu nedenle şekillerin renkli renkli yapılması kutucukların renkli renkli yapılması küçük yaştaki çocukların ilgisini artıracaklarını düşünüyorum.” (ÖA-1). Görüş doğrultusunda kutuları renklendirmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır.

4- “Doğru cevap verdiklerinde yeniden başla denmesi olumsuz bir anlam ifade ettiği için öğrencilerin aslında doğru yaptıkları halde yanlış yapmış hissi verebilir bu nedenle onun yerine sonraki soruya geçelim gibi bir ifade kullanılmasının daha doğru olacağını düşünüyorum” (ÖA-1). Belirtilen ifadenin düzenlenmesine karar verilmiştir.

5- “Uygulamaya sesler eklenebilir böylece daha ilgi çekici bir hale gelebilir. Örneğin arka plana klasik müzik tarzı vb. Şeyler eklenebilir.” (ÖA-2). Bu kapsamda uygulamanın arkaplanında çalabilecek rahatlatıcı bir ses eklenmesi kararlaştırılmıştır.

6- “Aslında yani şöyle yukarıda beyaz yazıyla yazılmış yandaki cismin üstten görünümünü yapınız ya da veriniz gibi bir şey yazıyordu. Sadece üstten görünüm yandan görünüm gibi yazılabilir sadece. Çünkü çok karışık gözükmeyen oranın soru olduğu anlaşılması güç oluyor o kısım düzenlenebilir” (ÖA-3). Bu kapsamda sorunun bulunduğu kısmın daha belirgin hale getirilmesine yönelik tasarım geliştirmesi yapılması kararlaştırılmıştır.

7- “Belki şöyle normal oyunlarda bir altın, bir kazanç, bir şey biliyor ya doğru yapıldıkça onun gibi belki bir rozet gibi bir şeyler kazanıyor böyle bir şey eklenebilir. Bunun eklenmesinin avantajı kişisel motivasyonu arttırabilir yani çocuklar için biraz rekabet yaratabilir ama sınıftaki diğer arkadaşlarıyla işte ben şu seviyedeyim mesela seviye de konulabilir. Hani ben şu seviyeye geldim, sen hangi seviyedesin bu şekilde birbirlerini motivasyonunu sağlayabilirler.” (ÖA-3). Bu görüş kapsamında uygulamaya bir seviye sistemi ve rozet sistemi eklenmesi kararlaştırılmıştır.

8- “Bireysel kullanım için uygulama oyunlaştırılabilir. Yani çocuk doğru bilirse puan alabilir ya da bir sonraki levele geçebilir.” (ÖA-4). Benzer bir görüş ÖA-3 tarafından da verilmiştir. Uygulamaya seviye ve rozet sistemi eklenmesine karar verilmiştir.

9- “Soru kısmı çok basit bir yerde kalmış. O kısmı çok kavrayamadım. Sonra dedim ki acaba benden ne istiyor falan yaptım. Sonra yukarıyı okuma gereği duydum öyle baktığımda soruyu gördüm.” (ÖA-6). Soruların daha belirgin hale getirilmesi ÖA-4 tarafından da belirtilmiştir.

10- “Şekiller ve ara yüz öğrencilerin ilgisini çekebilmesi için biraz daha renklendirilebilirdi. Belki kutucuklarda renklendirmeler yapılabilirdi. Aynı renk olması bazı şekillerde göz yanılsaması yapabiliyor.” (ÖA-4). Şekillerin ve arayüzün renklendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmasına karar verilmiştir.

11- “Mesela doğru yaptığımızda yeşil renk çok net görünmüyordu. Okumada programı yapabilir, kırmızı net görünüyordu.” (ÖA-5). Geri bildirin ekranında renklerin düzenlenmesine karar verilmiştir.

12- “Bence kesinlikle renkler farklı olmalı. Renkler herkese göre çok farklı oluyor. Mesela renklerin bile psikoloji üzerinde bir etkileri falan var ya kullananlar kendilerine göre seçsinler. O yüzden dediğiniz gibi en az 2 renk falan değiştirme şansları olsun diye düşünüyorum.” (ÖA-6). Uygulamayı kullananların kendileri isteğe bağlı olarak iki farklı renk seçebilmesi özelliği eklenmesi kararlaştırılmıştır.

13- “Bence hazırsanız başlayalım falan gibi bir giriş olmalı kesinlikle bir menü yapısı olmalı doğrudan açılması yerine” (ÖA-6). Uygulamaya bir ana menü eklenmesi kararlaştırıldı.

14- “Süre de olabilir, bu olması gereken bir şey kendini alıştırmayı çok daha hızlı düşünmesini sağlayabilir ilk dediğimiz gibi eğer öğrenmeye yönelik bir oyunsa süre olmasın ama önemli aslında geliştirmeye zorlaması

için sürenin olması daha iyi olur” (ÖA-6). Bu görüş doğrultusunda uygulamanın normal kullanım modunun öğrenme süreci kullanılmasına ve öğrencinin daha hızlı çözmeye zorlayacak bir süreli modun eklenmesine karar verilmiştir.

15- *“İlk olarak uygulamadaki şekiller çok basit başlıyor ancak bir süre sonra sıkılabilirler. Bu nedenle zorluk seviyesinin olması ve seçilebilmesi çok mantıklı olur bence” (ÖA-6). Bu görüş doğrultusunda uygulamanın ana menüsünden asıl uygulama ekranına geçerken zorluk seviyesi seçilmesi özelliğinin eklenmesine karar verilmiştir.*

16- *“Bir de 3 yanlışla gayet makul. Yani 3 yanlıştan sonra bence de bakmalı artık 3 defa yanlış yapmalı çünkü ilk defasında hemen bu şey oluyor çaba kısmı yetersiz kalıyor. İncelemek istiyorum kısmı direkt çıksa kesinlikle ben de o şekilde direkt inceleyeyim falan yapardım. Biraz uğraştım. 3 taneden sonra açılması daha iyi olmuş.” (ÖA-6). Bu görüş uygulama içerisinde 3 yanlıştan sonra AG ekranına geçilebilmesi özeliği uygun bulunmuştur.*

Mobil uygulamanın ilk versiyonunu kullanan öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda 2. versiyon için eklenmesi gereken özellikler aşağıdaki Tablo 3.3’te özetlenmiştir.

Tablo 3.3. Mobil Uygulamanın İkinci Versiyonuna Eklenecek Özellikler

Sıra	Yapılacak İşlemler
1	Uygulamada kullanılan birim küplerin gündelik hayatta karşılaşılabilecek türde şekiller olarak yeniden tasarlanması
2	Uygulamanın nasıl kullanılacağına dair bir kılavuz eklenilmesi
3	Geri bildirimlerde ifadelerin ve renklerin düzenlenmesi
4	Kullanıcıların küplerin renklerini değiştirmelerine imkan sağlayacak özelliğin eklenmesi
5	Arka planda çalacak bir fon müziği eklenmesi
6	Uygulama ekranında soruların bulunduğu kısmın daha belirgin hale getirilmesi

7	Uygulamaya seviye sisteminin eklenmesi
8	Uygulamaya rozet kazanabilme özelliğinin eklenmesi
9	Uygulamaya bir ana menü ekranının eklenmesi
10	Uygulama arayüzünün daha canlı renklerle yeniden tasarlanması
11	Normal modun yanı sıra bir de süreli mod özelliğinin eklenmesi
12	Kullanıcıların modları başlatırken zorluk seviyelerini seçebilmesi

3.6.3 Mobil Uygulamanın İkinci Geliştirme Döngüsü

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerden sonra belirlenen düzenlemeler yapılarak araştırma kapsamında hedeflenen mobil uygulamanın 2. versiyonu geliştirilmiştir. Bu başlıkta mobil uygulamanın ikinci versiyonundaki ekranların özellikleri ve tanıtımı yapılacaktır.



Görsel 3.8. Mobil Uygulama 2. Versiyon Açılış Ekranı

Görsel 3.8’de mobil uygulamanın ikinci versiyonundaki açılış ekranı görülmektedir. Uygulama doğrudan alıştırma ekranından açılmak yerine bir ana menü ekranı ile başlamaktadır. Uygulama içerisinde artık iki farklı mod bulunmaktadır. Normal ve süreli ilk görüşmeler sonrasında belirlenen özelliklerden birisidir. Bu nedenle iki buton farklı modları açmak için kullanılmaktadır. Aynı zamanda rastgele oluşturulan şekillerde kullanıcıların renkleri seçebilmelerine imkan sağlanması da ilk görüşmeler sonrası belirlenen özelliklerdendir. Renkleri Ayarla butonu alıştırma ekranında uygulama tarafından oluşturulacak şekillerdeki renkleri ayarlamak için kullanılmaktadır. Nasıl Kullanılır butonu ise uygulama ekranını tanıtımı yapılan ekranı açmaktadır. Aynı zamanda bu ekranda arka planda

bir fon müziği çalmaktadır. Görselin sağ üst kısmında bulunan nota şekli bulunan buton ise sesi açıp kapatmak için kullanılmaktadır. En üstte uygulama için düşünülen isim yazılmıştır. Mobil uygulamaya, artırılmış gerçeklik, uzamsal beceri ve matematik kavramları ile ilişkili olması nedeniyle AGUMAT ismi verilmiştir. Bu isim hakkında öğretmen adaylarından da görüşler alınmıştır.



Görsel 3.9. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda Zorluk Seviyesi Seçme Ekranı

Görsel 3.9’da Normal Mod ve Sürekli Mod butonlarına dokunulduğunda açılan ekranı göstermektedir. Bu ekranda alıştırmalar sorularının zorlukları belirlenmektedir. İlk görüşmelerde zorluk seviyesinin belirlenmesine yönelik görüşler gelmiştir. Bu nedenle bu ekran ve zorluk seçme özelliği mobil uygulamaya eklenmiştir. Zorluk seviyeleri belirlenirken mobil uygulamada kullanılabilecek iki özellik dikkate alınmıştır. Bunlar ne kadarlık bir alana yerleştirilecek ve kaç tane birim küp kullanılacak gibi özelliklerdir. Bu iki özellik zorluk seviyesini belirlemektedir. Örnek olarak 2x2x2’lik bir alana maksimum 8 birim küp yerleştirilebilmektedir. Ancak 8 birim küpün yerleştirilmesi şeklin her yönden aynı görüneceği anlamına gelmektedir. Şekillerdeki çeşitliliğin fazla olması ve hep aynı görünebilecek şekillerin çıkmasını önlemek için boşlukların da bulunması gerektiği geliştirme sırasında kararlaştırılmıştır. Aynı zamanda alana çok az sayıda birim küp yerleştirilmesi de yine sürekli benzer şekillerin çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle zorluk seviyelerinde karşılaşılabilecek şekiller belirlenirken aşağıdaki tablodaki veriler kullanılmıştır. Zorluk seviyesi seçildikten sonra uygulama ekranına geçilmektedir.

Tablo 3.4. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonundaki Zorluk Seviyeleri

Zorluk Seviyesi	Yerleştirme Alanı Boyutu	Yerleştirilecek Birim Küp
		Sayısı
1	2x2x2	4-5
2	3x3x3	12-17
3	4x4x4	20-27
4	5x5x5	40-52

Tablo 3.4 incelendiğinde 4 farklı zorluk seviyesi için alıştırma şekilleri oluşturulurken ne kadarlık bir alanın kullanılacağı ve ne kadar birim küp kullanılacağına dair sayısal bilgiler görülmektedir. Zorluk seviyeleri belirlenirken iki etken bulunmaktadır. Bunlardan birisi yerleştirilebilecek alan boyutu ve diğeri yerleştirilebilecek birim küp sayısıdır. Bu koşullar belirlenirken alanın çok boş ve çok dolu olmayacak şekilde ve öğretmen adaylarının da görüşleri alınarak belirlenmiştir. Bu uygulama hedef kitlesi tarafından kullanıldıkça toplanan veriler ile veri madenciliği yöntemleri kullanılarak bu zorluk seviyelerine ilişkin daha objektif ve bilimsel temellere dayanan zorluk seviyeleri ortaya çıkabilecektir.



Görsel 3.10. Mobil Uygulamanın 2. Versiyon Normal Mod Ekranı

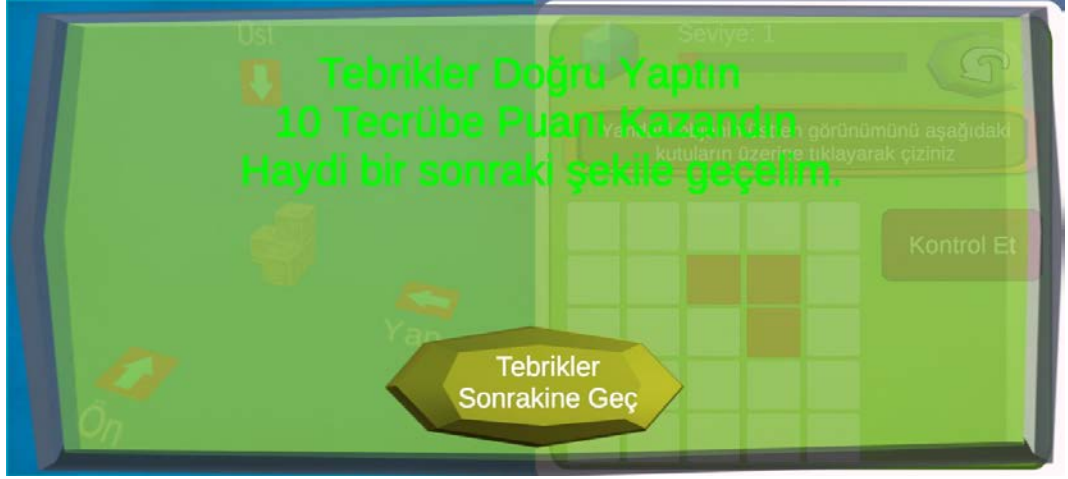
Görsel 3.10 incelendiğinde uygulamaya eklenen birçok özellik görülmektedir. 1 numaralı alanda arka plan renkli hale getirilmiş ve kullanılan birim küpler tahta kutu şeklinde bir desen olarak değiştirilmiştir. 2 numaralı alanda uygulamaya eklenen rütbe rozetleri sisteminde kullanıcının mevcut hangi rütbe

düzeyine sahip olduğu görüntülenmektedir. Aynı zamanda bu butonun üzerine tıklandığında rütbenin ismi ve açıklamasının olduğu bir panel açılmaktadır. 3 numaralı kısım uygulamaya eklenen seviye sistemini göstermektedir. Kullanıcılar her doğru cevapladıkları soru için tecrübe puanı kazanmaktadır. Bu tecrübe puanları belirli miktara ulaştığında bir sonraki seviyeye geçilmektedir. Her bir seviye bir öncekinden daha fazla tecrübe puanı ile geçilmektedir. Diğer bir ifadeyle seviyeler arttıkça seviye yükselmek zorlaşmaktadır. 3 numaralı kısımda yazılı alan kullanıcının hangi seviyede olduğunu göstermektedir. Seviye bilgisinin hemen altındaki çubuk gösterge ise bir sonraki seviyeye ne kadar kaldığına dair ilerlemeyi göstermek amacıyla kullanılmaktadır. Çubuk gösterge tamamen kırmızı dolduğunda bir sonraki seviyeye geçilerek sıfırlanmaktadır. 4 numaralı alanda ana menüye geri dönme butonu bulunmaktadır. İlk görüşmelerde sorunun olduğu kısmın daha belirgin hale getirilmesine yönelik görüşler bulunmaktadır. Bu kapsamda soru alanı 5 numaralı kısımda gösterildiği şekilde tasarlanmıştır. 6 numaralı alan “Kontrol Et” ve “İncelemek İstiyorum” butonlarının bulunduğu alandır. Bu sayede uygulama içerisindeki etkileşim butonları önceki versiyona kıyasla tek bir bölgede toplanmıştır.



Görsel 3.11. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda İncelemek İstiyorum Butonu

Görsel 3.11’de üç kez yanlış cevap verildiğinde bir önceki versiyonda ekranın sol üst kısmında görünür hale gelen “İncelemek İstiyorum” butonunun 2. Versiyondaki yeri görülebilmektedir. Butonların bir arada ve benzer yapıda olmasının tasarım açısından bütünlük sağladığı düşünülmektedir.



Görsel 3.12. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda Doğru Cevap Geri Bildirimi

Görsel 3.12’de mobil uygulamanın ikinci versiyonunda sorulan soruya doğru cevap verildiğinde karşılaşılan geri bildirim ekranı görülmektedir. Bir önceki versiyondan farklı olarak bir pencere yapısı eklenmiştir. Ayrıca uygulamaya seviye sistemi eklendiğinden artık doğru cevap verildiğinde ne kadar tecrübe puanı kazanıldığına dair bir ifade de eklenmiştir. Geri bildirim ekranlarındaki butonların tasarımı ve ifadeleri de değiştirilmiştir.



Görsel 3.13. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda Yanlış Cevap Geri Bildirimi

Görsel 3.13’te uygulamanın ikinci versiyonunda sorulan soruya yanlış cevap verildiğinde karşılaşılan geri bildirim ekranı görülmektedir.



Görsel 3.14. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonunda Rütbe Rozeti Penceresi

Görsel 3.14’te rütbe rozeti sembolünün üzerine tıklandığında açılan pencere görülmektedir. Her rozet için ayrı ayrı isimler ve açıklamalar bulunmaktadır. Rütbe isimleri ve açıklamaları uzamsal beceri ile ilişkili olabilecek şekilde belirlenmiştir. Ayrıca bu isimler, açıklamalar ve rozetlerin tasarımlarına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri ikinci görüşmelerde sorulmuştur. Tüm rütbelerin isimleri ve açıklamaları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 3.5. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Rütbelerin İsimleri Ve Açıklamaları

Rütbe Seviyesi	Rütbe İsmi	Rütbe Açıklaması
1	Mekansal Çaylak	Uzayın sırlarına yeni adım atan bir başlangıç seviyesi keşifçi
2	Koordinat Kâşifi	Mekansal dünyada yeni koordinatları keşfeden, haritalarını çıkaran cesur bir gezgin.
3	Perspektif Yolcusu	Farklı perspektifleri anlama ve kullanma yeteneğine sahip, mekansal dünyanın hükümdarı.
4	Uzamsal Arayıcı	Mekan derinliklerinde bilinmeyenleri keşfeden bir maceraperest
5	Uzamsal Haritacı	Ortamın haritalarını çıkaran ve rehberlik eden bir haritacı
6	Uzaysal Yönlendirici	Uzayın derinliklerinde yolu gösteren bir yönlendirici.
7	Mekansal Uyanış	Mekanın derinliklerinde uyanan bir bilgelik ve farkındalık.
8	Rotasyon Uzmanı	Nesneleri zihinde ustalıkla döndürebilen bir mekansal uzman
9	Koordinat Mimarı	Koordinatları ustalıkla kullanarak mekansal yapılar inşa eden bir mimar

10	Mekansal Sanatçı	Nesneleri zihinde sanata dönüştüren bir sanatçı
11	Uzayın Efendisi	Mekansal evrenin efendisi ve lideri, her boyutta başarılı bir uzman
12	Mekansal Zeka Prensi	Mekansal bilgeliğiyle tanınan bir zeka prensi
13	Uzaysal Hükümdar	Uzayın hükümdarı, tüm mekansal sırları kontrol eden lider
14	Mekansal Usta	Mekanın ustası, her türlü zorluğu aşan bir uzman
15	Uzayın Efsanesi	Uzayın efsanevi keşifçisi ve lideri
16	Mekansal Yol Kralı	Mekansal yolları yöneten, evrenin kralı ve bütün mekansal sırları bilen lider
17	Evrensel Navigatör	Evrenin en karmaşık haritalarını çıkarabilen, mekansal konumlarda mükemmelliği temsil eden bir lider
18	Uzayın Bilgesi	Uzayın sırlarını çözen ve bilgeliğiyle tanınan bir lider.
19	Sonsuz Seyyah	Mekansal sınırları aşan, sonsuzluğa doğru yol alan bir gezgin
20	Sonsuz Mekansal Bilgi	Mekanın sonsuz bilgisine ulaşan bir lider

Yukarıdaki tablo incelendiğinde uygulamada toplam 20 farklı rütbe olduğu görülmektedir. Ayrıca her bir rütbe için bir rozet tasarımı da yapılmıştır. Yapılan rozet tasarımları sırasıyla aşağıdaki görselde görülmektedir.



Görsel 3.15. Mobil Uygulamanın 2. Versiyonundaki Rütbe Rozetlerinin Tasarımları

Görsel 3.15'te mobil uygulamanın 2. versiyonundaki rütbe rozetlerinin tasarımı görülmektedir. Toplamda 20 rütbe bulunmaktadır. Her rütbe için farklı bir rozet tasarımı yapılmıştır. Rütbe arttıkça uygulama içerisindeki rozet açıklamasının açılacağı buton tasarımı bulunulan rütbeye bağlı olarak değişmektedir. Örneğin 12. Rütbede olan kullanıcıda 12 numaralı rozet buton olarak görünürken 19. Rütbede olan kullanıcı için 19 numaralı rozet buton olarak görülmektedir.



Görsel 3.16. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Sürelî Mod Ekranı

Görsel 20'de süreli mod uygulama ekranı görülmektedir. Bu mod normal mod ile aynı özelliklerdedir. Tek farklı sürenin bulunmasıdır. Görselde görüldüğü üzere seviye çubuk göstergesinin altında kalan süre şeklinde bir ifade bulunmaktadır. Kullanıcıların soruyu bu süre içerisinde cevaplama gerekmektedir. Süre sıfır olduğunda süre doldu ibaresi çıkmakta ve kullanıcıyı ana menüye döndürmektedir. Her bir soru (önden, yandan ve üstten görünüm) doğru çözüldüğünde süre sıfırlanmaktadır.



Görsel 3.17. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Renk Seçim Ekranı

Görsel 3.17’de ana menüdeki “Renkleri Ayarla” butonuna tıklandığında açılan panel görüntülenmektedir. İlk görüşmelerden çıkan sonuçlara göre 2 farklı renk seçilebilmesi yeterli görüldüğünden iki farklı renk seçimi yapılacak şekilde özellikler eklenmiştir. Ekranda 1. Renk ve 2. Renk olarak görünen kısımlarda henüz bir renk seçimi yapılmadığından dolayı “Şu an Seçili Renk Yok” ibaresi bulunmaktadır. Renklerin üzerine dokunulduğunda ibare değişmektedir. Renklerin seçilmiş olduğu bir ekran Görsel 22’de görülmektedir.



Görsel 3.18. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Seçilmiş Renklerin Görünümü

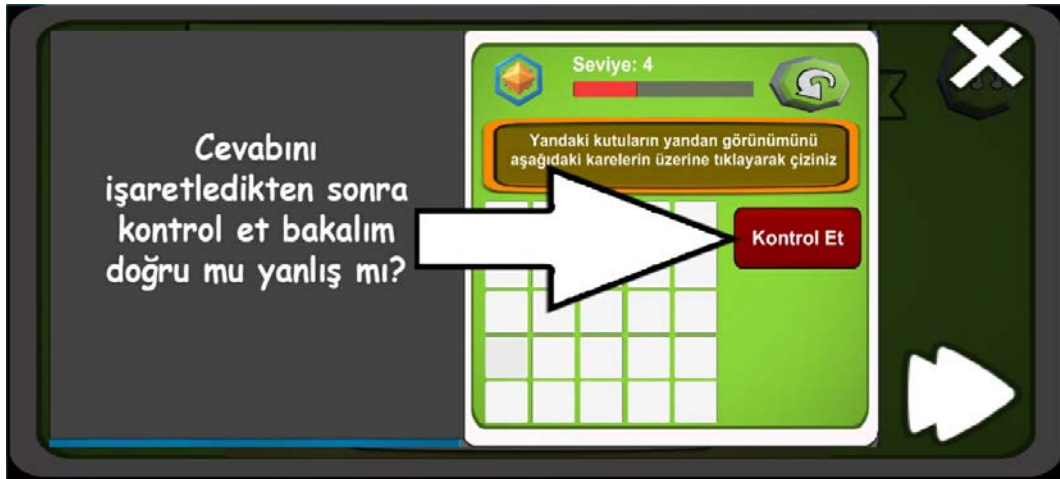
Görsel 3.18’de 1. Renk olarak Sarı ve 2. Renk olarak Turuncu rengin seçildiği görülmektedir. Renk seçimleri uygulama kapansa dahi kayıtlı kalmaktadır. Değiştirmek için hangi rengi değiştirilmesi isteniyorsa o renk seçeneğinin altındaki başka bir renge dokunulması yeterlidir. Ekranın sol üst kısmında bulunan renkleri

sıfırla butonu ile renkler seçili olmayan haline geri dönmektedir. Hiç rengin seçilmediği bir alıştırma ekranı Görsel 15’te görülmektedir. Sarı ve turuncu renklerinin seçili olduğu bir alıştırma ekranı ise Görsel 20’de görülmektedir.



Görsel 3.19. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Nasıl Kullanılır Ekranı

Görsel 3.19’da ana menü üzerinden Nasıl Kullanılır butonuna dokunulduğunda açılan ve uygulamanın tanıtımını yapan bir dizi tanıtıcı görsel sunum ekranının 1. Aşaması görülmektedir. Sağ altta bulunan ok sembolüne benzer butona dokunulduğunda tanıtım ve bilgilendirme devam etmektedir. Örnek başka bir ekran tanıtımı Görsel 3.20’de görülebilir.



Görsel 3.20. Mobil Uygulamada 2. Versiyondaki Farklı Bir Tanıtım Ekranı

Görsel 3.21’de mobil uygulamanın 2. Versiyonu için buton tasarımlarının uygulamanın ilk versiyonuna göre değiştirildiği görülmektedir. Diğer menüler ile bütünlük sağlaması açısından bu ekrandaki butonun şekli değiştirilmiştir.

3.6.4 Mobil Uygulamanın İkinci Geliştirme Döngüsü Görüş ve Önerileri

1- “Geri bildirim ekranında doğru cevapta mutlu surat yanlış cevapta üzgün surat veya ona benzer bir resim veya gif eklenebilir” (ÖA-1). Bu görüş

doğrultusunda geri bildirim ekranlarına yazılı ifadenin haricinde bir de görsel geri bildirim eklenmesi kararlaştırılmıştır.

2- “hani böyle bir geri bildirimde yazının yanında bir olumlu ve olumsuz görsel uyarıcı olması daha iyi olur çünkü zaten çocuklara yönelik bir oyun olduğu için de yani çok fazla zaten tablet telefon oynadıkları için öyle daha dikkat çekici hale getirebilir onlar için.” (ÖA-3). Farklı öğretmen adaylarından gelen benzer görüşler özelliğın eklenmesinin önemini göstermektedir.

3- “Giriş ekranına küp şeklinde gündelik yaşamdan örnek şekiller eklenebilir, arkaplanda daha fazla renk çeşidi kullanılabilir” (ÖA-1). Bu görüş doğrultusunda giriş ekranında arkaplana geometrik şekillerden oluşan bir görsel eklenmesi kararlaştırılmıştır.

4- “Zorluk aralığı biraz daha genişletilmesi kullanıcılar açısından daha iyi olabilir böylelikle sıkılmadan oyunlarına devam edebilirler” (ÖA-1). Bu görüş doğrultusunda 1 ile 4 arasında seçilebilen zorluk seviyelerinin daha geniş bir aralığa sahip olmasına karar evrilmiştir.

5- “Uygulama belirli seviyelere ayrılmış yani zorluk artırıldıkça seviye de artış göstermekte. Fakat seviye sayısı biraz az gibi olmuş. Burada seviye 7 veya 8 olursa belki daha kapsamlı olabilir. Çünkü direkt olarak zorluk yaşamak uygulamayı kullananlar için moral bozucu olabilir.” (ÖA-2). Farklı bir öğretmen adayından zorluk seviyelerine ilişkin benzer bir görüş gelmiştir.

6- “zorluk seviyelerini biraz daha o zaman kademelendirme yerini arttırmak lazım ” (ÖA-3). Farklı bir öğretmen adayından zorluk seviyelerine ilişkin benzer bir görüş gelmiştir.

7- “bir de zorluk seviyesine göre 4 aşama var, orada 3 ile 4 arasında gerçekten büyük bir fark var yani. Üçü yapabilen dördü kesinlikle yapamaz ya da ikiden sonra üçte yapamazlar diye düşünüyorum. O yüzden biraz daha fazla kademe olabilir, 12 de olabilir olabilir, artırılabilir yani bu.” (ÖA-6).

Farklı bir öğretmen adayından zorluk seviyelerine ilişkin benzer bir görüş gelmiştir. Ancak bu görüşte doğrudan bir sayı belirtildiğinde bu durum zorluk seviyelerini kademelendirirken dikkate alınacaktır.

8- “Uygulamaya kişilerin kendilerini test edebileceği 10 ar soruluk veya 15 er soruluk test modu eklenebilir. Bu testler de zorluk seviyesine göre ayarlanıp eklenebilir. Bu sayede kişiler daha da eğlenceli olan bu testlerle kendilerini geliştirebilirler.” (ÖA-2). Bu kapsamda uygulamada normal mod ve süreli modun yanı sıra birde test modu eklenmesi kararlaştırılmıştır.

9- “2 mod da eklenebilir. Mücadele modu ve serbest modu şeklinde mücadele moduna yine test şeklinde olabilir.” (ÖA-6). Bu kapsamda daha önceki bir görüş dikkate alınarak uygulamada hali hazırda var olan normal ve süreli modların yanında bir mücadele modu ve bir de serbest mod isminde 2 yeni mod eklenmesi kararlaştırılmıştır.

10- “Mesela 5 farklı şekil verildi ve bunu belli sürede yapması istenen bir başka ana ekran butonu tasarlandı. Bundan sonra kaç doğru yaptığı kaç yanlış yaptığını kaydeden bir ara yüzde eklenebilir. Bu da oyun için çok iyi olabilir.” (ÖA-4). Bu görüş uygulamaya test modunun eklenilmesine yönelik görüşü desteklemekle birlikte test moduu sonucunda ekrana istatistik bilgilerinin çıkarılması önerilmiştir. Bu öneri uygun bulunarak uygulamanın test moduna eklenmesi kararlaştırılmıştır.

11- “arayüz konusunda bir tek geri bildirimlerinin olduğu yerde birazdan geliştirme yapılabilir.” (ÖA-3). Bu kapsamda uygulamanın geri bildirim arayüzünün tsaarımsal olarak geliştirilmesi kararlaştırılmıştır.

12- “Seviye seviye rozetleri inceledik. Rozetler biraz daha şekil bakımından geliştirilebilir.” (ÖA-4). Bu kapsamda uygulamada bulunan rozet şekilleri için farklı tasarımlar yapılması planlanmıştır.

13- “Rozetler biraz erkeklere yönelik olmuş, karakter olarak erkeklerin seçebileceği bir rozet tasarımı olmuş. Bence direk ayrıma girmeden kız erkek ortak kullanabileceği bir rozet tasarımı olmalı (ÖA-6). Bu görüş

doğrultusunda rozetler yeniden tasarlanırken özellikle cinsiyete göre ortak kullanılabilecek bir tasarım yapılması planlanmıştır.

14- “3 yanlıştan sonra artırılmış gerçeklik butonu çıkıyor sonrasında oyuna tekrar döndüğünde bu buton kalkıyor bence o buton 3 yanlıştan sonra hep kalmalı ki oyuncu tekrardan yanlış yaptığında yeniden inceleyebilsin.” (ÖA-4). Bu görüş kapsamında uygulamada 3 kez yanlış yapıldıktan sonra görünür hale gelen “İncelemek İstiyorum” butonu, bir kez görünür hale geldikten sonra kullanıcıya yöneltilen soru doğru cevaplanana kadar ekranda görünür kalması kararlaştırılmıştır.

15- “Artırılmış gerçeklik uygulamasında alttan görünümü eklemek zor olabilir fakat ekstradan soldan arkadan görünüm eklenebilir böylelikle bunların simetrik görünüm olduğunu fark etmesi sağlanır.” (ÖA-4). Görüş doğrultusunda uygulamada her şekil için kullanıcıya yöneltilen soru sayısı (üstten,önden,yandan görünüm) üçten beşe çıkarılacaktır. Soruların isimleri üstten, önden, arkadan, sağdan ve soldan görünüm olmak üzere her şekil için beş soru yöneltilecektir.

16- “Sürelili modda geri sayımda sayıdan ziyade bar olsa bar azalsa istiyoruz ama böyle.” (ÖA-6). Görüş doğrultusunda uygulamadaki süreli mod içerisinde kalan süre yazılı olarak değil bir yatay çubuk bar şeklinde yapılması kararlaştırılmıştır.

17- “bir de isim girilebilir diye düşündük ve oyuna mesela ne bileyim ilk açıldığında bir isim yazması.” (ÖA-6). Görüş doğrultusunda uygulama ilk kez açıldığında kullanıcıların isimlerini gireceği ve isimlerine göre karşılama mesajı göreceği bir özellik eklenmesi planlanmıştır.

18- “Bir de geri ok tuşuna bastığında komple siliyor gibi oluyor, en başa gelmesin ok tuşa basınca anamenüye gideyim diye bana söylesin bir an sanki oyun bitmiş gibi en başa dönmüş gibi oluyor (ÖA-6). Görüş doğrultusunda uygulamanın alıştırmaya ekranından anamenüye dönen butonun tasarımının değiştirilmesi ve doğrudan anamenüye dönmek yerine anamenüye dönmek

istediğinize emin misiniz tarzı bir soru sorularak o şekilde anamenüye dönmesi planlanmıştır.

19- “Rozetlerle ilgili daha önceden aldıklarını onların açıklamalarını ben şu rozet şu rozetleri aldım, hissiyatı versin, renkler değişsin, hepsi gözüksün ama alınanlar renkli alınmayanlar gri olsun (ÖA-6). Uygulamanın ikinci versiyonunda rozetler eklenmiştir ancak sadece kullanıcı mevcut hangi seviyede ise onun rozetini görebilmektedir. Bu görüş kapsamında tüm rozetlerin görüntülenmesi ancak alınanlar ile alınmayanlar arasında tasarımsal bir farklılık olmasına yönelik öneriler gelmiştir. Bu öneriler dikkate alınarak belirtilen özelliklerin uygulamaya eklenmesi kararlaştırılmıştır.

20- “bir de o şeyde oyun kısmında siyah oklar hem çok uyumsuz şeyle siyahla pardon siyah değil, yeşil yeşile kırmızı oluşu. Sadece şey, önden sağdan şey görünimleri var ya dışı kırmızı içi yeşil oradaki renkler çok olumsuz geldi. Biz şey dedik simsiyah yok olabilir. (ÖA-6). Bu görüş Görsel 3.19’deki alıştırma şeklinin etrafında görünen üstten, yandan ve önden yönlerinin nereler olduğunu işaret eden oklarla ilgilidir. Görüş doğrultusunda okların sadece siyah ok olacak şekilde tasarlanması kararlaştırılmıştır.

21- “Sürelî moddaki seviyelerin süresi değişmeli zorluğa göre. (ÖA-6). Bu görüş doğrultusunda süreli moddaki süreler seçilen zorluk seviyesine göre değişecek şekilde planlanmıştır.

22- “Yani şöyle çocuk muhtemelen bir yerden sonra şunu da fark edecektir, birinci zorluk seviyesinde ikide ikilik var hep ikide ikilik yapıp, üçte üç zorluk seviyesine geçmeyebilir (ÖA-3). Bu görüş doğrultusunda kullanıcının ilerleme seviyesi ve zorluk seviyesi arasındaki dengenin sağlanabilmesi adına ileri seviyelere çıkmış kullanıcılar zorluk seviyesi düşük olan şekillerden daha az tecrübe puanı alması sağlanacak şekilde bir düzenleme yapılacaktır. Bu sayede kullanıcılar daha zorlayıcı sorulara geçmeden sadece kolay sorularla en yüksek seviyeye ulaşamayacaklardır.

Mobil uygulamanın ikinci versiyonunu kullanan öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda 3. versiyon için eklenmesi gereken özellikler aşağıdaki Tablo 3.7’de özetlenmiştir.

Tablo 3.6. Mobil Uygulamanın Üçüncü Versiyonuna Eklenecek Özellikler

Sıra	Yapılacak İşlemler
1	Geri bildirimlerde yazının yanında görsel ifadelerin eklenmesi
2	Uygulamanın açıldığı ekranda arkaplana geometrik şekillerden oluşan görselin eklenmesi
3	Zorluk seviyelerinin 4’ten 12 seviyeye çıkarılması
4	Kullanıcıların kendilerini test edebilecekleri ve sonunda istatistiklerin gösterildiği mücadele modu eklenmesi
5	Kullanıcıların kendilerini eksik gördükleri yönlere yönelik sadece kendi seçtikleri belirli yönlerden görünümüne ilişkin soruların geldiği serbest mod eklenmesi
6	Geri bildirim ekranlarının yeniden tasarlanması
7	Rozetlerin cinsiyet çağrıştırmayacak şekilde yeniden tasarlanması
8	İncelemek istiyorum butonu göründükten soru o anda yöneltilen soru doğru çözülene kadar görünür kalması
9	Uygulamaya mevcut üç yönden görünüm sorularının (üstten, önden, yandan) beşe çıkarılması (üstten, önden, arkadan, sağdan ve soldan)
10	Sürelili modda kalan sürenin yazılı olması yerine azalan çubuk bar şeklinde tasarlanması
11	Uygulama giriş ekranında kullanıcıların isimlerinin girilmesi ve isme göre karşılama mesajı çıkması
12	Yönleri belirten okların tek renk olarak siyah renkli ok olarak tasarlanması
13	Anamenüye dönme butonunda sembol yerine doğrudan yazı kullanılması ve tıklandığında Anamenüye dönmek istediğinize emin misiniz şeklinde bir panel açılması
14	Alınan veya alınmayan tüm rozetlerin görüntülenebileceği bir panel eklenmesi (alınanlar açık renkte alınmayanlar soluk veya gri tonlarında görünecek)
15	Sürelili modda seçilen zorluğa göre sürenin daha az veya daha fazla olması
16	Kullanıcının seviyesine göre zorluk seviyelerinden farklı puanların alınması (örneğin yüksek seviyedeysen kolay sorulardan daha düşük tecrübe puanı alınması veya düşük seviyedeysen daha zor sorulardan daha fazla tecrübe puanı alınması)

3.6.4.1 Mobil Uygulamanın İkinci Geliştirme Döngüsü Hakkında Olumlu Görüşler

Mobil uygulamanın ikinci versiyonunu kullanan öğretmen adayları düzeltme önerileri haricinde uygulama hakkında olumlu görüşler de belirtmiştir. Bu görüşlerin bazıları şu şekildedir:

1. *Bence ilk sürüme göre olumsuz hiçbir şey yoktu (ÖA-1)*
2. *Uzamsal düşünmeye katkıda bulunulması amaçlanan bu uygulama ilk tasarlandığı dönemden şu ana kadar önemli bir ölçüde geliştirilmiş ve zenginleştirilmiştir (ÖA-2)*
3. *Uygulamanın nasıl kullanılacağını anlatan kısım ise uygulamayı kullanmakta zorluk yaşayabilecek kişiler için anlamlı bir detay olmuş. Uygulamada normal ve sürekli mod bunlara ek olarak da renk seçeneği ve nasıl kullanılacağına dair oldukça anlamlı butonlar ve içerikler eklenmiş. Uygulamada yapılan doğru cevaplara verilen dönütler de oldukça motive edici olmuştur. Uygulamada renk seçimlerinin başarılı olduğunu düşünüyorum şahsen benim ilgimi çekti kullanılan renkler. (ÖA-2)*
4. *İlk görüşmemizde böyle kademe kademe söylediğiniz şeyleri geliştireceğim dediğiniz de ben hani şey diye düşündüm. Öyle biraz daha ağırdan alırız diye düşünmüştüm. Ama uygulama kesinlikle ilk haline göre daha iyi, daha kullanışlı. Yani neyin nerede olduğu daha belli bir de. Arayüzün girişi falan çok daha iyi. (ÖA-3)*
5. *Ama bence şey rütbelerin isminin olması çok iyi olmuş motivasyonu arttıracaklarını düşünüyorum rozetin olmasının, şu anki çocuklara baktığımız zaman bu çocuklar muhtemelen valorant lol oynayan çocuklar olduğu için yani bu olay hoşlarına gidecektir. Eminim onlar için her rozetin farklı olması ya da işte gittikçe daha fazla lig atlıyor gibi hissediyorlardır. (ÖA-3)*
6. *Her seviye atladıktan sonra seviye ve rozetler eklenmiş. Bu da oyunu oynayanlar için motivasyon sağlaması açısından iyi olacaktır (ÖA-4)*

7. Her rütbenin açıklamasının yapılması çok iyi motive edici açıklamalar vardı. (ÖA-4)

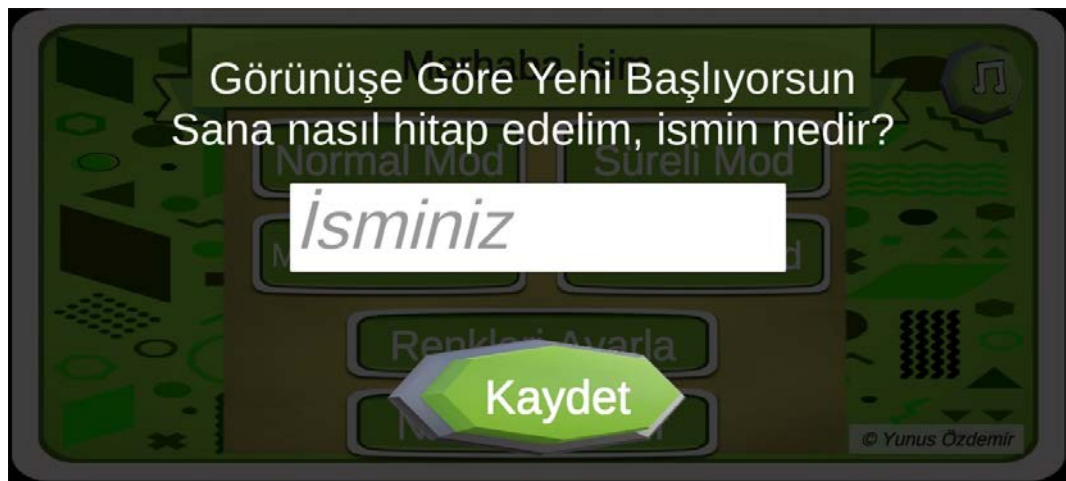
8. İlk başlarda zemine oturtarak şekiller geliyor çocukların zorlanmaması için ve sonrasında altlarında boşluklar gelerek zorlaşıyor bu çok güzel olmuş. (ÖA-4)

9. Renkler daha iyiydi anasayfa düzeni daha güzeldi bence ilk haline göre her anlamda iyiydi (ÖA-5)

Öğretmen adaylarının bu olumlu görüşleri doğrultusunda mobil uygulamanın ikinci versiyonunun, bir önceki sürüme göre olumlu yönde gelişmeler gösterdiği görülmektedir.

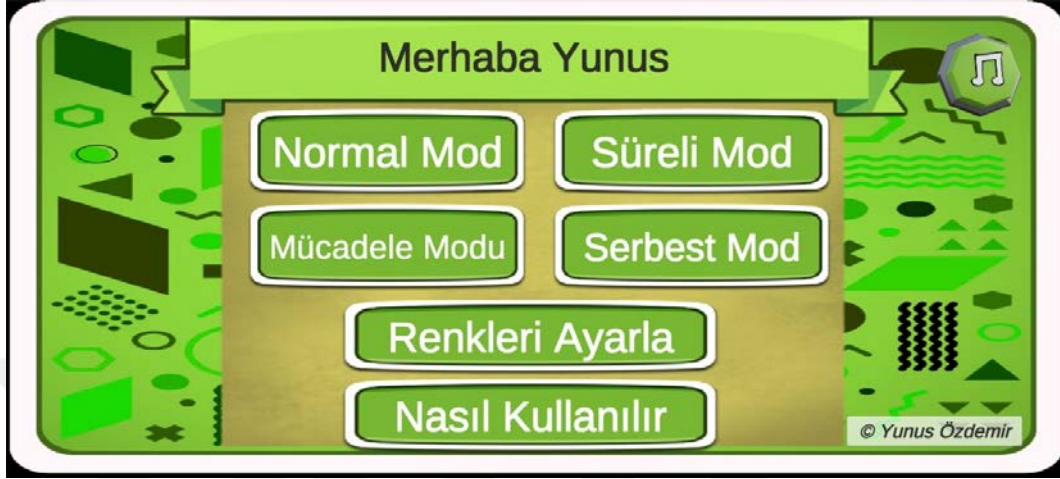
3.6.5 Mobil Uygulamanın Üçüncü Geliştirme Döngüsü

Öğretmen adayları ile mobil uygulamanın ikinci versiyonu hakkında yapılan görüşmelerden sonra belirlenen düzenlemeler yapılarak araştırma kapsamında hedeflenen mobil uygulamanın 3. versiyonu geliştirilmiştir. Bu başlıkta mobil uygulamanın üçüncü versiyonunda yeni olan ekranların özellikleri ve tanıtımı yapılacaktır.



Görsel 3.22. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki Açılış Ekranı

Görsel 3.22’de mobil uygulamanın 3. versiyonunda uygulamanın ilk açıldığı ekran görüntüsü görülmektedir. Bu özellik yeni eklenen bir özellik olup, uygulamayı kullanan kişilere kişisel hitapta bulunabilmek adına eklenmiştir. Buraya girilen isim daha sonradan yine kullanıcı tarafından değiştirilebilmektedir.



Görsel 3.23. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki Ana Menü Ekranı

Yukarıdaki görselde isim girildikten sonra karşılaşılan ana menü ekranı görülmektedir. Bu ekran mobil uygulamanın 3. Versiyonunda ana menü ekranı olarak kullanılmaktadır. Yenilik olarak arka plana bazı geometrik şekillerden oluşan görsel eklenmiştir. Ayrıca görüşlerde belirtilen “Mücadele Modu” ve “Serbest Mod” butonları da eklenmiştir. En üstte bulunan karşılama mesajındaki isim kısmında kullanıcıların uygulamayı ilk kez açtıklarında yazdığı isim kullanılmaktadır. Ayrıca bu ismin üzerine tıkladıklarında değiştirilebilmektedir.



Görsel 3.24. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki Zorluk Seviyesi Seçim Ekranı

Görsel 3.34’te zorluk seçim ekranı görülmektedir. Bu ekran tüm modlarda geçerlidir. Herhangi bir moda başlamak istenildiğinde öncelikle bu ekran ile karşılaşmaktadır. Bir önceki versiyonda 4 farklı zorluk seviyesi bulunurken öğretmen adaylarından gelen görüşler doğrultusunda zorluk seviyesi 12’ye çıkarılmıştır. Tasarım ekranında daha basit seviyeler yeşil renk orta zorluktaki seviyeler sarı ve en zor seviyeler kırmızı renkle gösterilmiştir. Normal ve süreli modda bu aşamada zorluk seviyesi seçildikten sonra uygulama ekranına geçilmektedir. Mücadele ve serbest modunda farklı ekranlar gelmektedir. Bu ekranlar Görsel 3.36 ve 3.38’de görüntülenmiştir. Zorluk seviyeleri bir önceki versiyona göre farklılık gösterdiğinden, zorluk seviyesi belirlenirken kullanılan alan ve yerleştirilecek küp sayısına dair bilgiler aşağıdaki Tablo 3.8’de görülmektedir.

Tablo 3.7. Mobil Uygulamanın 3. Versiyonundaki Zorluk Seviyeleri

Zorluk Seviyesi	Yerleştirme Alanı Boyutu	Yerleştirilecek Birim Küp Sayısı
1	2x2x2	2-5
2	2x2x2	5-7
3	3x3x3	4-10
4	3x3x3	10-16
5	3x3x3	16-25
6	4x4x4	6-21
7	4x4x4	21-40

8	4x4x4	40-56
9	5x5x5	10-20
10	5x5x5	20-36
11	5x5x5	36-60
12	5x5x5	60-96

Tablo 3.8’de mobil uygulamanın 3. Versiyonundaki 12 zorluk seviyesinin ne kadarlık bir alan kullandığı ve bu alana ne kadar küp yerleştirerek şekil oluşturulduğuna dair sayısal bilgiler verilmiştir.



Görsel 3.25. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Normal Mod Ekranı

Görsel 3.25’te mobil uygulamanın 3. versiyonundaki normal mod uygulama ekranı görülmektedir. Bu ekran temel bir görüntüye sahip olup, diğer uygulama modlarında da benzer şekilde görülmektedir. Görünüm temelde aynı olmakla birlikte diğer modlarda, modlara özgü bazı farklılıklar bulunmaktadır. Mobil uygulamanın 2. versiyona göre yapılan önemli değişiklikler bulunmaktadır. Öncelikle sadece üst, ön ve yan görünüm yerine üst, ön, arka, sağ ve sol olarak 5 farklı yönden görüntüler bulunmaktadır. Yönleri belirten ok işaretlerinin tasarımları değiştirilmiştir. Rozetlerin görüntülendiği butonun tasarımı değiştirilerek kazanılan ve kazanılabilecek olan tüm rozetlerin listelendiği ekranı açan “Rütbe Rozetleri” butonu eklenmiştir. Şekille ilgili sorunun yazıldığı kısımda tasarım değişikliği yapılarak daha iyi hale getirilmiştir. Ayrıca soruda yön belirten kısım daha kalın harflerle yazılarak dikkat çekmesi sağlanmıştır. Bunun haricinde “Ana Menü” butonu ekranın sağ alt kısmına yerleştirilerek diğer butonlarla uyumlu bir hale getirilmiştir.



Görsel 3.26. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki İncelemek İstiyorum Butonu

Görsel 3.26’da üç kez yanlış cevap verildiğinde görünen “İncelemek İstiyorum” butonu görülmektedir. Bu ekranda uygulama sırasında kontrol ve yönlendirme butonlarının bir araya toplandığı ve tasarım olarak eş boyutlu ancak farklı renklerde olduğu görülmektedir. Bu durumun tasarım olarak bütünlük ve kolay kullanım sağlaması beklenmektedir.



Görsel 3.27. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Süreli Mod Ekranı

Görsel 3.27’de süreli mod ekranı görülmektedir. Bu modda normal moda ek olarak süre kısmı görünmektedir. 2. Versiyonda süreli modda geri sayım olarak sayı görünmekteydi. Ancak görüşmeler sonucunda öğretmen adaylarından kalan sürenin sayı olarak görüntülenmesi yerine çubuk gösterge olarak görüntülenmesi görüşü gelmiştir. Bu nedenle bu şekilde bir tasarım kullanılmıştır.



Görsel 3.28. Mobil Uygulamada 3. Versiyondaki Rütbe Rozetleri Listesi

Görsel 3.28’de uygulama ekranındaki “Rütbe Rozetleri” butonuna tıklandığında açılan pencerenin görüntüsü görülmektedir. 2. versiyonda kullanıcılar sadece bulundukları seviyedeki rozetleri görebiliyorken görüşler doğrultusunda kazandıkları ve kazanabilecekleri rozetleri görebildikleri bir tasarım oluşturulmuştur. Bu ekranda soluk renkle gözüken rozetler henüz alınmamış rozetlerdir. Açık renkle gözüken rozetler ise kazanılmış rozetleri göstermektedir. Bu tasarımın oluşturulmasında 2. versiyon sonrası görüşmelerden alınan görüşler kullanılmıştır. Kazanılan rozetlerin üzerine tıklandığında sağ tarafta açıklaması görünmektedir. Henüz kazanılmamış rozetlere tıklandığında ise kaçınıcı seviyede kazanılacağı bilgisi görüntülenmektedir.



Görsel 3.29. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Örnek Bir Rozet Açıklaması

Yukarıdaki Görsel 3.29’da kazanılan bir rozete tıklandığında açıklaması görünmektedir. Her rozetin ayrı bir adı ve açıklaması bulunmaktadır. Bu isimler uygulamanın 2. versiyonunda öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda daha uygun olacak şekilde belirlenmiştir. Ayrıca rozetlerin tasarımı mobil uygulamanın 2. versiyonu hakkında öğretmen adaylarından gelen görüşler doğrultusunda yeniden tasarlanarak daha az cinsiyet çağrıştıran tasarımlar oluşturulmuştur.



Görsel 3.30. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Kazanılmamış Rozet Açıklama Ekranı

Yukarıdaki görselde kazanılmamış (soluk renkli gözüken) rozetlere tıklandığında kaçınıcı seviyede açılacağına dair bir açıklamanın görüldüğü ekran görülmektedir. Kazanılmamış olan rozetler her 3 seviyede bir açılmaktadır. Rozetin kazanıldığı seviyeye atlandığında ekranda bir bildirim çıkmaktadır. Bu bildirim Görsel 3.31’de görülmektedir.



Görsel 3.31. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Yeni Rozet Kazanımı Bilgi Ekranı

Görsel 3.31’de yeni bir rozet kazanıldığında ekrana çıkan bildirim ekranı görülmektedir. Uygulamada her soru doğru çözüldüğünde belirli bir tecrübe puanı kazanılmakta ve bu tecrübe puanlarıyla seviye yükselmektedir. Seviyeler yükseldikçe her üç seviyede yeni bir rozet açılmaktadır. Yukarıdaki görsel 3. seviyeye ulaşıldığında açılan “Mekansal Çaylak” rozeti kazanıldığında ekrana çıkan bildirim ekranıdır.



Görsel 3.32. Mobil Uygulamanın 3. Versiyonundaki Rozetlerin Tasarımı

Yukarıdaki görselde 3. Versiyonda kullanılan rütbe rozetleri görülmektedir. Toplamda 12 farklı rozet tasarımı yapılmıştır. Tasarımlar açık kaynaklı oyun içeriklerinin paylaşıldığı opengameart.org sistemi üzerinden alınarak Canva uygulaması ile parçalara ayrılmış ve bu şekilde oluşturulmuştur. Her rozet üç seviyede bir kazanılmaktadır. Örneğin 9. rozet 27. seviyede, 12. rozet 36. seviyede kazanılmaktadır.



Görsel 3.33. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Doğru Cevap Geri Bildirim Ekranı

Uygulamanın 1. ve 2. versiyonunda en çok öneri gelen kısımlar geri bildirim ekranları olmuştur. Mobil uygulamanın 3. versiyonunda doğru cevap verildiğinde karşılaşılan geri bildirim ekranı Görsel 3.33'te görülmektedir. Bu ekranın tasarımı öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda arka planı koyu şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca yazı ile birlikte olumlu bir görsel uyarıcı kullanılarak güncellenmiştir.



Görsel 3.34. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Olumsuz Geri Bildirim Ekranı

Görsel 3.34’te soruya yanlış cevap verildiğinde mobil uygulamanın 3. versiyonunda karşılaşılan ekran görülmektedir. Bu ekranda önceki sürüme göre öneriler doğrultusunda arka plan şeffaf siyah yapılmış ve olumsuz görsel uyarıcı eklenmiştir.



Görsel 3.35. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Ana Menüye Dönme Ekranı

Mobil uygulamanın ikinci versiyonunda ana menüye dönme butonuna tıklandığında doğrudan ana menüye geçmekteydi. Ancak öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda doğrudan geçmek yerine butona tıklandığında öncelikle Görsel 3.35’teki gibi bir panel açılmaktadır. Bu panelde “Evet Ana Menü” butonu tıklandığında o anda çözülen soru ve şekil sıfırlanarak ana menüye dönmektedir. Burada sıfırlanmanın anlamı tekrar aynı zorluk seviyesi açılrsa dahi aynı soruya

devam edilmemektedir. Uygulama her seferinde yeni bir şekil ürettiğinden dolayı aynı şeklin çıkma ihtimali olmayabilir. “Hayır Geri Dön” butonu ise bu pencereyi kapatarak soruya devam edilmesini sağlamaktadır. Bu ekran aynı zamanda bir durdurma/mola verme amacıyla da kullanılabilir. Süreli modda bu ekran açıldığında süre durmakta ve hayır butonu tıklanırsa süre kaldığı yerden devam etmektedir.



Görsel 3.36. Mücadele Modu Seçim Ekranı

Görsel 3.36’da “Mücadele Modu” açıldığında zorluk modu seçim ekranından sonra açılan ekran görülmektedir. Bu ekranda kullanıcılardan 3 ile 10 arasında bir şekil sayısı seçilmesi beklenmektedir. Bu moddaki amaç bir şekil için sorulan üst, ön, arka, sağ ve sol olmak üzere 5 soruyu çözmeye çalışmaktır. Daha sonra uygulama tarafından başka bir şekil oluşturularak yine aynı 5 soru sorulmaktadır. Belirtilen yönlerdeki 5 soru her çözüldüğünde yeni bir şekil oluşturulmaktadır. Bu şekilde kaç şekil seçildiyse o şekil sayısı kadar şeklin 5 yönden soruları cevaplandığında mücadele tamamlanmaktadır. Örneğin bu ekranda 4 şekil seçilirse toplamda $4 \times 5 = 20$ soru cevaplanması gerekmektedir. Mücadele modunda diğer modlarda olduğu gibi soru yanlış çözüldüğünde geri bildirim göndermek yerine bir sonraki soruya geçilmektedir. Diğer bir ifadeyle sorulara verilen cevapların iyi düşünülmesi gerekmektedir. Seçilen şekil sayısı kadar şeklin 5 farklı yönden sorulan tüm soruları cevaplandığında uygulama başlatılan mücadele için bir rapor sunmaktadır.



Görsel 3.37. Mobil Uygulamanın 3. Versiyonundaki Mücadele Modu Raporu

Görsel 3.37’de mücadele modunu tamamladıktan sonra karşılaşılan rapor ekranı görüntülenmektedir. Bu raporda toplam şekil sayısı, toplam soru sayısı, ne kadar sürede tamamlandığı, toplam doğru ve yanlış sayısı ile her yön sorusu için kaç doğru kaç yanlış yapıldığı bilgisi yer almaktadır. Ayrıca genel bir değerlendirme puanı verilerek kullanıcılara en çok hangi yönlerde zorlandığına dair bir geri bildirim sağlamaktadır.



Görsel 3.38. Mobil Uygulamada 3. Versiyonda Serbest Mod Seçim Ekranı

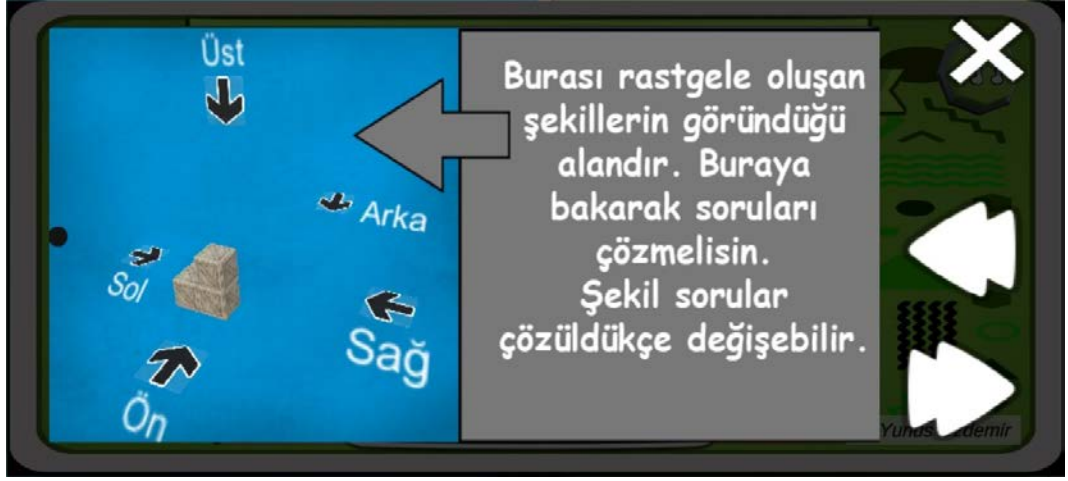
Mobil uygulamanın 3. Versiyonunda eklenen diğer bir yeni mod ise serbest moddur. Bu modda zorluk seviyesi seçildikten sonra Görsel 3.38’de görülen ekran açılmaktadır. Serbest modun amacı en çok zorlanılan yön sorularında alıştırmayı

yapmaktır. Öğretmen adayları tarafından mobil uygulamanın 2. Versiyonu sonrasında önerilen bu modun faydalı olacağı düşünülmektedir. Örneğin en çok yanlışı üstten görünüm ve soldan görünüm sorularından yapan bir kullanıcı sadece bu yönlerin üzerine tıklayıp “Başla” butonuna tıkladığında normal moda benzer bir uygulama ekranı açılmakta ancak sadece üstten ve soldan görünüm soruları gelmektedir. Görsel 3.39’da üst ve sol butonları seçildiğinde nasıl görüldüğünün görüntüsü görülmektedir.



Görsel 3.39. Serbest Mod Yönü Seçilmiş Ekran

Yukarıdaki görselde görüldüğü üzere herhangi bir yön butonuna tıklandığında yeşil renk olmaktadır. Aynı butonun üzerine tekrar tıklandığında ise yine gri renge dönmektedir. “Başla” butonu tıklanmadan önce hangi yönlerin butonu yeşil renkte görünüyorsa sadece o yönden görünümlere ilişkin sorular sırayla gelmektedir. Bu sayede en çok zorlanılan yönlerden görünümlere ilişkin özel bir çalışma imkânı sunulmaktadır.



Görsel 3.40. Mobil Uygulamada 3. Versiyon Nasıl Kullanılır Ekranı

Görsel 3.40'ta mobil uygulamanın üçüncü versiyonunda ana menüde bulunan nasıl kullanılır butonu tıklandığında açılan pencere görülmektedir. İkinci versiyona göre yeni eklenen özelliklerle güncellenmiş olan bu pencerede diğer bir yeni özellik ise ileri ve geri butonlarının bulunmasıdır. İkinci versiyonda sadece ileri gidilebilirken öğretmen adaylarından gelen görüşler doğrultusunda ileri ve geri butonları da eklenmiştir.

Bu şekilde mobil uygulamanın üçüncü versiyon ortaya çıkmıştır. Daha sonra öğretmen adayları ile üçüncü versiyonu kullanmaları ve sonrasında görüşlerini bildirmeleri için bir planlama yapılmıştır.

3.6.6 Mobil Uygulamanın Üçüncü Geliştirme Döngüsü Hakkında Görüş ve Öneriler

Mobil uygulamanın 3. versiyonu öğretmen adayları tarafından kullanılmıştır. Kullanım sonrasında öğretmen adaylarıyla görüşmeler yapılmış ve üçüncü versiyon tüm öğretmen adayları tarafından yeterli ve kullanışlı bulunmuştur. Bu görüşmeler sonucunda mobil uygulamanın üçüncü versiyonu, uygulamanın nihai versiyonu olarak belirlenmiştir. Nihai versiyon olarak belirlenen mobil uygulama versiyonu araştırmanın asıl uygulama öncesinde 7. Sınıf öğrencileriyle pilot uygulamaya hazır hale gelmiştir.

3.6.6.1 Mobil Uygulama Hakkında Öğretmen Adaylarının Görüşleri

Mobil uygulamada gelişime açık yönler ve öneriler haricinde, uygulama hakkında öğretmen adaylarının genel olarak görüşleri de alınmıştır. Bu görüşlere mobil uygulama soyut kavramları somutlaştırması, rahat kullanılabilir olması, belirli bir amaca yönelik olmasının bir avantaj olması, motivasyonu artırması, ilgi çekici olması, geri bildirim yapıyor olması, eğlenirken öğretmesi, uzamsal beceriyi geliştireceğinin düşünülmesi, kolaylık sağlaması ve maliyetleri azaltması gibi özellikleri açısından avantajlı bulunmuştur. Öğretmen adaylarının mobil uygulama hakkındaki genel görüşleri şu şekildedir:

- *Bu uygulamanın kullanılması kişilerin uzamsal düşünme yetilerinin gelişmesine büyük katkılar sağlayabilir (ÖA-1)*
- *Uygulama elbette uzamsal becerileri geliştirme açısından oldukça avantajlı bir model olmuş. 3 boyutlu cisimlerin hareketlerini ve görünümelerini görmek güzel olmuş (ÖA-2)*
- *Öğretmenlerimizin derslere gelirken önceden hazırladıkları üç boyutlu materyalleri derslere getirmesini örnek verebiliriz. Çocuklar veya büyük yetişkinler 3 boyutlu nesnelerle konuyu veya olayı nesneyi daha iyi anladıkları herkes tarafından kabul edilir ancak eğitimcilerin bu materyalleri hazırlamaları oldukça zahmetli ve maliyetli olması nedeniyle bu olayın sanal ortama aktarılması hem eğitimciler açısından hem de öğrenciler açısından eğitime büyük katkılar sağlayacaktır. (ÖA-1)*
- *Uygulama daha fazla kişisel motivasyon sağlıyor. Çünkü burada işte bir şeyler yapmak zorunda değilim ya da bir şeyler öğrenmek zorunda değilim hissiyatına kapılıyor çocuk onun için daha rahat kullanır diye düşünüyorum. Biraz daha aslında eğlenirken farkında olmadan öğrenmek gibi bir şey. (ÖA-3)*
- *Geri dönüt sağlıyor olması diğer uygulamalara kıyasla avantaj sağladığı düşüncesindeyim (ÖA-4)*

- *Yani geri dönütlerin öğrencilerin ilgisini çekeceğini düşünüyorum. (ÖA-4)*

- *Üniversitede kullandığımız uygulamalar o anda birçok şeyi kapsadığı için karışık olabiliyor. Ama bu tek bir amaca yönelik olduğu için daha kolay oluyor. Konu bazında direkt nokta atışı olabilir. (ÖA-5)*

- *Çocuk bilgisayardan da anlamıyorsa bile mesela bunu her türlü kullanabilir. (ÖA-5)*

- *Hiç hayatında bir uygulama veya oyun görmemiş bir insan bile gördüğünde çok net bir şekilde kullanımını anlar. (ÖA-6)*

- *Özellikle matematik gibi daha çok soyut işlemler üzerinden ilerleyen alanlarda bunun faydalı olacağını düşünüyorum. (ÖA-5)*

- *Yedinci sınıflarda genelde soyut olan kavramları somutlaştıramıyorlar. Bu yüzden uygulamada mesela burada inceleyerek aslında arka yüzünün normalde onu hani göremeyen çocuk onu göremez, somut bir şey elde edemezdi ama uygulamada döndürebiliyorduk falan o kısımlarla bence uygulama iyi olmuş. (ÖA-6)*

- *Akıllı telefonlar son yıllarda hayatımızda ama bilgisayarla çok iç içeyim ve benim matematik öğretmenim getirip benim önüme bilgisayardan bir şey atsaydı kesinlikle yani başından bile kalkmayabilirdim. Bence kesinlikle motive edici olduğunu düşünüyorum (ÖA-3)*

Bu görüşler incelendiğinde mobil uygulamanın öğretmen adayları tarafından aşağıdaki özellikleri barındırdığı sonucu çıkmaktadır:

- Uzamsal beceriyi geliştireceğinin düşünülmesi
- Kolaylık sağlama ve maliyetleri azaltması
- Eğlenirken öğretmesi

- Geri bildirim yapıyor olması
- İlgi çekici olması
- Belirli bir amaca yönelik olmasının bir avantaj olması
- Rahat kullanılabilir olması
- Soyut kavramları somutlaştırması

3.7 Pilot Uygulama Süreci

Pilot uygulamaya Bolu’da bulunan bir devlet okulunda öğrenimine devam eden 20 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Pilot uygulama sürecine katılan tüm öğrencilerin aynı işlemleri tecrübe edebilmeleri adına uygulama hakkında bir yönerge oluşturulmuş ve bu yönergeyi izleyerek tüm adımları tamamlamaları istenmiştir. Yönergedeki adımlar şu şekildedir;

1. Normal Modu 3. Zorluk seviyesinde açın ve karşınıza çıkan ilk şeklin tüm sorularını çözünüz. Karşınıza çıkan ilk şeklin sorularını çözdüğünüzde yeni bir şekil gelecektir. Yeni şekil geldiğinde Ana Menü’ye dönebilirsiniz.
2. Süreli Modu 2. Zorluk seviyesini seçerek açınız ve karşınıza çıkan ilk şeklin tüm sorularını çözünüz. Karşınıza çıkan ilk şeklin sorularını çözdüğünüzde yeni bir şekil gelecektir. Yeni şekil geldiğinde Ana Menü’ye dönebilirsiniz.
3. Mücadele Modunda kaç tane şekil olsun sorusuna 3 şekil seçerek tamamlayınız. Tamamladıktan sonra karşınıza çıkan sonuçları inceleyiniz.
4. Serbest modda 2. Zorluk seviyesinde kendi seçeceğiniz 2 farklı yönü seçerek 2 tane şeklin sorularını çözünüz.
5. Ana Menü üzerinde renkleri değiştir seçeneğine giderek istediğiniz renkleri seçin ve sonra herhangi bir modu açara renklerin nasıl görüldüğünü inceleyiniz.
6. Herhangi bir modu başlatarak rozetleri inceleyiniz
7. Normal modda karşınıza çıkan şekildeki soruyu 3 kez yanlış giriniz ve Artırılmış gerçeklik ortamında şekli inceleyiniz.

Yönerge hazırlanırken öğrencilerin uygulamadaki tüm özellikleri tecrübe edeceği şekilde adımlar belirlenmiştir. Sonrasında uygulama hakkında değerlendirme formunu doldurmaları istenmiştir. Bu formdaki sorular uygulamanın tüm özelliklerini artı ve eksileriyle değerlendirecek kapsamda hazırlanmış ve pilot

uygulamaya katılan öğrencilerin tecrübelerini yansıtmaları istenmiştir. Pilot uygulama sürecindeki değerlendirmeler herhangi bir sorun varsa tespit edilip çözülerek asıl uygulamanın sorunsuz olması için oldukça önemli olmuştur.

Pilot uygulama sırasında öğrenciler kendi cihazlarını kullanmıştır. Nihai versiyonu ortaya çıkan mobil uygulama derlenerek apk formatında kaydedilmiştir. Bu uygulama bir bulut depolama sunucusuna yüklenerek web adresi karekod formatına dönüştürülmüştür. Pilot uygulamanın yapılacağı sınıfta panoya ve sınıf tahtasına uygulamanın apk olarak tutulduğu sunucunun web adresinin karekod formatı asılarak öğrencilerin cihazları yardımıyla karekodu okutarak uygulamayı yüklemeleri sağlanmıştır.

3.7.1 Pilot Uygulamanın Sonuçları

Pilot uygulamada yönergeleri gerçekleştiren öğrencilerin değerlendirme sorularına verdikleri cevaplar incelenerek raporlaştırılmıştır. Pilot uygulamada sorulan sorular doğrultusunda şu sonuçlar ortaya çıkmıştır:

- Uygulamanın genel kullanım kolaylığı hakkında pilot uygulamaya katılan 15 öğrenci ne çok kolay ne çok zor, 2 öğrenci kolay, 3 öğrenci çok kolay olarak cevap vermiştir.
- Uygulamada kullanıcı arayüzü hakkında 6 öğrenci çok güzel, 8 öğrenci güzel ve 6 öğrenci ne güzel ne kötü olarak cevap vermiştir.
- Normal modda 9 öğrenci soruyu doğru cevapladığı halde uygulamanın yanlış olduğuna dair geri bildirim verdiğini söylemiştir. Bunun dışında diğer 11 kişi normal modda herhangi bir sorun yaşamamıştır.
- Süreli modda soruyu doğru çözmesine rağmen yanlış olduğu geri bildirimini alan 3 öğrenci bulunmaktadır. 17 öğrenci süreli modda başka herhangi bir sorun yaşamadığını belirtmiştir.
- Sorunun doğru cevaplanmasına rağmen uygulama tarafından yanlış kabul edilmesi sorununu mücadele modunda 2 öğrenci ve serbest modda 4 öğrenci yaşamıştır. Geriye kalan mücadele modunda ve serbest modda herhangi bir sorun yaşamamıştır.
- Artırılmış gerçeklik açılması sırasında öğrencilerin hiçbiri sorun yaşamadığını belirtmiştir. Ayrıca artırılmış gerçeklik hakkında 3 öğrenci çok beğendim ve 17 öğrenci beğendim olarak değerlendirme yapmıştır.

- Süreli modda 6 öğrenci, mücadele modunda 6 öğrenci ve normal modda 4 öğrenci zorluk yaşadığını belirtmiştir. Geriye kalan 4 öğrenci tüm modların kolay olduğunu herhangi bir zorluk yaşamadıklarını ifade etmiştir.
- En çok beğenilen mod sorulduğunda 8 öğrenci sade ve klasik olanları sevdikleri için normal modu, 6 öğrenci daha heyecanlı olduğunu düşündükleri için süreli modu, 4 öğrenci istedikleri yönü seçebildikleri ve eğlenceli olduğu için serbest modu ve 2 öğrenci herhangi bir sebep belirtmeksizin mücadele modunu seçmiştir.
- Uygulamadaki rozetler hakkında 4 öğrenci çok beğendiğini ve 16 öğrenci beğendiğini belirtmiştir.
- Mod türleri ile ilgili öğrencilere iyileştirme önerilerinin olup olmadığı sorulduğunda herhangi bir öneri gelmemiştir.
- Uygulamayı daha iyi hale getirmek için öneriler sorulduğunda ise 4 öğrenci uygulamanın Play Store ve App Store gibi mağazalarda yayınlanmasının daha ulaşılabilir olması açısından iyi olacağını önermiştir. Bunun dışında herhangi bir öneri bulunmamaktadır.
- Artırılmış gerçeklik destekli bu mobil uygulamaya benzer uygulamaları diğer derslerde de kullanmayı isteyip istemedikleri sorulduğunda 19 öğrenci kullanmak istediklerini ve 1 öğrenci istemediğini belirtmiştir. Kullanmak istemeyen öğrenci ilgi alanı olmadığından dolayı istemediğini söylemiştir.

Pilot uygulama sonuçları incelendiğinde düzeltilmesi gereken bir sorun tespit edilmiştir. Sorun öğrencilerin sorulan soruyu doğru cevaplamalarına rağmen uygulamanın yanlış olarak değerlendirmesidir. Bu sorunun öğrenciler şekli incelemek için artırılmış gerçeklik ekranına geçtikten ve şekli incelemeyi bitirdikten sonra soruya geri döndüklerinde ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Gözlemlenen ve öğrenciler tarafından ifade edilen diğer bir husus ise uygulamanın play store veya app store gibi mağazalara yüklenmesinin daha rahat kullanım sağlayacağıdır.

Ayrıca en zorlanılan modların süreli ve mücadele modu olduğu, en çok beğenilen modun normal mod olduğu, artırılmış gerçeklik konusunda öğrencilerin sorun yaşamadığı ve artırılmış gerçekliği kullanmayı beğendikleri ve genel olarak bu tarz uygulamaları derslerinde kullanmayı istedikleri sonucu ortaya çıkmıştır.

Pilot uygulama sonucunda tespit edilen sorun mobil uygulamanın kaynak kodları incelenerek belirlenmiş ve araştırmacı tarafından giderilerek test edilmiştir. Tespit edilen sorun çözüldükten sonra araştırmanın asıl uygulama sürecine hazır olan mobil uygulama tekrar derlenerek apk formatında bir bulut depolama sunucusuna yüklenmiştir.

3.8 Geçerlik ve Güvenirlik

Bu başlıkta araştırmanın geçerlik ve güvenirliği hakkında neler yapıldığı anlatılmaktadır. Bu çalışmada geçerlik ve güvenirliğin sağlanması amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. İç geçerlik veri toplama araçları, deneklerin önceki durumları ön testin etkisi gibi faktörlerden etkilenebilmektedir (Büyüköztürk vd., 2013). Bu kapsamda deney ve kontrol gruplarının ön test sonuçlarının benzer olması, uygulanan testlerin güvenirlik katsayılarının uygun seviyelerde olması (UGT=.971 ve ZDT=.712) ve ön test ile son test arasında ön test etkisini azaltmaya yönelik en az 3 hafta sürenin bulunması çalışmanın iç geçerliliğini arttırmaktadır.

Araştırma sonuçlarının araştırmaya katılan iki farklı okulda benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu durum araştırmanın dış geçerliği için önem arz etmektedir. Dış geçerlik araştırma sonuçlarının farklı örneklemelere genellenebilirliği anlamına gelmektedir (Guba, 1981). Bu nedenle ön testlerde iki farklı örneklem arasında benzer sonuçlara ulaşmak araştırmanın dış geçerliğini güçlendiren önemli bir etkidir.

LeCompte ev Goetz (1982) güvenirliği, araştırma sonuçlarının benzer ortamlarda aynı sonuçlara ulaşıp ulaşılamayacağı şeklinde tanımlamıştır. Araştırma sonuçları ele alındığında iki farklı benzer örneklemelerde, benzer sonuçların bulunması iç güvenirliğe yönelik kanıtlar sunmaktadır. İki farklı okuldaki öğrencilerin görüşlerinin birbirlerini destekler nitelikte olması da nitel verilerle de dış güvenirliği desteklemektedir.

Araştırmada nitel verilerin güvenirliğini sağlamak için veri kaynakları üçgenlemesi yöntemi kullanılmıştır. Veri kaynaklarının üçgenlenmesi ise çeşitli veri kaynaklarının kullanılması olarak tanımlanır (Denzin, 1978). Bu çalışmada farklı okullarda öğrenim gören öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Temalar çıkarılırken, görüşmeler sonucunda kaydedilen ses kaydı önce metne dönüştürülmüştür. Daha sonra araştırmacı tarafından oluşturulan maddeler temalar ile ilişkilendirilerek birleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırmada toplanan veriler analiz edilerek bulgular yorumlanmıştır. Araştırmada iki farklı okulda farklı yöntemler karşılaştırılmıştır. 1. okulda öğretim programının ön gördüğü geleneksel öğretim yöntemi ve mobil uygulamanın kullanıldığı öğretim yönteminin etkileri karşılaştırılmıştır. 2. okulda ise somut materyallerin kullanıldığı öğretim yöntemi ile mobil uygulamanın kullanıldığı öğretim yönteminin etkileri karşılaştırılmıştır. Bu nedenle 1. okul ve 2. okul için yapılan analizlerin bulguları ayrı başlıklar altında ele alınmıştır.

4.1 1. Okul Analizleri ve Bulgular

Araştırma kapsamında geliştirilen mobil uygulama kullanılarak yapılan konu işleyişi ve müfredatın öngördüğü şekilde konu işleyişi arasındaki farkların analiz sonuçları bu başlıkta paylaşılmıştır.

Öncelikle verilerin normal dağılıp dağılmadığı analiz edilmiştir. Deney ve kontrol grubunun “*Uzamsal Görseleştirme*” testi (UGTORT) ve “*Zihinde Döndürme*” testi (ZDTORT) verilerinin normallik dağılımı için veriler Shapiro-Wilk testi ile analiz edilmiştir. Deney ve kontrol grubunun “*Uzamsal Görseleştirme*” testi (UGTORT) ve “*Zihinde Döndürme*” testi (ZDTORT) ortalamalarının normallik testleri sonucu aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.1. 1. Okul Ön Testlerin Normallik Testi Sonuçları

Test	Alt Grup	İstatistik	Serbestlik Derecesi	p
UGTORT	Deney Grubu Ön Testi	,854	20	,006*
	Kontrol Grubu Ön Testi	,975	25	,765
ZDTORT	Deney Grubu Ön Testi	,939	20	,130
	Kontrol Grubu Ön Testi	,949	25	,262

*p<0.05

Tablo 4.1 incelendiğinde uzamsal görselleştirme ön test puanlarının deney grubunda normal dağılmadığı (p<0,05) ve kontrol grubunda normal dağılım (p>0,05) gösterdiği görülmektedir. Zihinde döndürme testi verilerinde ise deney ve

kontrol gruplarının her ikisinde ön test puanlarının normal dağılım ($p>0,05$) gösterdiği görülmektedir. Tabloda her gruptaki $p<0,05$ olan değerler ‘*’ ile işaretlenmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının ön test puanları incelenirken deney grubunda normal dağılım göstermeyen uzamsal görselleştirme ön testi için gruplardan birisi normallik varsayımını karşılamadığı için parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılmadığı durumlarda normallik varsayımı gerektirmeyen parametrik olmayan testlerin kullanılması önerilmektedir (Hollander vd., 2013). Her iki grupta da normal dağılım gösteren zihinde döndürme ön testi için ise parametrik testlerden ilişkisiz örneklem t-testi kullanılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının uzamsal görselleştirme testi ön test puanlarının karşılaştırıldığı Mann Whitney U testi analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 4.2’de görülmektedir.

Tablo 4.2. 1. Okul Uzamsal Görselleştirme Ön Testlerinin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Mean Rank	U	p
UGTORT*	Deney Grubu	20	22,55	241,000	,835
	Kontrol Grubu	25	23,36		

* Normal dağılım göstermeyen veri seti

Tablo 4 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının uzamsal görselleştirme testinin ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ($p>0,05$) görülmektedir. Ön testlerde anlamlı farklılık olmaması her iki grubun uzamsal görselleştirme becerilerinin başlangıçta benzer seviyede olduğunun göstergesi olarak yorumlanabilir.

Deney ve kontrol gruplarının zihinde döndürme testi ön test puanlarının karşılaştırıldığı ilişkisiz örneklem t testi analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 4.3’te görülmektedir.

Tablo 4.3. 1. Okul Zihinde Döndürme Testi Ön Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	df	p
ZDTORT	Deney Grubu	20	26,35	5,470	-,056	43	.956
	Kontrol Grubu	25	26,28	2,747			

Tablo 4.3 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarında zihinde döndürme testi ön test puanlarının anlamlı farklılık göstermediği ($p>0.05$) görülmektedir. Bu durum zihinde döndürme testinin puanları arasında başlangıçta her iki grubun benzer seviyede olduğunu göstermektedir.

Deney grubu ve kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla son test puanları için de normallik testi yapılmıştır. Normallik testi için Shapiro-Wilk normallik testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının son test puanlarının normallik testi sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.4. 1. Okul Son Testi Puanlarının Normallik Testi Sonuçları

Test	Alt Grup	İstatistik	Serbestlik Derecesi	p
UGTORT	Deney Grubu Son Testi	,962	20	,577
	Kontrol Grubu Son Testi	,926	25	,070
ZDTORT	Deney Grubu Son Testi	,891	20	,061
	Kontrol Grubu Son Testi	,832	25	,002*

* $p<0.05$

Tablo 4.4 incelendiğinde deney grubu ve kontrol grubunda uzamsal görselleştirme testi son test puanlarının her iki grupta da normal dağılım ($p>0,05$) gösterdiği görülmektedir. Öte yandan deney ve kontrol gruplarında zihinde döndürme testi son test puanlarının deney grubunda normal dağılım gösterirken ($p>0,05$), kontrol grubunda normal dağılım göstermediği ($p<0,05$) sonucu ortaya çıkmıştır. Bu durumda uzamsal görselleştirme testinin son testi ile ilgili yapılacak

olan analizlerde her iki grup için parametrik testlerden ilişkili (grup içi) veya ilişkisiz (gruplar arası) örneklem T-testi kullanılmıştır. Zihinde döndürme testi son testi ile ilgili analizlerde ise deney grubunda parametrik testlerden T-testi, kontrol grubunda ise parametrik olmayan testlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi (grup içi) ve Mann Whitney-U (gruplar arası) testi kullanılmıştır. Tabloda $p < 0.05$ olan değerler ‘*’ ile işaretlenmiştir.

4.1.1 1. Okul Deney Grubunun Ön Test-Son Test Karşılaştırma

Sonuçları

Deney grubuna ön test uygulandıktan sonra, öğrenciler 5 ders saati boyunca ilgili kazanımı öğrenmek için araştırma kapsamında geliştirilen mobil uygulamayı kullanmışlardır. Konu anlatımı ve mobil uygulama kullanıldıktan sonra öğrencilere son test uygulanmıştır. Deney grubu uzamsal görselleştirme testi için ön test puanları normal dağılım göstermezken, son test verileri ise normal dağılım göstermektedir. Öte yandan deney grubunda zihinde döndürme testi için ön test ve son test puanları normal dağılım göstermektedir. Bu doğrultuda 1. okul deney grubunda uzamsal görselleştirme testi ön test ve son test puanları karşılaştırılırken parametrik olmayan testlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Zihinde döndürme testi ön test ve son test puanları için ise ilişkili örneklem t testi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 4.5’te görülmektedir.

Tablo 4.5. 1. Okul Deney Grubu Uzamsal Görselleştirme Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Test	Son test- Ön test	N	Sıra Ort.	Sıra Toplamı	Z	p
UGT**	Negatif Sıra	4	4.88	19.50	-3.202	.001*
	Pozitif Sıra	16	11.91	190.50		
	Eşit	0				

* $p < 0.05$, ** Ön test verileri normal dağılım göstermeyen veri seti

Deney grubunda uzamsal görselleştirme testi ön test ve son test puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 7’de görülmektedir. Uzamsal görselleştirme testi son test puanı ön test puanından yüksek olan 16 öğrenci ve son test puanı ön test puanından düşük olan 4 öğrenci bulunmaktadır.

Uzamsal görselleştirme testi analiz sonuçlarına göre deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılık ($Z = -3.202$, $p = .001$, $p < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Sıra ortalamaları ve toplamaları dikkate alındığında test puanlarının son test puanları lehine olduğu görülmüştür. Ayrıca etki büyüklüğü hesaplandığında $r = 0.71$ olarak bulunmuştur. Cohen (1992) tarafından yapılan etki büyüklüğü yorumlama sınıflandırmasına göre bu etki büyüklüğü büyük etki olarak değerlendirilmektedir. Analiz sonucuna göre deney grubuna uygulanan deneysel sürecin (mobil uygulamanın kullanımı) uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmek için büyük düzeyde bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Deney grubunun zihinde döndürme testi ön test ve son test puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçları tabloda görülmektedir

Tablo 4.6. 1. Okul Deney Grubu Zihinde Döndürme Testi Ön Test-Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	p
ZDT	Ön test	20	26.35	5.470	-4.023	19	<.001*
	Son test	20	33.00	7.370			

* $p < 0.05$

Zihinde döndürme testi analiz sonuçlarına göre deney grubu ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu ($t = -4.023$, $sd = 19$, $p < 0.05$) ortaya çıkmıştır. Grupların ortalamaları dikkate alındığında bu farklılığın son test lehine olduğu görülmektedir. Etki büyüklüğü hesaplandığında $d = 0.89$ ve Eta-kare = 0,46 olarak bulunmuştur. Eta-kare değeri varyansın yüzde 46'sının bağımsız değişken tarafından açıklandığı anlamına gelmektedir. Analiz sonucu yorumlandığında deney grubuna uygulanan deneysel sürecin (mobil uygulama kullanımı) zihinde döndürme becerilerini geliştirmek için d ve eta-kare değerlerine göre büyük etkiye sahip olduğu ifade edilebilir (Cohen, 1992).

4.1.2 1. Okul Kontrol Grubunun Ön Test-Son Test Karşılaştırma Sonuçları

Kontrol grubunda ön test uygulandıktan sonra 5 ders saati boyunca ilgili kazanıma ilişkin konu anlatımı müfredatın öngördüğü şekilde yapılmıştır. Konu

anlatımı sonrası son test uygulanmıştır. Kontrol grubunda ön test verileri uzamsal görselleştirme testi ve zihinde döndürme testi verileri normal dağılım göstermektedir. Kontrol grubunda son test verilerinde ise uzamsal görselleştirme testi verileri normal dağılım gösterirken zihinde döndürme testi normal dağılım göstermemektedir. Bu durumda ön test ve son test verileri karşılaştırılırken uzamsal görselleştirme testi için parametrik testlerden ilişkili örneklem T-testi, zihinde döndürme testi için ise parametrik olmayan testlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Kontrol grubunun ön test ve son test puanlarının karşılaştırma analizi sonuçları aşağıdaki Tablo 4.7 ve 4.8’de görülmektedir.

Tablo 4.7. 1. Okul Kontrol Grubu Uzamsal Görselleştirme Ön Test-Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	p
UGT	Ön test	25	4.84	2.249	-5.155	24	<.001*
	Son test	25	7.20	3.136			

* p<0.05

Tablo 4.7 incelendiğinde kontrol grubunda müfredatın öngördüğü şekilde yapılan konu anlatımının uzamsal görselleştirme testi ön test ve son test puanları arasında farklılık ($t=-5.155$, $df=24$, $p<0.05$) olduğunu göstermektedir. Grupların ortalaması dikkate alındığında farklılığın son test lehine olduğu görülmektedir. Etki büyüklüğü hesaplandığında $d= 1,031$ ve eta-kare değeri hesaplandığında 0.52 olarak bulunmuştur. Bu sonuç konu anlatımının müfredatın öngördüğü şekilde yapılmasının uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede büyük etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.8. 1. Okul Kontrol Grubu Zihinde Döndürme Ön Test-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Test	Son test- Ön test	N	Sıra Ort.	Sıra Toplamı	Z	p
ZDT*	Negatif Sıra	11	8,91	98.00	-,928	,354
	Pozitif Sıra	11	14,09	155.00		
	Eşit	3				

* Son test verileri normal dağılım göstermeyen veri seti

Elde edilen bulgular incelendiğinde kontrol grubunda müfredatın öngördüğü şekilde yapılan konu anlatımının zihinde döndürme testi başarısına istatistiksel olarak anlamlı bir etki yapmadığı ($p>0.05$) görülmektedir. Son test puanı ön test puanından yüksek olan 11 öğrenci, son test puanı ön test puanından düşük olan 11 öğrenci ve her iki puanı eşit olan 3 öğrenci bulunmaktadır. Ayrıca sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde puanların son test lehine artış gösterdiği görülmüştür. Bu durumda istatistiksel olarak anlamlı bir etki olmasa da müfredatın öngördüğü şekilde yapılan ders anlatımının zihinde döndürme testi başarı puanlarında artışa neden olduğu söylenebilir.

4.1.3 1. Okulda Deney ve Kontrol Gruplarının Son Testlerinin

Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarında ön test uygulandıktan sonra deney grubunda deneysel süreç olan mobil uygulama desteği ile ve kontrol grubunda müfredatın öngördüğü şekilde konu anlatımları yapılmıştır. Konu anlatımları sonrasında son test uygulanmıştır. Deney ve kontrol gruplarının son test verileri incelendiğinde her iki grupta uzamsal görselleştirme testi verileri normal dağılım gösterirken, zihinde döndürme testi verileri deney grubunda normal dağılım gösterirken kontrol grubunda normal dağılım göstermemektedir. Bu bağlamda son testlerin karşılaştırma analizi yapılırken uzamsal görselleştirme testi son test puanları için ilişkisiz örneklem t-testi kullanılmıştır. Zihinde döndürme testi son test puanlarının karşılaştırma analizi için ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme testi son test puanlarına ilişkin karşılaştırma analizi sonuçları Tablo 4.9 ve 4.10’da görülmektedir.

Tablo 4.9. 1. Okul Deney Ve Kontrol Grupları Uzamsal Görselleştirme Son Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	p
UGT	Deney Grubu	20	8.20	3.665	.986	43	.330
	Kontrol Grubu	25	7.20	3.136			

İlişkisiz örneklemeler T-testi sonuçları ele alındığında deney ve kontrol grubunda uzamsal görselleştirme son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ($t=.986$, $p=.330$, $p>0.05$) saptanmıştır. Ancak son test ortalamaları dikkate alındığında deney grubu son test ortalamalarının 8.20 ve kontrol grubu son test ortalamasının 7.20 olduğu görülmektedir. Bu durumda deneysel süreç olan mobil uygulamanın uzamsal görselleştirme son test puanlarında daha yüksek bir artış gösterdiği ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı bir artış olmadığı söylenebilir.

Tablo 4.10: 1. Okul Deney Ve Kontrol Grupları Zihinde Döndürme Son Test Puanlarının Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Ortalama	U	p
ZDT	Deney Grubu	20	28.03	149.500	.021*
	Kontrol Grubu**	25	18.98		

* $p<0.05$, ** Son test verileri normal dağılım göstermeyen veri seti

Mann-Whitney U testi sonuçları değerlendirildiğinde deney ve kontrol gruplarının zihinde döndürme son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu ($U=149.500$, $p=.021$, $p<0.05$) ortaya çıkmıştır. Deney ve kontrol grubunun ortalama değerleri incelendiğinde bu farklılığın deney grubu lehine olduğu görülmektedir. Etki büyüklüğü değeri hesaplandığında $r=0.342$ olarak bulunmuştur. Bu durumda deneysel süreç olan mobil uygulamanın kullanılmasının, müfredatın öngördüğü şekilde konu anlatımına kıyasla zihinde döndürme becerilerini geliştirmek için orta düzeyde etkili olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

4.1.4 1. Okul Mobil Uygulama Seviyelerinin Karşılaştırılması

Deney grubunda deneysel süreç olan mobil uygulama kullanıldıktan sonra yapılan son test puanları arasındaki ilişkinin incelenmesi için öğrencilerden son test sırasında mobil uygulamada ulaştıkları seviye bilgileri de istenmiştir. Mobil uygulamada sorular doğru çözüldükçe tecrübe puanı alınması ve dolayısıyla seviye yükselmesi nedeniyle daha fazla alıştırma yapmanın etkileri incelenmiştir. Öğrencilerin son test verileri ile ön test verileri arasındaki fark alınarak ulaşılan seviye ile son ve ön test puanları arasındaki değişim değerleri arasındaki farklar incelenmiştir. Öncelikle ulaşılan seviyelere (8,9,10) göre puan farklarının normallik dağılımı incelenmiştir. Normallik testi sonuçları Tablo 4.11’de görülmektedir.

Tablo 4.11. 1. Okul Mobil Uygulama Seviyelerine Göre Puan Artışlarının Normallik Dağılımı

Test	Alt Grup	İstatistik	Serbestlik Derecesi	p
UGTORT	8 Seviye	,920	6	,509
	9 Seviye	,983	9	,980
	10 Seviye	,961	5	,814
ZDTORT	8 Seviye	,873	6	,239
	9 Seviye	,908	9	,303
	10 Seviye	,764	5	,040*

* Normal dağılım göstermeyen veri seti

Tablo incelendiğinde deney grubu katılımcılarının deneysel süreç boyunca mobil uygulamada 8. 9. ve 10. seviye olmak üzere 3 farklı seviyeye ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 8. seviyeye ulaşan 6 öğrenci, 9. seviyeye ulaşan 9 öğrenci ve 10. seviyeye ulaşan 5 öğrenci bulunmaktadır. Normallik analizi sonuçlarına göre tüm seviyelerdeki öğrencilerin puanlarındaki değişim değerleri zihinde döndürme testi 10. seviye dışındaki tüm gruplar için normal dağılım göstermektedir ($p>0.05$). Uzamsal görselleştirme testi için 3 grup olması ve normal dağılım göstermesi nedeniyle anova testi kullanılmıştır. Zihinde döndürme testinde gruplardan birisi normal dağılım göstermediğinden gruplar arası karşılaştırmada Kruskal Wallis H testi kullanılmıştır. Yapılan anova testi sonuçları Tablo 4.12’de görülmektedir.

Tablo 4.12: 1. Okul Uzamsal Görselleştirme Puan Farkları İle Ulaşılan Seviye Anova Analizi Sonuçları

Test	Gruplar	Karelerin Toplamı	sd	Karelerin Ortalaması	F	p
UGTFARK	Gruplar Arası	14,028	2	7,014	,546	,589
	Grup İçi	218,522	17	12,854		
	Toplam	232,550	19			

Tablo 4.12 incelendiğinde 1. okuldaki deney grubundaki öğrencilerin mobil uygulamada ulaştıkları seviyeler ile uzamsal görselleştirme puanlarının ön ve son test arasındaki değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 4.13: 1. Okul Zihinde Döndürme Testi Puan Farkları ile Ulaşılan Seviye
Kruskal Wallis H Testi Analizi Sonuçları

Test	Gruplar	n	Sıra Ort.	df	H	p
ZDTFARK	8. Seviye	6	11,58	2	,773	,680
	9. Seviye	9	9,22			
	10. Seviye*	5	11,50			

* Normal dağılım göstermeyen veri seti

Tablo 4.13 incelendiğinde zihinde döndürme testi için deneysel süreçte öğrencilerin mobil uygulamada ulaştığı seviyeler ile ön ve son test puan farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

4.1.5 Mobil Uygulama Sürecinde Gözlem Verileri

Deney grubunda uygulanan deneysel süreçte (mobil uygulamanın kullanılması) araştırmacı tarafından sınıf içi gözlem formu ile gözlemler yapılmıştır. Araştırmacının sınıf içerisindeki gözlem notları aşağıdaki şekildedir:

Sınıftaki öğrencilerin mobil uygulamaya çok ilgi gösterdiği gözlemlenmiştir. Özellikle artırılmış gerçeklik özelliğini ilk kez kullanan öğrencilerin şaşkınlık ve heyecan hissettiği gözlemlenmiştir. İlk kez kullanan öğrenciler farkında olmadan kullandıkları cihazla artırılmış gerçeklik nesnesinin etrafında hareket ederek çevresini gözlemlenmiştir. Bunu gören yakınındaki diğer öğrencilerin de bu özelliği bir an önce kullanmak istedikleri gözlemlenmiştir. Uygulama kullanılırken ilk derste öğrenciler daha ziyade bireysel olarak kullanmıştır. Daha sonraki derslerde mücadele modunu keşfetmeleri üzerine birlikte ikili, üçlü ve dörtlü gruplar ile kendileri yarış halinde kullanmaya başlamıştır. Deneysel uygulama süreci bazen iki ders arka arkaya olmuştur. Bu iki ders süren uygulamalarda öğrencilerin bazıları teneffüse çıkmayıp mobil uygulamayı kullanmaya devam etmiştir. Uygulamadaki renk seçim özelliği öğrencileri çok motive etmiştir. Özellikle kendi sevdikleri renkleri veya tuttukları takımın renklerini seçerek birbirleriyle mücadele modunda yarışmalar yaptıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca uygulama üzerinde seviye atlama ve rozet kazanma özellikleri de öğrencileri motive eden bir diğer özellik olmuştur. Zorluk seviyeleri seçebilmeleri sayesinde kendilerini daha zor soruları yapmaya zorlayan öğrenciler gözlemlenmiştir. Öğrencilerin bazıları “bu uygulamayı evde kullanabilir miyiz?”, “play store da veya app store da var mı?” şeklinde araştırmacıya sorular

yöneltmiştir. Uygulamanın kullanımı konusunda öğrenciler herhangi bir zorluk yaşamamıştır. Ayrıca uygulama süreci boyunca herhangi bir teknik sorun da yaşanmamıştır.

Bu gözlem doğrultusunda çıkarılan tema ve kodlar aşağıdaki Tablo 4.14’te açıklamalarıyla birlikte görülebilir.

Tablo 4.14. 1. Okul Gözlem Formu Temaları, Kodları Ve Açıklamaları

Tema	Kod	Açıklama
Öğrenci İlgisi ve Katılımı	Yüksek İlgi	Öğrencilerin mobil uygulamaya büyük ilgi göstermesi ve kullanım sırasında yüksek düzeyde katılım sergilemeleri
	Teneffüse Çıkmama	Öğrencilerin ders aralarında dahi uygulamayı kullanmaya devam etmeleri
Motivasyon Araçları	Renk Seçimi	Uygulamanın renk seçim özelliğinin öğrencilerin motivasyonunu artırması
	Seviye Atlama ve Rozet Kazanma	Uygulamanın seviye atlama ve rozet kazanma özelliklerinin öğrencilerin motivasyonunu artırması
Grup Dinamikleri ve İşbirliği	Bireyselden Grup Yarışmasına Geçiş	Öğrencilerin başlangıçta bireysel olarak kullandıkları uygulamayı, daha sonraki derslerde grup halinde yarışma modunda kullanmaya başlamaları
	Artırılmış Gerçeklikte İşbirliği	Artırılmış gerçeklik özelliğini ilk kez kullanan öğrencilerin deneyimlerini paylaşarak diğer öğrencilerin de bu özelliği kullanmaya teşvik etmeleri
Öğrenme ve Kendini Zorlama	Zorluk Seviyesi Seçimi	Öğrencilerin uygulamada zorluk seviyelerini seçebilme özelliği sayesinde kendilerini daha zor soruları yapmaya zorlamaları
Geri Bildirim ve Merak	Evde Kullanım İsteği	Öğrencilerin uygulamayı evde de kullanmak istemeleri ve bununla ilgili araştırmacıya sorular yöneltmeleri
Kullanıcı Deneyimi	Kullanım Kolaylığı	Öğrencilerin uygulamayı kullanırken zorluk çekmemesi
	Teknik Sorunların Olmaması	Uygulamanın kullanımı sırasında herhangi bir teknik sorun yaşanmaması

Tablo 4.14 incelendiğinde deney grubunda deneysel süreç sırasında öğrencilerin mobil uygulamaya olan ilgisi ve katılımı belirgin bir şekilde öne çıktığı görülmektedir. Öte yandan öğrencilerin mobil uygulamanın artırılmış gerçeklik özelliğine karşı gösterdikleri heyecan ve merak, artırılmış gerçeklik özelliğinin eğitsel uygulamalarda ne kadar ilgi çekici olabileceğini ortaya koymaktadır. Uygulamadaki artırılmış gerçeklik, renk seçimi, seviye atlama ve rozet kazanma gibi öğrenci motivasyonunu artırıcı özellikler, öğrencilerin ilgisini sürekli canlı tutarak daha fazla çaba göstermeye teşvik etmiştir. Bireysel kullanımdan grup halinde yarışma amacıyla kullanılan mücadele moduna geçiş, öğrencilerin işbirliği yapma ve birlikte çalışma becerilerini geliştirebilecek özellikler olarak ifade edilebilir. Ayrıca, uygulamayı evde de kullanmak isteyen öğrencilerin geri bildirimleri, bu tür uygulamaların öğrenme süreçlerini nasıl olumlu yönde etkileyebileceğini ve öğrencilerin ilgisini ve merakını nasıl artırabileceğini göstermektedir. Uygulamanın kullanımı sırasında öğrencilerin zorluk yaşamamaları ve tüm deneysel süreç sırasında herhangi bir teknik sorun yaşanmaması, bu tarz uygulamaların eğitim ortamlarına sorunsuz bir şekilde entegre edilebileceğine dair önemli bir gösterge olarak görülebilir. Bu sınıf içi gözlem bulguları, benzer mobil uygulamaların eğitimde etkin bir şekilde kullanılabileceğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır.

4.2 2. Okul Analizleri ve Bulgular

Bu araştırmanın amaçlarından birisi de geliştirilen mobil uygulamanın kullanılmasının ve somut materyaller olarak birim küplerin kullanılmasının konunun öğrenilmesi üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Bu kapsamda 2. okulda deneysel süreç olarak mobil uygulama ile konunun öğrenildiği deney grubu ve somut materyaller olarak birim küplerle desteklenmiş bir konu anlatımı ile konunun öğrenildiği bir kontrol grubu olmak üzere iki sınıf belirlenmiştir. Her iki sınıfta da ön test yapıldıktan bir süre sonra konu işlenmiş ve sonrasında son test uygulanmıştır.

Analizler yapılmadan önce verilerin normallik varsayımı incelenmiştir. 2. okul deney ve kontrol gruplarının ön test verilerinin normallik analizi Tablo 4.15'te paylaşılmıştır.

Tablo 4.15. 2. Okul Ön Test Normallik Dağılımı Sonuçları

Test	Alt Grup	Statistic	Serbestlik Derecesi	p
UGTORT	Deney Grubu Ön Testi	,943	12	,544
	Kontrol Grubu Ön Testi	,914	17	,119
ZDTORT	Deney Grubu Ön Testi	,960	12	,790
	Kontrol Grubu Ön Testi	,935	17	,267

Tablo 4.15 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme testleri için ön test verilerinin normal dağılım gösterdiği ($p>0.05$) görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda karşılaştırmalar yapılırken parametrik testler kullanılmıştır. Grup içi karşılaştırmalarda ilişkili örneklem t-testi ve gruplar arası karşılaştırmalarda ilişkisiz örneklem t-testi kullanılmıştır.

Tablo 4.16. 2. Okul Deney Ve Kontrol Grupları Ön Testleri İlişkisiz Örneklem T-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	p
UGT	Deney Grubu	12	4,58	2,875	-1,194	27	,243
	Kontrol Grubu	17	5,65	1,935			
ZDT	Deney Grubu	12	26,92	4,316	-,319	27	,752
	Kontrol Grubu	17	27,59	6,305			

Tablo 4.16 incelendiğinde uzamsal görselleştirme testi ön test sonuçlarının deney ve kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği ($t=-1,194$, $sd=27$, $p=,243$) görülmektedir. Ayrıca zihinde döndürme testi ön test sonuçları da deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($t=-,319$, $sd=27$, $p=,752$) gözlemlenmemiştir.

Bu durum, konu anlatımı yapılmadan önce deney ve kontrol grubunun her ikisinin de başlangıçta uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme başarıları açısından benzer seviyelerde olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 4.17. 2. Okul Son Test Verilerinin Normallik Dağılımları

Test	Alt Grup	Statistic	Serbestlik Derecesi	p
UGTORT	Deney Grubu Son Testi	,957	12	,737
	Kontrol Grubu Son Testi	,840	17	,008*
ZDTORT	Deney Grubu Son Testi	,942	12	,518
	Kontrol Grubu Son Testi	,967	17	,757

* p<0.05

Tablo 4.17’de son test verilerinin deney ve kontrol grubu için her iki test puanlarının normallik dağılımı sonuçları görülmektedir. Analiz sonucuna göre uzamsal görselleştirme son test puanları deney grubunda normal dağılım ($p>0.05$) gösterirken kontrol grubunda normal dağılım ($p<0.05$) göstermemektedir. Öte yandan zihinde döndürme testi son test puanları deney ve kontrol gruplarında normal dağılım ($p>0.05$) göstermektedir. Tabloda $p<0.05$ olan değerler “*” ile işaretlenmiştir.

Bu dağılım sonuçları neticesinde son test puanları arasında zihinde döndürme testi için tüm gruplarda ve uzamsal görselleştirme testi için deney grubu puanlarında grup içi karşılaştırmalarda ilişkili örneklem t-testi ve gruplar arası karşılaştırmalarda ilişkisiz örneklem t-testi kullanılmıştır. Uzamsal görselleştirme testinde karşılaştırma yapılan puan verilerinden birisinin kontrol grubu son test puanları olması halinde parametrik olmayan testlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi (grup içi) ve Mann Whitney U testi (gruplar arası) kullanılmıştır.

4.2.1 2. Okul Deney Grubunun Ön Test-Son Test Karşılaştırma

Sonuçları

Deney grubuna ön test uygulandıktan sonra, öğrenciler 5 ders saati boyunca ilgili kazanımı öğrenmek için araştırma kapsamında geliştirilen mobil uygulamayı

kullanmışlardır. Konu anlatımı ve mobil uygulama kullanıldıktan sonra öğrencilere son test uygulanmıştır. Deney grubunun ön test ve son test verilerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan ilişkili örneklem t-testi sonuçları Tablo 4.18’de görülmektedir.

Tablo 4.18. 2. Okul Deney Grubu Ön Test-Son Test İlişkili Örneklem T-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	p
UGT	Ön test	12	4,58	2,875	-5,338	11	<,001*
	Son test	12	7,17	2,980			
ZDT	Ön test	12	26,92	4,316	-4,612	11	<,001*
	Son test	12	32,08	6,445			

* p<0.05

Tablo 4.18 incelendiğinde deney grubunda uzamsal görselleştirme testi ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($t=-5,338$, $sd=11$, $p=<,001$) bulunmuştur. Ortalama değerleri dikkate alındığında bu farklılığın son test lehine olduğu görülmektedir. Etki büyüklüğü hesaplandığında $d=-1,54$ ve eta-kare değeri 0,72 olarak bulunmuştur. Bu durumda mobil uygulamanın kullanılmasının uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede büyük etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Analiz sonuçlarına göre deney grubunda zihinde döndürme testi ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($t=-4,612$, $sd=11$, $p<,001$) bulunmuştur. Zihinde döndürme testi ortalamaları incelendiğinde farklılığın son test lehine olduğu bulunmuştur. Sonuçların etki büyüklüğü $d=-1,33$ ve eta-kare değeri 0,66 olarak hesaplanmıştır. Bu doğrultuda mobil uygulamanın kullanılmasının zihinde döndürme becerilerini geliştirmede büyük etkiye sahip olduğu ifade edilebilir.

4.2.2 2. Okul Kontrol Grubunun Ön Test- Son Test Karşılaştırma

Sonuçları

Kontrol grubunda uzamsal görselleştirme ön ve son test puanlarının karşılaştırıldığı Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 4.19'da görülmektedir.

Tablo 4.19. 2. Okul Kontrol Grubu Uzamsal Görselleştirme Ön-Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Test	Son test- Ön test	N	Sıra Ort.	Sıra Toplamı	Z	p
UGT**	Negatif Sıra	2	3,00	6,00	-2,787	,005*
	Pozitif Sıra	11	7,73	85,00		
	Eşit	4				

* $p < 0.05$, ** Son test verileri normal dağılım göstermeyen veri seti

Tablo 4.19'da kontrol grubunda uzamsal görselleştirme testi ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p < 0,05$) bulunmuştur. Son test puanları 2 öğrencinin puanları ön test puanından daha düşük, 11 öğrencinin ön test puanından daha yüksek ve 4 öğrencinin puanları ön test puanları ile aynı kalmıştır. Sıra ortalamaları ve toplamaları dikkate alındığında bu farklılığın son test lehine olduğu görülmektedir. Etki büyüklüğü $r = 0,67$ olarak hesaplanmıştır. Bu doğrultuda somut materyallerin kullanıldığı konu anlatımının öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede büyük etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 4.20. 2. Okul Kontrol Grubu Zihinde Döndürme Ön-Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi Sonuçları

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	p
ZDT	Ön test	17	27,59	6,305	-1,561	16	,138
	Son test	17	29,94	6,250			

Tablo 4.20 incelendiğinde kontrol grubunda zihinde döndürme testi ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir. Ancak puan ortalamaları incelendiğinde son test puanlarında artış olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda somut materyallerin kullanılması

zihinde döndürme becerilerini geliştirmeye katkı sağlasa da bu gelişmenin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı yorumu yapılabilir.

4.2.3 2. Okul Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Tablo 4.21. 2. Okul Deney Ve Kontrol Gruplarının Uzamsal Görselleştirme Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi

Test	Grup	N	Ortalama	U	p
UGT	Deney Grubu	12	15,63	94,500	.737
	Kontrol Grubu*	17	14,56		

* Son test verileri normal dağılım göstermeyen veri seti

Tablo 4.21 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının uzamsal görselleştirme testi son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ortalama değerleri göz önünde bulundurulduğunda deney grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek bir ortalama görülmektedir. Ancak bu fark anlamlı bir farklılık oluşturmamaktadır.

Tablo 4.22. 2. Okul Deney Ve Kontrol Gruplarının Zihinde Döndürme Son Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T-Testi

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	p
ZDT	Deney Grubu	12	32,08	6,445	,898	27	,377
	Kontrol Grubu	17	29,94	6,250			

Tablo incelendiğinde deney ve kontrol gruplarında zihinde döndürme testi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır. Ortalama değerlerine bakıldığında deney grubunun daha yüksek olduğu görülse de bu durum anlamlı farklılık ifade etmemektedir.

4.2.4 2. Okul Mobil Uygulama Seviyelerinin Karşılaştırılması

Deney grubunda deneysel süreç olan mobil uygulama kullanıldıktan sonra yapılan son test puanları arasındaki ilişkinin incelenmesi için öğrencilerden son test sırasında mobil uygulamada ulaştıkları seviye bilgileri de istenmiştir. Mobil

uygulamada sorular doğru çözüldükçe tecrübe puanı alınması ve dolayısıyla seviye yükselmesi nedeniyle daha fazla alıştırma yapmanın etkileri incelenmiştir. Öğrencilerin son test verileri ile ön test verileri arasındaki fark alınarak ulaşılan seviye ile son-ön test puanları arasındaki değişim değerleri arasındaki farklar incelenmiştir. Öncelikle ulaşılan seviyelere (8,9,10) göre puan farklarının normallik dağılımı incelenmiştir. Normallik testi sonuçları Tablo 4.23'te görülmektedir.

Tablo 4.23. 2. Okul Mobil Uygulama Seviyelerine Göre Puan Artışlarının Normallik Dağılımı

Test	Alt Grup	İstatistik	sd	p
UGTFARK	5 Seviye	,750	3	,000*
	6 Seviye	,860	4	,262
	9 Seviye	,961	5	,814
ZDTFARK	5 Seviye	,923	3	,463
	6 Seviye	,963	4	,798
	9 Seviye	,943	5	,685

* Normal dağılım göstermeyen grup

Tablo incelendiğinde deney grubu katılımcılarının deneysel süreç boyunca mobil uygulamada 5. 6. ve 9. seviye olmak üzere 3 farklı seviyeye ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 5. seviyeye ulaşan 3 öğrenci, 6. seviyeye ulaşan 4 öğrenci ve 9. seviyeye ulaşan 5 öğrenci bulunmaktadır. Normallik analizi sonuçlarına göre uzamsal görselleştirme testinde 5. Seviyeye ulaşanların olduğu grubun verileri normal dağılım göstermemektedir ($p < 0.05$). Uzamsal görselleştirme testindeki 6. ve 9. seviyeye ulaşan öğrencilerin ve zihinde döndürme testindeki tüm seviyelerdeki öğrencilerin puanlarındaki değişim değerleri normal dağılım göstermektedir ($p > 0.05$). Uzamsal görselleştirme testi için 3 grup olması ve gruplardan birini normal dağılım göstermemesi nedeniyle uzamsal görselleştirme testi için Kruskal Wallis h analizi kullanılmıştır. Zihinde döndürme testinde gruplar normal dağılım gösterdiğinden anova analizi yapılmıştır. Uzamsal görselleştirme testi için yapılan Kruskal Wallis h testi sonuçları Tablo 4.24'te görülmektedir.

Tablo 4.24. 2. Okul Uzamsal Görselleştirme Puan Farkları ile Ulaşılan Seviye
Kruskal Wallis H Testi Analizi Sonuçları

Test	Gruplar	n	Sıra Ort.	df	H	p
UGTFARK	5 Seviye*	3	5,50	2	,423	,809
	6 Seviye	4	7,25			
	9 Seviye	5	6,50			

* Normal dağılım göstermeyen veri seti

Tablo 4.24 incelendiğinde 2. okuldaki deney grubundaki öğrencilerin mobil uygulamada ulaştıkları seviyeler ile uzamsal görselleştirme puanlarının ön ve son test arasındaki değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 4.25. 2. Okul Zihinde Döndürme Testi Puan Farkları ile Ulaşılan Seviye
Anova Testi Analizi Sonuçları

Test	Gruplar	Karelerin Toplamı	df	Karelerin Ortalaması	F	p
ZDTFARK	Gruplar Arası	2,717	2	1,358	,029	,972
	Grup İçi	424,200	9	47,133		
	Toplam	426,917	11			

Tablo 4.25 incelendiğinde zihinde döndürme testi için deneysel süreçte öğrencilerin mobil uygulamada ulaştığı seviyeler ile ön ve son test puan farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

4.2.5 İzzet Baysal Sınıf İçi Gözlem Verileri

Deney grubunda deneysel süreç sırasında araştırmacı tarafından sınıfta gözlem formu doğrultusunda gözlemler yapılmıştır. Araştırmacı tarafından yapılan gözlem notları şu şekildedir:

“Derste mobil uygulama cihazlara kurulurken herhangi bir sorun yaşanmamıştır. Tüm öğrenciler uygulamayı kolaylıkla yükleyip bir sorun yaşamadan kullanmaya başlamıştır. İlk derslerde öğrenciler tarafından yoğun ilgi gösterilmiştir. Özellikle artırılmış gerçeklik özelliğini açıp farkında olmadan mobil cihazla birlikte sanal nesnenin etrafında dönen öğrenciler dikkat çekmiştir. Mobil

uygulamanın derste kullanıldığı hafta 3. ders saatinden sonra öğrencilerin bir kısmı uygulamadan sıkıldığını belirtmiştir. Bu aşamaya gelindiğinde öğrencilere mücadele modunu arkadaşları ile başlatarak bir yarış halinde kullanabileceği bilgisi verilmiştir. Tüm öğrenciler ve bilhassa sıkıldığını belirten öğrenciler de dahil birbirleri ile yarışma yapabileceklerini fark ettiklerinde yeniden uygulamayı kullanmaya başlamıştır. Öğrenciler mobil uygulamada küplerin renklerini belirlerken tuttukları takımın renklerini seçtiği gözlemlenmiştir. Ayrıca mobil uygulama açılış ekranında takma isimlerini yazarken eğlendikleri gözlemlenmiştir. Tüm süreçte mobil uygulama kullanılırken teknik açıdan herhangi bir sorun yaşanmamıştır.”

Tablo 4.26. 2. Okul Sınıf Gözlem Sonucu Tema Ve Kodlar

Tema	Kod	Açıklama
Teknik Kullanım	Kolay Kullanım	Uygulamanın tüm özelliklerinin kolayca kullanılması
	Kolay Kurulum	Kurulum sırasında kimsenin sorun yaşamaması
İlgi ve Etkileşim	Başlangıç İlgisi	İlk derste mobil uygulamanın yoğun ilgi çekmesi
	Arttırılmış Gerçeklik Etkileşimi	Öğrencilerin artırılmış gerçeklik özelliğini kullanırken gösterdiği dikkat çekici davranışlar
Motivasyon ve Katılım	Sıkılma	Uygulamanın belirli bir süre sonra öğrencilerde sıkılmaya yol açması
	Yeniden Katılım	Mücadele modunun farklı şekilde kullanılabileceği bilgisi ile öğrencilerin uygulamaya yeniden ilgi göstermesi
	Yarışma Motivasyonu	Yarışma özelliklerinin öğrencileri motive edici olması
Kişiselleştirilebilir Unsurlar	Takım renkleri seçilmesi	Öğrencilerin uygulamada tuttukları takımın renklerini seçmeleri
	Takma İsim Eğlencesi	Öğrencilerin uygulamada takma isim yazarken eğlenmeleri.

Gözlem notları ve Tablo 4.26 incelendiğinde geliştirilen mobil uygulamanın hem kurulum hem de kullanım aşamasında teknik açıdan sorunsuz olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrenciler, mobil uygulamayı kendi cihazlarına kolaylıkla yüklemiştir. İlk kez kullanırken bile herhangi bir teknik problem yaşamadan kullanmaya başlamıştır. Bu gözlem sonucunda uygulamanın kullanıcı dostu ve teknik açıdan stabil bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Öğrenciler artırılmış gerçeklik özelliğine yoğun ilgi göstermiştir. Özellikle sanal nesnenin etrafında hareket ederek gösterdikleri dikkat çekici davranışlar, mobil uygulamanın öğrencilerin ilgisini çekme ve etkileşimde bulunma konusunda potansiyelini gösteren kanıtlar olarak görülebilir. Ayrıca artırılmış gerçekliğin konu öğreniminde kullanılması öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılmalarını sağlayan bir özellik olduğu söylenebilir. Belli bir süre kullanımdan sonra sıkılan öğrencilerin mücadele modunu arkadaşlarıyla birlikte kullanabileceklerini öğrenmelerinde sonra yeniden kullanmaları, bu tarz uygulamalarda motivasyon düşüklüğünü önlemek için dinamik ve rekabetçi unsurların önemine dikkat çekmektedir. Diğer önemli unsurlardan birisi de uygulama üzerinde kişiselleştirilebilir unsurlardır. Kişiselleştirilebilir unsurlar öğrencilerin mobil uygulama ile daha fazla bağ kurmasına ve uygulamanın daha çekici hale getirilmesine yardımcı olabilecek unsurlardır. Sınıftaki öğrencilerin eğlenceli takma isimlerle mobil uygulamayı kullanabilmeleri ve tuttukları takımın renklerini seçebilmeleri kişiselleştirilebilir unsurlara örnek olarak gösterilebilir.

4.3 Mobil Uygulama Sonrası Öğrenci Görüşleri

Her iki okulda deney grubunda deneysel süreç tamamlandıktan sonra sınıf öğretmenlerinin görüşü alınarak yarı yapılandırılmış görüşme için iki kız iki erkek öğrenci olmak üzere 4 öğrenci seçilmiştir. Toplamda 8 öğrenci ile yapılan bu görüşmelerde, öğrencilere araştırmacı tarafından hazırlanmış yarı yapılandırılmış görüşme formu doğrultusunda görüşmeler yapılmış ve ses kaydına alınmıştır. Ses kayıtları çözümlenerek yazılı metne dönüştürülmüştür. Daha sonra bu metin içerik analizi yöntemi ile incelenerek, içerisinden tema ve kodlar çıkarılmıştır. Çıkarılan tema ve kodlar 4.27’te görülmektedir.

Tablo 4.27. Deney Gruplarının Görüşme Sonuçları Tema Ve Kodlar

Tema	Kod	Frekans
İlk Deneyim ve Kullanım Kolaylığı	İlk kez AG kullanımı	8
	Kullanımda zorluk yaşanmaması	8
Öğrenme Sürecine Etkisi	Konuları daha iyi anlama	5
	Soruları çözmeyi kolaylaştırma	8
	Zihinde canlandırma	6
	3 Boyutlu Düşünme	2
Motivasyon ve Duygusal Tepkiler	Eğlenceli ve ilginç bulma	4
	Heyecan ve ilgi uyandırma	3
Sınıf İçi ve Evde Kullanım	Sınıf ortamında kullanma tercihi	5
	Evde kullanma tercihi	3
Birlikte Öğrenme	Sınıf İçi İşbirliği	3
Uygulamanın Genel Değerlendirmesi ve Eksiklikler	Uygulamanın yeterliliği	3
	Uygulamanın geliştirilebilir yönleri	5
Gelecekteki Kullanım ve Öneriler	Farklı Alanlarda Kullanma	8
	Daha sık kullanma isteği	7

Görüşme sonuçları analiz edildiğinde yukarıdaki kod ve temalar belirlenmiştir. Toplamda 7 tema ve bu temaların altında 14 kod belirtilmiştir. Her kod için o koda ilişkin destekleyici görüş bildiren öğrenci sayısı frekans sütununda belirtilmiştir. Her kod için öğrenci görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

İlk kez AG kullanımı

- “Yok daha önce kullanmadım ilk kez bu derste kullandım” (Öğr 1, Öğr 2, Öğr 5)
- “Sizin verdiğiniz uygulama haricinde daha önce kullanmadım” (Öğr 4)
- Kullanımda zorluk yaşanmaması
- “Hiç yaşamadım rahat kullandım önceden mobil uygulamalara aşinayım.” (Öğr 1)
- “Uygulamanın rahat kullanılabilir olduğunu düşünüyorum.” (Öğr 2)

Konuyu daha iyi anlama

- “Mesela kağıtta gördüğümü önceden alıştırma yaparak kullandığım zaman daha rahat anlayabildim.” (Öğr 1)
- “Artırılmış gerçeklik özelliği zihnimde canlandırmayı kolay hale getirdi.” (Öğr 2)
- “Çünkü uygulama daha şey yaptı hem artırılmış gerçeklikte hem uygulamada bazen arkada görünmeyenler vardı oradan gördüğüm zaman daha aklımda canlanıyordu. Bu tarz uygulamalar derste anlamayı kolaylaştırır.” (Öğr 3)
- “Görünmeyen kısımlarda yardımcı oluyor. Onun haricinde mesela böyle sanki önümüzdeymiş gibi görebiliyoruz ya o bakımdan daha iyi.” (Öğr 4)
- “3 boyutlu olması hem arkasını yani kağıtta arkasını göremiyoruz ama o kağıtta böyle çevirdiğimiz zaman onun arkasından daha dikkatli görebiliyoruz. Her yerden görebilmek daha güzel oldu.” (Öğr 7)

Soruları çözmeyi kolaylaştırma

- “Evet kolaylaştırdı normalde bilemezdim soruları oyunu oynamasam daha rahat oldu soruları çözmek.” (Öğr 1)
- “Orada sürekli alıştığım için artık bir düşünme olarak hazırladım.” (Öğr 2)
- “Evet öncekinden daha iyi yaptım.” (Öğr 3)
- “Baya güzeldi böyle farklılık katıyordu daha kolaylaştırıyordu çözümü bence artırılmış gerçeklikte dersler bir tık daha kolay olabilir daha rahat şekilde anlarsın” (Öğr 4)
- “Evet mesela önden arkadan görünümü ben normal bilmesem tam tersi olarak bakardım ama uygulama direk yanımda gibi olduğu için soruları da daha rahat çözmeme yardım etti.” (Öğr 5)
- “Ben ön arka bunları daha iyi yapabiliyorum. Yani öbürlerine göre öbür ilk yaptığımız testlere göre yani daha kolay oldu. Evet, ben bilmiyordum ilk baş ilk bilmiyordum yani zor oluyordu. Şimdi ön arka hangisi olduğunu daha kolay kavrayabiliyorum.” (Öğr 8)

Zihinde canlandırma

- "Oyunda hani görebiliyorsun ya artırılmış gerçeklikte orda gördüm daha rahat gözümün önünde canlandırabilir hale geldim." (Öğr 1)
- "Mesela şekli gördüğüm anda mesela nasıl bir şekil olabilir üstten nasıl olduğu canlanıyor kafamda." (Öğr 2)
- "Evet, sanki şey yanımda direk elliormuşum gibi görünmüştü." (Öğr 4)
- "öğrenci kafasında hayal edeceği yere gider ondan açar, kafasına göre yapar. Hayal etmeyi daha kolaylaştırıyor" (Öğr 6)

3 Boyutlu Düşünme

- "Hocam çünkü aklımda canlandırmak mesela 3 boyutlu düşünme konusunda bana çok iyi yardımcı olduğunu düşünüyorum." (Öğr 5)
- "Yani hocam mesela 3 boyutlu yukarı ve aşağıyı görüyordum. Arkasında belki düşünemeyebilirdim. O uygulama onu onun için iyi oldu yani." (Öğr 6)
- Eğlenceli ve ilginç bulma
- "Eğlenceli ve güzel geldi bana farklıydı sürekli oynamak güzel geldi." (Öğr 1)
- "İlginc geldi bana, sadece kamerayı tutarak orda bir şekil oluşması ilginçti." (Öğr 2)
- "genellikle derslerde 2 boyutlu felan izliyorduk şeyleri böyle şeyler görünce değişik olması güzeldi iyiydi yani" (Öğr 6)

Heyecan ve ilgi uyandırma

- "Bence güzeldi hem arkadaşlarımla aynı ortamda hoş oluyordu heyecan uyandırıcıydı." (Öğr 1)
- "Evet, hem eğitimi de daha eğlenceli hale getirir, hem anlamayı da kolaylaştırır zihinde daha iyi canlandırırız." (Öğr 2)
- "güzel hissettirdi. yanlış yapacağım diye heyecanlandırıyordu doğru yaptığımda çok güzel hissettiriyor." (Öğr 7)
- "Eğlenceliydi yani heyecanlıydı birde Yani güzeldi. Zevkli bir şey." (Öğr 8)

İşbirlikçi Öğrenme İsteği

- “hem fikir alıyoruz beraber, birlikte çözmek daha iyi oluyor.” (Öğr 1)
- “Hem arkadaşlarımla sınıfta birlikte ne yaptığımızı görebiliyorum yarışmaya girebiliyorum. Mesela onlarla daha güzel oluyor.” (Öğr 8)

Sınıf ortamında kullanım

- “Yani arkadaşlarımla olmasa daha hoşuma gittiği için okulda daha güzeldi” (Öğr 1)
- “Benim için bir sıkıntı yoktu sınıfta bazı sesler vardı ama onları da çok dikkate almadım ben.” (Öğr 4)
- “Sınıf ortamında daha iyi olduğunu düşünüyorum” (Öğr 5)
- “Sınıfta kullanmak isterim çünkü sosyalliği artırıyor.” (Öğr 8)

Evde kullanım

- “Sınıfta ses olduğu için odaklanma konusunda sorun yaşadım. Evde rahatken daha iyi odaklanabilirdim ” (Öğr 2)
- “Sınıfta çok ses olduğu için odaklanamıyordum evde daha güzel olur sessiz bir ortamdayken daha iyi odaklanırdım.” (Öğr 3)
- “Evde de okulda da olabilir aslında ikisi de yani benim için bir garip bir durum yok.” (Öğr 7)

Uygulamanın yeterliliği

- “Bence eksik bir şey yoktu gayet yeterliydi uygulamanın özellikleri.” (Öğr 1)
- “Yok, her şey tamı tamına çok güzel.” (Öğr 7)

Uygulamanın geliştirilebilir yönleri

- “Eksik gördüğüm şey var işte seviye atlamada belli bir seviyeden sonra bayağı zorlaşıyor. Mesela 1’den 10’a çıkana kadar çok basit olmasına rağmen 1’den 15’e falan aşırı zor oluyor en zor seviyede çözmemize rağmen bayağı yapman gerekiyor.” (Öğr 2)
- “Online olabilir mesela arkadaşlarımızla uzaktan oynamak için” (Öğr 4)

- “online olabilir, rastgele insanlarla eşleşip, onlarla mücadele modu oynayabiliriz.” (Öğr 5)
- “genellikle aynı senaryolar olduğu için mesela aralara daha farklı senaryolar eklenip öğrenciyi daha fazla oyuna bağlanabilir bence” (Öğr 6)

Farklı konularda kullanım isteği

- “Yani fen falan olabilir, başka ders olarak sosyal dersi olabilir. Yani matematikte açılarda falan belki olabilir bütün konularda kullanılsa güzel olur rahat öğrenme sağlar” (Öğr 1)
- “Fen bilimlerinde bir sistem öğreniyoruz. Vücut sistemi 3 boyutlu olarak görmek iyi olurdu. Belki sosyal bilgiler dersinde böyle hani dünya haritasında anlatımlar oluyor ya haritayı görebilmek güzel olabilir, geometride bazı konularda yardımcı olabilir açılarla ilgili ” (Öğr 2)
- “Matematik ve teknoloji tasarım dersinde görmek isterim mesela teknoloji tasarımda çizim istemişti hoca çizdik ama bunda artırılmış gerçeklik olduğundan daha iyi anlaşılırdı. Çizerken aklımda biraz canlandırabiliyordum ama çok az” (Öğr 3)
- “İsterim Özellikle fen dersinde Hocam mesela ışıkların yansımada ben hocam ile bir tartıştığımız konu var şey hocam yani ben diyorum mesela yeşil onu yansıtır onu yansıtmaz. Tahtadan açıp ona bakabiliriz daha iyi bir şekilde olur. Mesela öğrenci bitki hücresini incelemek istiyor Bitki hücresinin mesela böyle parçalarına ayırabilip ayırıp bakabilir. Sosyalde belki fetihleri 3 boyutlu bir şekilde hızlı, hızlı anlatabilir “ (Öğr 6)
- “Açılar olabilir. Evet geometri de evet o da olabilir üçgenin iç açıları kenarları falan bunlarda olabilir.” (Öğr 8)

Daha sık kullanım isteği

- “Arttırılmış gerçekliği derslerde sık sık görmeyi isterim kesinlikle isterim” (Öğr 1)
- “Bu tarz uygulamaları derslerde daha sık görmek isterim.” (Öğr 2)
- “Evet, hocam derste anlatıyorlar bazı konuları anlayışıyla ama bu derste kullandığımız gibi uygulamalarla gösterince daha net anlaşılıyor.” (Öğr 3)
- “Evet öyle olsa okula bakış açısı değişebilir bence.” (Öğr 4)

Görüşmelerden ortaya çıkan kodlar ve öğrencilerin görüşleri incelendiğinde artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitimde kullanılmasının, öğrenciler arasında hem bireysel olarak katkı sağlama hem de işbirlikçi öğrenme yaklaşımını uygulamaya olanak sağlayabilme potansiyeli olduğu görülmektedir. Görüşme yapılan öğrenciler artırılmış gerçeklik uygulamalarının dersleri daha eğlenceli ve ilgi çekici hale getirdiğini belirtmiştir. Özellikle araştırmanın hedefi olan cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri konusunu daha iyi anlamalarına, ön test ve son test olarak kullanılan uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme testlerinin sorularını daha kolay çözmelerine yardımcı olduğu vurgulanmıştır. Mobil uygulamayı kullanan öğrenciler, konunun daha iyi anlaşılmasının ve soruları çözmede kolaylık sağlamanın nedeni olarak artırılmış gerçeklik ortamının kâğıt üzerindeki soruları zihinde canlandırmaya yardımcı olması olarak belirtmişlerdir. Derslerde bu tarz mobil uygulamaların kullanılması öğrencilere arkadaşlarıyla birlikte olmanın ve iş birliği yapmanın öğrenme sürecini desteklediğini hissettirmiştir. Ayrıca öğrencilerin görüşlerine göre sınıf ortamında arkadaşlarının varlığı öğrenme deneyimlerini zenginleştirmiştir. Öte yandan AG uygulamalarının evde sessiz bir ortamda kullanıldığında daha etkili olabileceğini düşünen öğrenciler de bulunmaktadır. Bu öğrencilere göre sınıf içi gürültü gibi dikkat dağıtıcı unsurlar mobil uygulamadan alınan verimi düşürebilmektedir. Görüşmelere katılan öğrencilerin hepsi bu tarz uygulamaları matematik, geometri, fen bilgisi, teknoloji tasarım ve sosyal bilgiler derslerinde de kullanmak istediklerini belirtmiştir. Sonuç olarak, AG destekli mobil uygulamaların öğrenme sürecine getirdiği yenilikler göz önünde bulundurulduğunda öğrencilerin derse olan ilgisini arttırmak ve daha etkili öğrenme deneyimleri yaşatmak için imkân sağlayabileceği görülmektedir. Öğrencilerin görüşleri, gelecekte AG destekli uygulamaların daha yaygın olması gerektiğine, çeşitli derslerde kullanılmasının daha faydalı olabileceğine ve öğrencilerin okula olan bakış açısını değiştirebileceğine dikkat çekmektedir.

5. TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma sonucunda elde edilen bulgular, araştırma soruları kapsamında ele alınmış ve alanyazındaki benzer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılarak tartışılmıştır.

5.1 Mobil Uygulamanın Uzamsal Görselleştirme Becerilerine Etkisi

Mobil uygulamanın kullanıldığı her iki okulda da deney grubu olan mobil uygulamanın kullanıldığı gruplarda ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında uzamsal görselleştirme puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar ortaya çıkmıştır. Bu farklılık son test lehine artış olduğu yönündedir. Sonuçlar geliştirilen artırılmış gerçeklik destekli mobil uygulamanın uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmeye yönelik etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Alanyazındaki benzer çalışmalar da bu sonucu desteklemektedir. Velázquez ve Méndez (2021) tarafından lise öğrencilerine uygulanan AG destekli Geogebra AR uygulamasının uzamsal görselleştirme becerilerine etkisi incelenmiş ve AG kullanılan deney grubunun kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Danakorn ve diğerleri (2019) ise beşinci sınıf öğrencileri ile yaptığı araştırmada AG destekli uygulamaların derste kullanılmasının uzamsal görselleştirme becerilerinde artış sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Farklı bir çalışmada ise Ali ve diğerleri (2018) AG destekli ortamın mühendislik öğrencilerinin görselleştirme becerilerini geliştirmeye yardımcı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Benzer sonuçlar Rohendi ve diğerleri (2018), Camba ve diğerleri (2014) ve Contero ve diğerleri (2012) çalışmalarında da bulunmuştur. Ayrıca Habig (2020) AG destekli uygulamaların bilişsel yükü azaltarak öğrenmeye yardımcı olabileceğini vurgulamıştır.

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar, alanyazındaki benzer araştırmaların sonuçlarıyla benzer olduğu görülmüştür. Bu durum AG destekli uygulamaların uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede değerli öğretim materyali olabileceğini göstermektedir. Mobil uygulamayı kullanan deney grubu öğrencileri ile yapılan görüşmelerde öğrenciler, mobil uygulamayı kullandıktan sonra uzamsal görselleştirme testindeki soruları daha rahat çözebilir hale geldiklerini ifade etmiştir. Ayrıca alanyazındaki diğer araştırmalar incelendiğinde farklı yaş gruplarında da AG uygulamalarının etkili olduğu görülmektedir. Uzamsal

görselleştirme becerilerinin geliştirilmesi dolayısıyla uzamsal beceri düzeyini de geliştirebilir. Uzamsal becerinin alan yazında matematik ve STEM eğitimleri başarılarını yordamakta olduğu alanyazında ifade edilmektedir (Wai vd., 2009; Lubinski, 2010). Bu nedenle uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinin matematik ve STEM alanlarında önem arz ettiği söylenebilir.

5.2 Mobil Uygulamanın Zihinde Döndürme Becerilerine Etkisi

Araştırmada incelenen diğer bir beceri zihinde döndürme becerisidir. Her iki okulda mobil uygulamanın kullanıldığı deney gruplarında ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında zihinde döndürme puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar ortaya çıkmıştır. Bu farklılık son test lehine artış olduğu yönündedir. Sonuçlar geliştirilen artırılmış gerçeklik destekli mobil uygulamanın zihinde döndürme becerilerini geliştirmeye yönelik etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmadaki sonuçlar alanyazındaki benzer araştırmalar tarafından da desteklenmektedir. Omar ve diğerleri (2019) tarafından yapılan araştırmada üniversite öğrencilerinde AG destekli bir uygulama kullanılmasının zihinde döndürme becerilerinde, uygulamayı kullanmayan öğrenci grubuna göre daha yüksek düzeyde artış sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır. Martín-Gutiérrez ve diğerleri (2010), AR-Daheas isimli AG destekli bir dijital kitabın üniversite öğrencilerinin zihinde döndürme becerilerine ölçülebilir ve olumlu yönde etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca aynı araştırmacılar tarafından AG teknolojisinin sıradan bir kamera yardımıyla kullanılabilmesi nedeniyle uygun maliyetli olduğu ifade edilmektedir. Gómez-Tone (2020) tarafından biri İspanya diğeri Peru olmak üzere iki farklı ülkedeki öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmek amacıyla AG destekli bir öğretim yöntemi uygulanmış her iki grupta zihinde döndürme becerileri de dahil olmak üzere uzamsal beceri konusunda olumlu yönde gelişmeler olduğu ortaya çıkmıştır. Farklı bir araştırmada ise Dünser ve diğerleri (2006) tarafından AG destekli uygulamanın zihinde döndürme becerileri arttırdığı sonucu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde sonuçlar Zhang ve Yao (2020), Velázquez ve Méndez (2021) ve Contero (2012) tarafından da ortaya çıkmıştır.

Tez çalışması kapsamında geliştirilen AG destekli mobil uygulamanın zihinde döndürme becerilerine etkileri ile alanyazındaki araştırmaların sonuçlarının

benzer olduğu gör÷lmektedir. Ayrıca deney grubunda uygulama sürecinde öğrencilerin AG ekranında nesnelerin etrafında dönerek veya kâğıdı döndürerek sanal nesneleri incelediğı gözlemlenmiştir. AG uygulamalarının zihinde döndürme becerilerine etkisinin nedenlerinden birisi de soyut olan kavramları somutlaştırarak (Zhang ve Yao, 2020) zihinde canlandırmayı kolaylaştırması olarak düşünülebilir. Bu durum öğrencilerle yapılan görüşmelerde de öğrenciler tarafından ifade edilmiştir. Bu sonuçlar tez çalışması kapsamında geliştirilen mobil uygulamanın ve genel olarak AG teknolojisinin zihinde döndürme becerilerini geliştirmek için değerli bir öğretim yöntemi olduğunu göstermektedir.

5.3 Mobil Uygulamanın Geleneksel Öğretim Yöntemine Kıyasla

Farkları

Araştırmanın katılımcılarından olan okullardan birinde deney grubu mobil uygulamayı kullanırken, kontrol grubu öğretim programının öngördüğü geleneksel öğretim yöntemiyle kazanımları öğrenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında uzamsal görselleştirme testinin ve zihinde döndürme testinin ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durum öğrencilerin başlangıçta benzer düzeyde uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine sahip olduğunu göstermektedir. Son testlerde ise deney ve kontrol gruplarının uzamsal görselleştirme puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmasa da son test puanlarının deney grubu lehine daha yüksek bir ortalamaya sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Zihinde döndürme testinde ise deney grubunun son test puanları ile kontrol grubunun son test puanları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Ali ve diğerleri (2018) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarında AG destekli öğrenim gören öğrencilerin geleneksel yöntemle öğrenim gören öğrencilerden daha yüksek uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme puanı elde ettikleri sonucu ortaya çıkmıştır. Martín-Gutiérrez ve diğerleri (2015) ve Velázquez ve Méndez (2021) tarafından yapılan araştırmaların sonuçları da bu tez çalışmasının sonuçlarını destekler niteliktedir. Alanyazındaki benzer çalışmaların sonuçları incelendiğinde AG teknolojisinin kullanılmasının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerini geliştirmek için geleneksel yöntemlere kıyasla etkili bir yaklaşım olduğu söylenebilir.

Yu ve Denham (2024) tarafından yapılan bir çalışmada klavye, dokunmatik ekran ve AG teknolojisinin kullanıldığı üç grup arasında zihinde döndürme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Zihinde döndürme becerilerini en çok geliştiren yöntemin yüksek bedensel etkileşimin olduğu yöntem olduğu bulunmuştur. Hoe ve diğerleri (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, AG teknolojisinin kullanılmasının, bilişsel yükü azalttığı ve zihinde döndürme becerilerinde gelişmeler olduğu gözlemlenmiştir. Bu kapsamda geliştirilen mobil uygulamanın kontrol grubuna göre yüksek puanlar vermesinin nedenleri olarak, AG ortamının bilişsel yükü azaltmasından kaynaklı olabileceği ve AG ortamının öğrencilere fiziksel olarak hareket ederek incelemeler yapabilmelerine imkân sunduğundan dolayı bedensel etkileşimin fazla olmasından kaynaklanabileceği söylenebilir. Ayrıca uzamsal görselleştirme becerilerinde anlamlı farkın çıkmaması geleneksel öğretim yönteminde kullanılan dijital araçların etkisinden kaynaklanabilmektedir. Ancak AG teknolojisinde nesneleri döndürebilmenin, etrafında hareket edildiğinde farklı yönlerden görebilmenin, sanal nesnenin gerçek ortamda görülebilir olmasının ve AG ortamının motivasyona olan etkisinin öğrencilerde zihinde döndürme becerilerini geleneksel dijital araçlara oranla daha yüksek oranda arttırdığı ifade edilebilir.

5.4 Mobil Uygulamanın Somut Materyallerin Kullanıldığı Öğretim Yöntemine Kıyasla Farkları

Araştırma dahilinde incelenen konulardan birisi de AG destekli mobil uygulama ve somut materyallerin kullanılmasının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkilerinin incelenmesidir. Deney grubu mobil uygulama ile öğrenim sağlarken kontrol grubunda somut materyaller olarak birim küpler kullanılarak öğrenim görülmüştür. Yapılan ön testlerde deney ve kontrol gruplarının puanları arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Bu durum deney ve kontrol gruplarının başlangıçta benzer uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine sahip olduğunu göstermektedir. Son test puanları karşılaştırıldığında ise deney ve kontrol gruplarında, uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunamamıştır. Ancak son test puanlarında deney grubunun ortalamaları daha yüksek bulunmuştur.

Gün ve Atasoy (2017) tarafından yapılan yarı deneysel bir araştırmada deney grubu AG ve gerçek materyaller kullanırken kontrol grubu sadece gerçek materyaller kullanarak öğrenim görmüştür. Araştırma sonuçlarında AG kullanan grup daha yüksek puan almasına rağmen deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Bu araştırmanın sonuçları tez çalışmasının sonuçlarıyla oldukça benzerlik göstermektedir.

Ayrıca alanyazında uzamsal becerileri geliştirmeye yönelik bilgisayar ve yazılım destekli uygulamalar ile somut materyallerin kullanıldığı öğretim yöntemlerini içeren bazı araştırmalarda mevcuttur. Yıldız ve Tüzün (2011) tarafından yapılan araştırmada deney grubunda üç boyutlu sanal ortam ve kontrol grubunda somut materyaller olarak birim küplerin kullanıldığı gruplar arasında uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Farklı bir araştırmada ise Yurt ve Sünbül (2011) yine sanal ortam ve somut materyallerin kullanıldığı gruplarda uzamsal düşünme ve zihinde döndürme becerilerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre sanal ortam zihinde döndürme becerilerinde daha etkili olurken, somut materyaller uzamsal düşünme becerilerinde daha etkili olmuştur. Alanyazındaki bu sonuçlar doğrultusunda bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Goryachkin ve Kaurov (2021) AG teknolojisini kullanabilmek için bir kamera ve bilgisayar gerektiğini, günümüzde en yaygın ve en uygun fiyatlı dijital cihazın bir akıllı telefon olduğunu belirtmektedir. Somut materyaller olarak birim küplere sahip olabilmek ile yaygın olarak kullanılan akıllı telefona yüklenebilecek bir mobil uygulamaya erişim kıyaslandığında mobil uygulamaya erişimin daha kolay olduğu söylenebilir. Bu durumda her iki materyalin aynı sonuçları vermesi durumunda bile erişilebilirlik olarak mobil uygulamanın avantajlı olduğu söylenebilir.

Ortaya çıkan bu sonuçlar bir bütün olarak düşünüldüğünde AG ortamında ve somut materyallerin kullanıldığı gruplarda uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerinde farklılık bulunmamasının nedeni olarak her iki ortamda da gerçek ortama yerleştirilen ve etrafından farklı açılardan görüntülenebilen nesnelerin olması olarak söylenebilir. Bu durumda zihinde döndürme becerileri için kullanılan materyalin ne olduğundan ziyade gerçek ortam ile etkileşim içerisinde olması, nesneyi hareket ettirebilmek ve nesnenin etrafında döndüğünde farklı

açılardan görebiliyor olmak zihinde döndürme becerilerini geliştirmeye yönelik etkili yöntemler olabilir.

5.5 AG Destekli Mobil Uygulamanın Derste Kullanılmasına Yönelik

Görüşler

Araştırma kapsamında her iki okulda, deney grubundaki öğrencilerden sınıf öğretmenlerinin önerisi doğrultusunda belirlenen öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin AG destekli bir mobil uygulamayı ilk kez kullandıkları ve AG ortamının öğrencilerde heyecan hissi uyandırdığı sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı sınıfta arkadaşlarıyla birlikte kullanmayı tercih ederken, bir kısmı ise sınıftaki gürültüden dolayı evde kullanmayı tercih ettiklerini belirtmiştir. Ayrıca derste bu tarz uygulamaların kullanılmasının eğlenceli olduğunu, motivasyonu ve ilgiyi arttırdığını ve okula olan bakış açılarını değiştirebileceği belirtilmiştir. Bu görüş ile sınıf gözlem formu ile toplanan veriler birbirini desteklemektedir. Ayrıca görüşmelere katılan öğrencilerin hepsi AG destekli uygulamanın uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme testlerindeki soruları çözmelerinde kolaylık sağladığını ifade etmiştir. Özellikle normalde görünmeyen kısımların AG ekranında görüntüleyebilmelerinin etrafında dönerek bakabilmelerinin zihinde canlandırabilmelerine yardımcı olduğu belirtilmiştir. Matematikte açılar konusunda kullanışlı olacağı görüşü de bazı öğrenciler tarafından söylenmiştir.

Alanyazında belirtilen bulgulara benzer çalışmalara rastlanmıştır. Rebollo ve diğerleri (2022) tarafından yapılan çalışmada çarpım tablolarının öğretmek amacıyla oyunlaştırma öğeleri ile artırılmış gerçeklik özelliğini barındıran bir uygulamanın öğrenciler için daha keyifli ve çekici pratik yapma imkânı sağladığı ve matematik becerilerini geliştirmeyi desteklediği sonucu ortaya çıkmıştır. Martín-Gutiérrez ve diğerleri (2010) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise AG destekli bir kitap kullanmanın ilgi çekici, çok faydalı ve kolay kullanılabilir olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca AG uygulamalarının kâğıt ve kalem gibi klasik ders materyallerine oranla daha ilgi çekici materyaller olduğu ve uygun maliyetli olduğunu belirten araştırmalar da bulunmaktadır (Martín-Gutiérrez vd., 2015; Kounlaxay vd., 2021). Camba ve diğerleri (2014), AG teknolojisi kullanıldığında, genel olarak olumlu bir tutum, heyecan ve yüksek düzeyde kullanıcı memnuniyeti gözlemlediklerini ve bu durumun AG'nin kendi kendine öğrenme ve öz

değerlendirme için değerli bir yöntem olabileceğini gösteriyor. Schutera ve diğerleri (2021) ise AG uygulamalarının pandemi gibi durumlarda öğrenciler tarafından bireysel olarak kullanılabileceğini ve öğrencilerin üç boyutlu uzay anlayışlarının eğlenceli ve öğretici bir şekilde ilerletebileceğini belirtmektedir. Kim ve Irizarry (2020) karmaşık uzamsal görevlerde AG kullanılmasının öğrencilere kolaylık sağladığını ve memnuniyet düzeylerini arttırdığını gözlemlemiştir. Topraklıkoğlu (2018) ise AG kullanıldığında derslerin daha eğlenceli geçtiğini ve motivasyonu arttırdığını söylemiştir.

Deney grubu öğrencileri ile alanyazındaki araştırmaların sonuçları incelendiğinde AG uygulamalarının akademik başarı veya uzamsal beceriler dışında derse olan ilgi, motivasyon, eğlenerek öğrenme, iş birlikli öğrenme açılarından da faydalı olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Ayrıca AG'nin bireysel öğrenmeyi destekleyebileceği ve öğrenme deneyimlerini iyileştirebileceği de ifade edilebilir. Bu bulgular AG teknolojisinin öğretme ve öğrenme açısından eğitimdeki potansiyelini göstermektedir. Öğrencilerin görüşleri nicel verilere ek olarak AG'nin uzamsal becerilerin geliştirilmesi açısından etkili bir araç olduğunu desteklemektedir. Sonuçlar Eğitim öğretim süreçlerinde AG teknolojilerinin daha yaygın kullanımını teşvik etmektedir.

5.6 AG Destekli Mobil Uygulamaların Diğer Derslerde Kullanılmasına Yönelik Görüşler

Araştırmanın katılımcıları olan okullardaki deney grupları öğrencilerinden, sınıf öğretmenlerinin önerisiyle seçilen öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde incelenen diğer bir araştırma sorusu, öğrencilerin AG'yi başka hangi derslerde kullanmak istediklerinin belirlenmesidir. Öğrencilerden alınan görüşler doğrultusunda fen bilimleri başta olmak üzere, matematik, geometri, sosyal bilimler, teknoloji ve tasarım dersi gibi derslerde kullanılmasının öğrenmeyi ve anlamayı kolaylaştıracağı ifade edilmiştir. Ayrıca görüşme yapılan öğrenciler bu tarz uygulamaları derslerde daha sık görmek istediklerini belirtmiştir.

Rohendi ve diğerleri (2018), tarafından yapılan bir araştırmada AG destekli geometri materyali ortaokul öğrencilerinden olumlu tepkiler almıştır. Cheng ve diğerleri (2018), mühendislik eğitiminde mekanik çizim öğretim sürecinde AG kullanan öğrencilerin önemli derecede daha üstün başarı gösterdikleri sonucuna ulaşmıştır. Alamraji'nin (2017), ortaokul birinci sınıf için tarih öğretiminde

artırılmış gerçeklik tekniğini kullanmanın, öğrencilerin teknikleri kullanarak sonuçları, tarihsel düşünme becerilerini ve öğrenme motivasyonunu geliştirmedeki başarısını göstermiştir. Volioti ve diğerleri (2022) tarafından yapılan bir çalışmada ise ilk öğretim beşinci ve altıncı sınıflardaki öğrencileri AG uygulamalarının kullanımının kolay olduğunu, öğretmenler ise AG uygulamalarına derslerinde daha fazla yer vermek istediklerini belirtmiştir.

Öğrencilerin AG'yi farklı derslerde kullanmak istemelerinin ve AG'nin öğrenmeyi ve anlamayı kolaylaştırabileceğine yönelik görüşlerinin, alanyazındaki çalışmalarla uyum gösterdiği görülmektedir. Alanyazındaki geometri, mühendislik eğitimi ve tarih öğretimi gibi çeşitli alanlarda yapılan araştırmaların sonuçları, AG'nin öğrenci başarısı, motivasyonu ve ilgisini artırıcı etkilerine dikkat çekmektedir. Öğrenci görüşleri ve alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde, AG'nin öğretim sürecinde çeşitli derslerde etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uzamsal zekanın doğuştan gelen bir beceri değil, gerçek ve/veya sanal nesnelerle etkileşime girilerek geliştirilebilen dinamik bir beceri olduğu dikkate alınmalıdır (Velázquez ve Méndez, 2021).

Bu çalışmada elde edilen bulgular, uzamsal becerinin geliştirilmesine yönelik mevcut çalışmalara ek olarak önemli bilgiler sağlamaktadır. Araştırmada, artırılmış gerçeklik destekli uygulamanın uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine iki farklı örneklem üzerinde olumlu yönde etki sağladığı sonucu bulunmuştur. Diğer öğretim yöntemleri ile kıyaslandığında mobil uygulamanın kullanılmasının, öğretim programının öngördüğü geleneksel öğretim yöntemine kıyasla zihinde döndürme becerilerinde istatistiksel olarak daha etkili olduğu bulunmuştur. Ancak somut materyallerin olduğu deney ve kontrol gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık çıkmamasına rağmen son test puanları mobil uygulamayı kullanan deney grubunda daha yüksektir. Benzer şekilde uzamsal görselleştirme becerilerinde mobil uygulama kullanımı ile diğer kıyaslanan iki farklı öğretim yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen mobil uygulamayı kullanan öğrencilerin uzamsal görselleştirme puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Tüm bu bulguların haricinde öğrenciler bu tarz uygulamaları başka derslerde görmeyi istediklerini, öğrenmeyi kolaylaştırdığını ve bu tarz uygulamaların yaygınlaşmasının okula karşı bakış açılarını değiştirebileceğini ifade etmiştir.

Ayrıca mobil uygulamada kullanılan oyunlaştırma mekanizmalarının (seviye, rozet puan vb.) deneysel gruptaki uygulama sürecinde öğrencilerin motivasyonlarının arttığı ve birlikte iş birlikli öğrenme ortamı oluşturdukları gözlemlenmiştir. Mücadele modunun eklenmesinin amacı öğrencilerin bireysel olarak hangi yönden görünüm sorularında eksik olduklarını görmek ve kendilerini test etmektir. Ancak uygulama sürecinde öğrencilere mücadele modunu birlikte eş zamanlı olarak başlatarak yarışmaya çalıştıkları gözlemlenmiştir. Son olarak mobil uygulamanın gelişmeye açık yönü olarak öğrencilerin en büyük beklentilerinden birisi mobil uygulamaya çevrimiçi uzaktan birileriyle eşleşerek yarışma özelliğinin eklenmesi yönünde olmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler yapılabilir:

Araştırma Bulgularına Dayalı Öneriler:

1. Uzamsal zekanın, sözel veya sayısal zekâ gibi bir zekâ türü olduğunu ve farklı öğrencilerde farklı düzeylerde olduğundan dolayı sözel veya sayısal olarak anlaşılması zor veya soyut olan bilgilerin uzamsal olarak sunulduğunda daha anlaşılır olabileceği ve bu nedenle AG destekli uygulamaların özellikle öğrencilerin aktarılan bilgileri zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları derslerde daha yaygın kullanımının teşvik edilmesi gerekmektedir.
2. Öğretimsel bir mobil uygulama geliştirirken puan, ödül, seviye atlama, liderlik tabloları, rozetler, avatarlar ve yarışmalar vb. oyunlaştırma mekanizmalarını öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını arttıracak ancak konu dışı bilişsel yük oluşturmayacak ve dikkat dağıtmayacak şekilde dengeli olması sağlanmalıdır.
3. AG destekli veya AG desteği olmayan öğretimsel amaçlı uygulamaların, çevrimiçi olarak uzaktan öğrencilerin başkalarıyla etkileşimli bir şekilde kullanabilmelerine olanak sağlayan alt yapıların kurulması gerekmektedir

Gelecekteki Araştırmalara Yönelik Öneriler:

1. Öğretim programlarına AG destekli uygulamaların entegrasyonunu sağlamak ve bu uygulamaların kullanımı hakkında öğretmenlere eğitim vermek ve öğretmen yetiştirme müfredatına AG uygulamalarının kullanımına yönelik derslerin eklenmesi uygun olacaktır.
2. AG uygulamalarının öğrenme sürecinde uzun dönemli kalıcı öğrenmeye etkilerini arttırmaya yönelik araştırmaların yapılması, AG uygulamalarının gelecekteki öğrenme yöntemlerini şekillendirme potansiyeline katkı sağlayacaktır.
3. AG uygulamaları uzamsal beceriyi geliştirmeye yönelik etkili bir yöntem olduğu alanyazındaki çalışmalardan da görüldüğü üzere kanıtlamış durumdadır. Somut materyallerin kullanılması veya geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla belli bir oranda daha yüksek etkiye sahip olsa da bu etkinin arttırılmasına yönelik araştırmalar yapılması alana katkı sağlayacaktır.
4. Öğrencilere yöneltilen ve yazılım tarafından otomatik olarak belirli kriterlere bağlı olarak üretilen uzamsal beceriye yönelik soruların kolaylık

veya zorluğunu belirleyen etkenlerin araştırılması bu tür uygulamaların gelişimine katkı yapacaktır.



7. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA 7th Edition atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Afshari, M., Bakar, K. A., Luan, W. S., Samah, B. A., & Fooi, F. S. (2009). Technology and school leadership. *Technology, Pedagogy and Education*, 18(2), 235-248.
- Agustin, F., Aini, Q., Khoirunisa, A., & Nabila, E. A. (2020). Utilization of blockchain technology for management e-certificate open journal system. *Aptisi Transactions on Management*, 4(2), 133-138.
- Ahmad, S. F., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., Alam, M. M., & Hyder, S. I. (2021). Artificial intelligence and its role in education. *Sustainability*, 13(22), 12902.
- Aini, Q., Budiarto, M., Putra, P. O. H., & Santoso, N. P. L. (2021). Gamification-based the kampus merdeka learning in 4.0 era. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 15(1), 31-42.
- Aini, Q., Rahardja, U., & Khoirunisa, A. (2020). Blockchain technology into gamification on education. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 14(2), 147-158.
- Alabdulaziz, M. S. (2021). COVID-19 and the use of digital technology in mathematics education. *Education and Information Technologies*, 26(6), 7609-7633.
- Alammarji, J. E. I. M. (2017). Effectiveness of the use of enhanced reality technology in the teaching of history for the first grade secondary on the development of achievement and the skills of historical thinking and motivation to learn using the techniques of students. *International Specialized Educational Journal*, 6(4), 135-136.
- Aldalalah, O., Ababneh, Z., Bawaneh, A., & Alzubi, W. (2019). Effect of augmented reality and simulation on the achievement of mathematics and visual thinking among students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 14(18), 164-185.
- Al-Hariri, M. T., & Al-Hattami, A. A. (2017). Impact of students' use of technology on their learning achievements in physiology courses at the University of Dammam. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 12(1), 82-85.
- Alhumaid, K. (2019). Four ways technology has negatively changed education. *Journal of Educational and Social Research*, 9(4).
- Ali, D. F., Omar, M., Boon, Y., Ahmad, J., Wahid, N. H. A., Noordin, M. K., ... & Ibrahim, M. A. (2018). The use of augmented reality learning environment in enhancing students' mental rotation skills. *Advanced Science Letters*, 24(5), 3705-3708.
- Aliisa Alizadeh, A. A. (2023). The role of online learning platforms in education. *ETM Equipment, Technologies, Materials*, 16(04), 53-58. <https://doi.org/10.36962/ETM16042023-53>
- Aljraiwi, S. (2019). Effectiveness of gamification of web-based learning in improving academic achievement and creative thinking among primary school students. *International Journal of Education and Practice*, 7(3), 242-257.
- Al Khateeb, M. A. (2019). Effect of Mobile Gaming on Mathematical Achievement among 4th Graders. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(7).
- Alkhatabi, 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).

- Allen, M., Bourhis, J., Burrell, N., & Mabry, E. (2002). Comparing student satisfaction with distance education to traditional classrooms in higher education: A meta-analysis. *The American journal of distance education*, 16(2), 83-97.
- Allen, G. L. (2003). Functional families of spatial abilities: Poor relations and rich prospects. *International Journal of Testing*, 3(3), 251-262.
- Ally, M. (2004). Foundations of educational theory for online learning. *Theory and practice of online learning*, 2(1), 15-44.
- Aloraini, S. (2012). The impact of using multimedia on students' academic achievement in the College of Education at King Saud University. *Journal of King Saud University-Languages and Translation*, 24(2), 75-82.
- Al-Tarawneh, A., Altarawneh, A. F., & Karaki, W. K. (2021). Effect of brain-based learning in developing spatial ability of ninth grade students with low achievement in mathematics. *Journal of Educational and Social Research*, 11(5), 141-150.
- Altınpulluk, H. (2015). Artırılmış gerçekliği anlamak: kavramlar ve uygulamalar.
- Altınpulluk, H. (2015). Artırılmış gerçekliği anlamak: kavramlar ve uygulamalar. *Açıköğretim Uygulamaları Ve Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 123-131.
- Amin, F. M., & Sundari, H. (2020). EFL students' preferences on digital platforms during emergency remote teaching: Video Conference, LMS, or Messenger Application?. *Studies in English Language and Education*, 7(2), 362-378.
- Anić, I. (2015). *The importance of visual consistency in ui design*. uxpasion.com. <https://www.uxpasion.com/blog/the-importance-of-visual-consistency-in-ui-design/>
- Anwar, A. S., Mardisentosa, B., & Williams, A. (2021). The role of technology In education. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITS DI)*, 3(1), 36-40.
- Ardıç, Ş., & Uslu, Ö. (2021). Examining the Variables Affecting Primary Teachers' Teaching and Learning Approaches with a Structural Equation Model. *Education & Science/Eğitim ve Bilim*, 46(208).
- Arpaci, I. (2015). A comparative study of the effects of cultural differences on the adoption of mobile learning. *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 699-712.
- Association for Supervision and Curriculum Development. (2011). Module 4: Reading: Using technology to differentiate instruction. *Technology in schools: A balanced perspective (2nd ed.)*. [Online course materials]. https://pdo.ascd.org/lmscourses/PD11OC137S/story_content/media/DI_Mgt-Syllabus.pdf
- Atit, K., Power, J. R., Veurink, N., Uttal, D. H., Sorby, S., Panther, G., ... & Carr, M. (2020). Examining the role of spatial skills and mathematics motivation on middle school mathematics achievement. *International Journal of STEM Education*, 7, 1-13.
- Ault, H. K., & John, S. (2010). Assessing and enhancing visualization skills of engineering students in Africa: A comparative study. *The Engineering Design Graphics Journal*, 74(2).
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.
- Bacca A., J. L., Baldiris N., S. M., Fabregat G., R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology and Society*, 2014, vol. 17, núm. 4, p. 133-149.
- Bai, H. (2009). Assigning Students in Cooperative and Individual Learning Environments According to Cognitive Styles: Achievement and Perceptions in Computer Technology Learning. *Journal on School Educational Technology*, 5(1), 7-16.

- Bakioğlu, B., Çevik, M. (2020). COVID-19 pandemisi sürecinde fen bilimleri öğretmenlerinin uzaktan eğitime ilişkin görüşleri. *Turkish Studies*, 15(4), 109-129. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.43502>
- Bakker, M., Torbeyns, J., Verschaffel, L., & De Smedt, B. (2022). The mathematical, motivational, and cognitive characteristics of high mathematics achievers in primary school. *Journal of educational psychology*, 114(5), 992.
- Bannatyne, A. (2003). Multiple intelligences. *Bannatyne reading, writing, spelling and language program.*, 2-3.
- Baranyi, P., & Csapó, Á. (2012). Definition and synergies of cognitive infocommunications. *Acta Polytechnica Hungarica*, 9(1), 67-83.
- Bates, A. T., & Sangra, A. (2011). *Managing technology in higher education: Strategies for transforming teaching and learning*. John Wiley & Sons.
- Battista, M. T., Wheatley, G. H., & Talsma, G. (1982). The importance of spatial visualization and cognitive development for geometry learning in preservice elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(5), 332-340.
- Bauer, N. S. (2018). Technoference over time and parenting. *Pediatric Research*, 84(2), 157-158.
- Beier, D., Billert, R., Bruderlin, B., Stichling, D., & Kleinjohann, B. (2003). Marker-less vision based tracking for mobile augmented reality. In *The Second IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2003. Proceedings*. (pp. 258-259). IEEE.
- Berryman, D. R. (2012). Augmented reality: a review. *Medical reference services quarterly*, 31(2), 212-218.
- Bilginer, G., & Özel, Ö. (2019). Matematğin tanımı, önemi ve matematik eğitiminde ilke ve standartlar. *Erken çocuklukta matematik eğitimi*, 1-17.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Bishop, J., & Verleger, M. A. (2013, June). The flipped classroom: A survey of the research. In *2013 ASEE annual conference & exposition* (pp. 23-1200).
- Boles, D. B. (1980). X-linkage of spatial ability: A critical review. *Child Development*, 625-635.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn* (Vol. 11). Washington, DC: National academy press.
- Brata, K. C., & Liang, D. (2019). An effective approach to develop location-based augmented reality information support. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(4), 3060.
- Bruce, C., Sinclair, N., Moss, J., Hawes, Z., & Caswell, B. (2015). Spatializing the curriculum. In *Spatial reasoning in the early years: principles, assertions and speculations*. New york, ny: Routledge. 85-106.
- Buckley, J., Seery, N., & Canty, D. (2019). Investigating the use of spatial reasoning strategies in geometric problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 341-362.
- Burnett, S. A., & Lane, D. M. (1980). Effects of academic instruction on spatial visualization. *Intelligence*, 4(3), 233-242.
- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F. ve Kılıç, E. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi

- Camba, J., Contero, M., & Salvador-Herranz, G. (2014, October). Desktop vs. mobile: A comparative study of augmented reality systems for engineering visualizations in education. In *2014 IEEE Frontiers in education conference (FIE) proceedings* (pp. 1-8). IEEE.
- Cameron, S., Glyde, H., & Dillon, H. (2012). Efficacy of the LiSN & Learn auditory training software: randomized blinded controlled study. *Audiology research*, 2(1), e15.
- Campos, E., Hidrogo, I., & Zavala, G. (2022). Impact of virtual reality use on the teaching and learning of vectors. In *Frontiers in Education* (Vol. 7, p. 702). Frontiers.
- Carbonell, J. G., Michalski, R. S., & Mitchell, T. M. (1983). An overview of machine learning. *Machine learning*, 3-23.
- Carmona-Ramírez, L. H., & Henao-Céspedes, V. (2021). Development of a Learning Model of Quadric Surfaces With Augmented Reality and Didactic Engineering. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(22).
- Carr, N. (2020). *The shallows: What the Internet is doing to our brains*. WW Norton & Company.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies* (No. 1). Cambridge university press.
- Carvalho, C. V., & Lemos, B. M. (2014). Possibilities of Augmented Reality use in mathematics aiming at a meaningful learning. *Creative Education*, 2014.
- Cary, M. S., Kennedy, P. C., Shanley, L., & Clarke, B. (2021). Learning gains from the KinderTEK® iPad math program: Does timing of a preventative intervention matter?. *Journal of Special Education Technology*, 36(4), 321-335.
- Casey, B. M., Pezaris, E., Fineman, B., Pollock, A., Demers, L., & Dearing, E. (2015). A longitudinal analysis of early spatial skills compared to arithmetic and verbal skills as predictors of fifth-grade girls' math reasoning. *Learning and Individual Differences*, 40, 90-100.
- Cazan, A. M., Cocoradă, E., & Maican, C. I. (2016). Computer anxiety and attitudes towards the computer and the internet with Romanian high-school and university students. *Computers in Human Behavior*, 55, 258-267.
- Chai, M., Lin, Y., & Li, Y. (2018). Machine learning and modern education. In *e-Learning, e-Education, and Online Training: 4th International Conference, eLEOT 2018, Shanghai, China, April 5–7, 2018, Proceedings 4* (pp. 41-46). Springer International Publishing.
- Chen, C. M., & Li, Y. L. (2010). Personalised context-aware ubiquitous learning system for supporting effective English vocabulary learning. *Interactive Learning Environments*, 18(4), 341-364.
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. *Innovations in smart learning*, 13-18.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.
- Chen, L. (2022). Spatial ability and mathematics achievement in deaf children: The mediating role of processing speed and intelligence. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 34(3), 399-415.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of science education and technology*, 22, 449-462.
- Cheng, Y. L., & Mix, K. S. (2014). Spatial training improves children's mathematics ability. *Journal of cognition and development*, 15(1), 2-11.

- Cheng, J., Wang, Y., Tjondronegoro, D., & Song, W. (2018). Construction of interactive teaching system for course of mechanical drawing based on mobile augmented reality technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 13(2), 126-139.
- Cheung, A. C., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational research review*, 9, 88-113.
- Chun Ou, F. (2015). Using Mobile Devices to Improve Educational Outcomes: An Analysis in Primary Education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 12(3).
- Clarke, B., & Svanaes, S. (2014). An updated literature review on the use of tablets in education. *Tablets for Schools. UK: Family Kids & Youth*.
- Clunie, L., Morris, N. P., Joynes, V. C., & Pickering, J. D. (2018). How comprehensive are research studies investigating the efficacy of technology-enhanced learning resources in anatomy education? A systematic review. *Anatomical Sciences Education*, 11(3), 303-319.
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational researcher*, 32(1), 9-13.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (2018). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In *Knowing, learning, and instruction* (pp. 453-494). Routledge.
- Contero, M., Gomis, J. M., Naya, F., Albert, F., & Martin-Gutierrez, J. (2012). Development of an augmented reality based remedial course to improve the spatial ability of engineering students. In *2012 Frontiers in education conference proceedings* (pp. 1-5). IEEE.
- Cooper, L. A., & Mumaw, R. J. (1985). Spatial aptitude. *Individual differences in cognition*, 2, 67-94.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Croft, N., Dalton, A., & Grant, M. (2010). Overcoming isolation in distance learning: Building a learning community through time and space. *Journal for education in the built environment*, 5(1), 27-64.
- Crompton, H. (2014). A diachronic overview of technology contributing to mobile learning: A shift towards student-centered pedagogies. In *Increasing access through mobile learning* (pp 7-15). Canada: Athabasca University.
- Çağlar, G. (2010). *Yapılandırmacı yaklaşımın matematik öğretimine (ilköğretim 7. sınıflarda) etkisi* (Yüksek Lisans Tezi).
- Çıngı, H. (1994). *Örnekleme Kuramı*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi.
- D'Oliveira, T. C. (2004). Dynamic spatial ability: An exploratory analysis and a confirmatory study. *The International Journal of Aviation Psychology*, 14(1), 19-38.
- Danakorn Nincarean, A., Phon, L. E., Rahman, M. H. A., Utama, N. I., Ali, M. B., Abdi Halim, N. D., & Kasim, S. (2019). The effect of augmented reality on spatial visualization ability of elementary school student. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 9(2), 624-629.

- Daniela, L. (2021). Smart pedagogy as a driving wheel for technology-enhanced learning. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(4), 711-718.
- Davies, R. S., & West, R. E. (2014). Technology integration in schools. *Handbook of research on educational communications and technology*, 841-853.
- Denzin, N. K. (1978). *Sociological methods*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).
- Dietterich, T. (1996). Machine learning. *ACM Computing Surveys*, 28(4es), 3. <https://doi.org/10.1145/242224.242229>
- Dinç, O. (2018). *Mobil uyumlu web site arayüzlerinde kullanılabilirlik* [Yüksek Lisans Tezi]. Işık Üniversitesi.
- Dinç, E. (2019). Prospective teachers' perceptions of barriers to technology integration in education. *Contemporary educational technology*, 10(4), 381-398.
- Durak, H. Y., Sarıtepeci, M., & Çam, F. B. (2020). Arkeoloji alanında artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımına yönelik üniversite öğrencilerinin görüşlerinin incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 156-179.
- Dünser, A., Steinbügl, K., Kaufmann, H., & Glück, J. (2006, July). Virtual and augmented reality as spatial ability training tools. In *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI New Zealand chapter's international conference on Computer-human interaction: design centered HCI* (pp. 125-132).
- Dünser, A., & Hornecker, E. (2007). An observational study of children interacting with an augmented story book. In *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment: Second International Conference, Edutainment 2007*, Hong Kong, China, June 11-13, 2007. Proceedings 2 (pp. 305-315). Springer Berlin Heidelberg.
- Ekstrom, R. B., & Harman, H. H. (1976). *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests*, Educational testing service.
- Elsayed, S. A., & Al-Najrani, H. I. (2021). Effectiveness of the augmented reality on improving the visual thinking in mathematics and academic motivation for middle school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(8).
- Ertmer, P. A. (2001). Responsive instructional design: Scaffolding the adoption and change process. *Educational Technology*, 33-38.
- Eyyam, R., & Yaratan, H. S. (2014). Impact of use of technology in mathematics lessons on student achievement and attitudes. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 42(1).
- Federal Communications Commission. (2021). *Fourteenth broadband deployment report*. Erişim Tarihi Mayıs 2023. <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-21-18A1.pdf>
- Ferri, F., D'Andrea, A., Grifoni, P., & Guzzo, T. (2018). Distant learning: open challenges and evolution. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 17(8), 78-88.
- Fijačko, N., Masterson Creber, R., Gosak, L., Štiglic, G., Egan, D., Chaka, B., ... & Skok, P. (2021). Evaluating quality, usability, evidence-based content, and gamification features in mobile learning apps designed to teach children basic life support: systematic search in app stores and content analysis. *JMIR mHealth and uHealth*, 9(7).

- Foster, M. E., Anthony, J. L., Clements, D. H., Sarama, J., & Williams, J. M. (2016). Improving mathematics learning of kindergarten students through computer-assisted instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 47(3), 206-232.
- Fox, S., & Leake, D. B. (2001). Introspective reasoning for index refinement in case-based reasoning. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 13(1), 63-88.
- French, J. W. (1951). The description of aptitude and achievement tests in terms of rotated factors.
- Fried, C. B. (2008). In-class laptop use and its effects on student learning. *Computers & education*, 50(3), 906-914.
- Friedman, T. L. (2007). *The world is flat*. New York, NY : Farrar, Straus, & Giroux.
- Friedman, A. M., & Heafner, T. L. (2008). Finding and contextualizing resources: A digital literacy tool's impact in ninth-grade world history. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 82(2), 82-86.
- Fua, P., & Lepetit, V. (2007). Vision based 3D tracking and pose estimation for mixed reality. In *Emerging technologies of augmented reality: Interfaces and design* (pp. 1-22). IGI Global.
- Gaertner, M. N., Kim, J., DesJardins, S. L., & McClarty, K. L. (2014). Preparing students for college and careers: The causal role of algebra II. *Research in Higher Education*, 55, 143-165.
- Galton, F. (1907). Mental imagery. In *Inquiries into human faculty and its development* (pp. 57-79). J M Dent & Sons. <https://doi.org/10.1037/10913-016>
- Gayevska, O., & Kravtsov, H. (2022). Approaches on the augmented reality application in Japanese language learning for future language teachers. *Educational Technology Quarterly*, 2022(2), 105-114.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in entertainment (CIE)*, 1(1), 20-20.
- Geer, E. A., Quinn, J. M., & Ganley, C. M. (2019). Relations between spatial skills and math performance in elementary school children: A longitudinal investigation. *Developmental Psychology*, 55(3), 637.
- Gilligan-Lee, K. A., Hawes, Z. C., & Mix, K. S. (2022). Spatial thinking as the missing piece in mathematics curricula. *npj Science of Learning*, 7(1), 10.
- Gómez García, M., Trujillo Torres, J. M., Aznar Díaz, I., & Cáceres Reche, M. D. P. (2018). Augment reality and virtual reality for the improvement of spatial competences in Physical Education.
- Gómez-Tone, H. C., Martin-Gutierrez, J., Valencia Anci, L., & Mora Luis, C. E. (2020). International comparative pilot study of spatial skill development in engineering students through autonomous augmented reality-based training. *Symmetry*, 12(9), 1401.
- Gordon, J. A., Wilkerson, W. M., Shaffer, D. W., & Armstrong, E. G. (2001). "Practicing" medicine without risk: students' and educators' responses to high-fidelity patient simulation. *Academic Medicine*, 76(5), 469-472.
- Goryachkin, B. S., & Kaurov, M. D. (2021). Affordable augmented reality for smartphones. *Dynamics of Complex System - XXI century*. <https://doi.org/10.18127/j19997493-202101-05>
- Gökçearslan, Ş., Solmaz, E., & Kukul, V. (2017). Mobil öğrenmeye yönelik hazırbulunuşluk ölçeği: bir uyarlama çalışması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 7(1), 143-157.

- Göktepe, S., & Özdemir, A. Ş. (2013). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerilerinin SOLO modeli ile incelenmesi. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 3(2), 91-146.
- Guay, R. (1976). *Purdue spatial vizualization test*. Educational testing service.
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational Communication and Technology Journal*, 29(2), 75-91.
- Guilford, J. P., & Lacey, J. I. (Eds.). (1947). *Printed classification tests* (No. 5). US Government Printing Office.
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2012). The relation between spatial skill and early number knowledge: the role of the linear number line. *Developmental psychology*, 48(5), 1229.
- Guntur, M. I. S., Setyaningrum, W., & Retnawati, H. (2020, July). Can augmented reality improve problem-solving and spatial skill?. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1581, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- Gupta, S., Chaudhary, R., Gupta, S., Kaur, A., & Mantri, A. (2019). A survey on tracking techniques in augmented reality based application. In *2019 Fifth International Conference on Image Information Processing (ICIIP)* (pp. 215-220). IEEE.
- Guzsvinecz, T., Orbán-Mihálykó, É., Perge, E., & Sik-Lányi, C. (2020). Analyzing the spatial skills of university students with a Virtual Reality application using a desktop display and the Gear VR. *Acta Polytechnica Hungarica*, 17(2), 35-56.
- Gün, E. T., & Atasoy, B. (2017). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ilköğretim öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve akademik başarılarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 42(191).
- Hairon, S., & Chai, C. S. (2017). The learning revolution: From pedagogues to designers of learning. *Learning: Research and Practice*, 3(2), 79-84.
- Halpern, D. F. (2000). *Sex differences in cognitive abilities*. Psychology press.
- Halpern, D. F., & Collaer, M. L. (2005). Sex differences in visuospatial abilities: More than meets the eye. *The Cambridge handbook of visuospatial thinking*, 170, 212.
- Hanid, M. F. A., Said, M. N. H. M., Yahaya, N., & Abdullah, Z. (2022). The Elements of Computational Thinking in Learning Geometry by Using Augmented Reality Application. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(2).
- Harle, M., & Towns, M. (2011). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 351-360.
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of research on technology in education*, 41(4), 393-416.
- Haßler, B., Major, L., & Hennessy, S. (2016). Tablet use in schools: A critical review of the evidence for learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(2), 139-156.
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of educational psychology*, 91(4), 684.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2005). Individual differences in spatial abilities. *The Cambridge handbook of visuospatial thinking*, 121-169.
- Hegarty, M., Keehner, M., Khooshabeh, P., & Montello, D. R. (2009). How spatial abilities enhance, and are enhanced by, dental education. *Learning and Individual Differences*, 19(1), 61-70.

- Hegarty, M. (2010). Components of spatial intelligence. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 52, pp. 265-297). Academic Press.
- Hennessey, S., Ruthven, K., & Brindley, S. U. E. (2005). Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: commitment, constraints, caution, and change. *Journal of curriculum studies*, 37(2), 155-192.
- Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J., & Crawford, L. (2019). Effects of technology in mathematics on achievement, motivation, and attitude: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 283-319.
- Hirsch, D. (2018). *The impact of technology on student achievement*. 25 pages. <https://doi.org/10.13016/M2PN8XJ56>
- Hixon, E., & Buckenmeyer, J. (2009). Revisiting technology integration in schools: Implications for professional development. *Computers in the Schools*, 26(2), 130-146.
- Hoe, Z. Y., Lee, I. J., Chen, C. H., & Chang, K. P. (2019). Using an augmented reality-based training system to promote spatial visualization ability for the elderly. *Universal Access in the Information Society*, 18, 327-342.
- Hollander, M., Wolfe, D. A., & Chicken, E. (2013). *Nonparametric statistical methods*. John Wiley & Sons.
- Holmes, K., Gore, J., Smith, M., & Lloyd, A. (2018). An integrated analysis of school students' aspirations for STEM careers: Which student and school factors are most predictive?. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 655-675.
- Holst, J. (2012). *8 Limitations When Designing For Mobile*. baymard.com. <https://baymard.com/blog/mobile-design-limitations>
- Hong, O. A., Abd Halim, N. D., Zulkifli, N. N., Jumaat, N. F., Zaid, N. M., & Mokhtar, M. (2022). Designing game-based learning kit with integration of augmented reality for learning geography. *iJIM*, 16(02), 5.
- Hoyles, C. (2018). Transforming the mathematical practices of learners and teachers through digital technology. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 209-228.
- Huang, X., Zhang, J., & Hudson, L. (2019). Impact of math self-efficacy, math anxiety, and growth mindset on math and science career interest for middle school students: the gender moderating effect. *European Journal of Psychology of Education*, 34, 621-640.
- Huda, A., Azhar, N., Almasri, A., Wulansari, R. E., Mubai, A., Sakti, R. H., ... & Hartanto, S. (2021). Augmented Reality Technology as a Complement on Graphic Design to Face Revolution Industry 4.0 Learning and Competence: The Development and Validity. *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, 15(5), 116-126.
- Huk, T. (2006). Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. *Journal of computer assisted learning*, 22(6), 392-404.
- Hwang, G. J., Lai, C. L., & Wang, S. Y. (2015). Seamless flipped learning: a mobile technology-enhanced flipped classroom with effective learning strategies. *Journal of computers in education*, 2, 449-473.
- Iberahim, A., Md Yunus, M., & Sulaiman, N. A. (2023). A review on technology enhanced language learning(Tell). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(2), Pages 1509-1519. <https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v13-i2/16496>
- Iserbyt, P., Charlier, N., & Mols, L. (2014). Learning basic life support (BLS) with tablet PCs in reciprocal learning at school: are videos superior to pictures? A randomized controlled trial. *Resuscitation*, 85(6), 809-813.

- Izadpanah, S., & Alavi, M. (2016). The Perception of EFL High School Students in Using of Computer Technology in the Process of Learning: Merits and Demerits. *Advances in Language and Literary Studies*, 7(3), 146-156.
- Izadpanah, S., & Alavi, M. (2016). The Perception of EFL High School Students in Using of Computer Technology in the Process of Learning: Merits and Demerits. *Advances in Language and Literary Studies*, 7(3), 146-156.
- İlhan, A., & Aslaner, R. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerilerinin üniversite ve sınıf düzeyi değişkenleri açısından incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 82-97.
- Jo, I., & Bednarz, S. W. (2009). Evaluating geography textbook questions from a spatial perspective: Using concepts of space, tools of representation, and cognitive processes to evaluate spatiality. *Journal of Geography*, 108(1), 4-13.
- Johnson, M. J., Schwab, R. L., & Foa, L. (1999). Technology as a change agent for the teaching process. *Theory into practice*, 38(1), 24-30.
- Jusas, V., Barisas, D., & Jančiukas, M. (2022). Game elements towards more sustainable learning in object-oriented programming course. *Sustainability*, 14(4), 2325.
- Karsenti, T., & Fievez, A. (2013). The iPad in education: uses, benefits, and challenges. *A survey of*, 6057.
- Kaya, D. (2019). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Görselleştirme, Zihinsel Döndürme ve Zihinde Canlandırma Becerilerinin Matematik Odaklı Epistemolojik İnançlar ve Bazı Değişkenlerle İlişkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(4), 1787-1798. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.3329>
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & education*, 55(2), 427-443.
- Kell, H. J., & Lubinski, D. (2013). Spatial ability: A neglected talent in educational and occupational settings. *Roeper Review*, 35(4), 219-230.
- Kemp, A. T., Preston, J., Page, C. S., Harper, R., Dillard, B., Flynn, J., & Yamaguchi, M. (2014). Technology and teaching: A conversation among faculty regarding the pros and cons of technology. *Qualitative Report*, 19, 6.
- Kennewell, S., & Beauchamp, G. (2007). The features of interactive whiteboards and their influence on learning. *Learning, Media and Technology*, 32(3), 227-241.
- Kılıç, S. (2009). Uzam mı, uzay mı? Peki mekân ne. *Cogito*, 59, 48-60.
- Kim, J., & Irizarry, J. (2021). Evaluating the use of augmented reality technology to improve construction management student's spatial skills. *International Journal of Construction Education and Research*, 17(2), 99-116.
- Kingsley, K. V., & Boone, R. (2008). Effects of multimedia software on achievement of middle school students in an American history class. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(2), 203-221.
- Klempous, R., Nikodem, J., & Baranyi, P. Z. (Eds.). (2019). *Cognitive Infocommunications, Theory and Applications* (Vol. 462). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Kneebone, R. (2009). Perspective: simulation and transformational change: the paradox of expertise. *Academic Medicine*, 84(7), 954-957.
- Kober, S. E., Wood, G., Hofer, D., Kreuzig, W., Kiefer, M., & Neuper, C. (2013). Virtual reality in neurologic rehabilitation of spatial disorientation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 10, 1-13. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-17>

- Kosslyn, S. M. (1980). *Image and mind*. Harvard University Press.
- Kounlaxay, K., Shim, Y., Kang, S. J., Kwak, H. Y., & Kim, S. K. (2021). Learning media on mathematical education based on augmented reality. *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, 15(3), 1015-1029.
- Koutromanos, G., & Avraamidou, L. (2014). The use of mobile games in formal and informal learning environments: A review of the literature. *Educational Media International*, 51(1), 49-65.
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive science*, 31(4), 549-579.
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage publications. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- Kukulska-Hulme, A., & Traxler, J. (Eds.). (2005). *Mobile learning: A handbook for educators and trainers*. Psychology Press.
- Kurnaz, A. (2018). Examining effects of mathematical problem-solving, mathematical reasoning and spatial abilities on gifted students' mathematics achievement. *World Scientific Research*, 5(1), 37-43.
- Kurtdede Fidan, N., Erbasan, Ö., & Kolsuz, S. (2016). Sınıf öğretmenlerinin eğitim bilişim ağı'ndan (eba) yararlanmaya ilişkin görüşleri. *Journal of International Social Research*, 9(45).
- Kusumah, Y. S., & Martadiputra, B. A. P. (2022). Investigating the Potential of Integrating Augmented Reality into the 6E Instructional 3D Geometry Model in Fostering Students' 3D Geometric Thinking Processes. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(6).
- Küçük, S., Yılmaz, R., & Göktaş, Y. (2014). Augmented reality for learning english: Achievement, attitude and cognitive load levels of students. *Ted eğitim ve bilim*, 39(176). <https://doi.org/10.15390/EB.2014.3595>
- Lang, P., Kusej, A., Pinz, A., & Brasseur, G. (2002, May). Inertial tracking for mobile augmented reality. In *IMTC/2002. Proceedings of the 19th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference (IEEE Cat. No. 00CH37276)* (Vol. 2, pp. 1583-1587). IEEE.
- Lanoue, S. (2015). *Common ux mistakes to avoid on your mobile site*. 5 Common UX Mistakes to Avoid on Your Mobile Site. [usertesting.com. https://www.usertesting.com/blog/5-common-ux-mistakes-to-avoid-on-your-mobile-site](https://www.usertesting.com/blog/5-common-ux-mistakes-to-avoid-on-your-mobile-site)
- Latham, P. (2002). *Teaching and Learning Primary Mathematics: The Impact of Interactive Whiteboards: Results of the North Islington Education Action Zone RM Easiteach Mathematics Project*. BEAM Education.
- Law, D. J., Pellegrino, J. W., & Hunt, E. B. (1993). Comparing the tortoise and the hare: Gender differences and experience in dynamic spatial reasoning tasks. *Psychological Science*, 4(1), 35-40.
- Leake, D. (2001). Artificial Intelligence. *Van Nostrand's Scientific Encyclopedia*.
- Lee, S. J. (2009). Online communication and adolescent social ties: Who benefits more from Internet use?. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 14(3), 509-531.
- Lee, S. (2017). *The Limitations Of Touch Interfaces*. [thisisglance.com. https://thisisglance.com/blog/the-limitations-of-touch-interfaces](https://thisisglance.com/blog/the-limitations-of-touch-interfaces)
- Lecompte, M. D. ve Goetz, J. P. (1982). Problems of reliability and validity in ethnographic research. *Review of Educational Research*, 52, 31-60.

- Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22, 215-243.
- Li, Y., Yang, Y., Yao, Z., & Xu, G. (2020). Virtual 3D environment for exploring the spatial ability of students. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 2(6), 556-568.
- Lima, J. P. S. M., Simoes, F. P. M., Figueiredo, L. S., & Kelner, J. (2010). Model based markerless 3D tracking applied to augmented reality. *Journal on Interactive Systems*, 1(1).
- Lin, M. H., Chen, H. C., & Liu, K. S. (2017). A study of the effects of digital learning on learning motivation and learning outcome. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3553-3564.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature* (Vol. 8, p. 226). Stanford, CA: School of education, Stanford university.
- Lohman, D. F., & Kyllonen, P. C. (1983). Individual differences in solution strategy on spatial tasks. *Individual differences in cognition*, 1, 105-135.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In *Advances in the psychology of human intelligence* (pp. 181-248). Psychology Press.
- Lohman, D. F. (1993). *Spatial ability and g*. Paper presented at the first Spearman Seminar, University of Plymouth, England.
- Lohman, D. F. (1994). Spatial ability. In R. J. Sternberg (Ed.), *Encyclopedia of intelligence* (Vol. 2, pp. 1000-1007). New York: Macmillan.
- Lohman, D. F. (1996). Spatial skill and G. In I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: Their nature and assessment* (pp. 97-116). NJ: Erlbaum: Hillsdale.
- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 49(4), 344-351.
- Lumpkin, A., Achen, R. M., & Dodd, R. K. (2015). Using Technology-Nested Instructional Strategies to Enhance Student Learning. *Insight: a journal of scholarly teaching*, 10, 114-125.
- Maccoby, E., & Jacklin, C. (1974). *The Psychology of sex differences*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Maidi, M., & Preda, M. (2011, November). Markerless tracking for mobile augmented reality. In *2011 IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications (ICSIPA)* (pp. 301-306). IEEE.
- Markamah, N., Subiyanto, S., & Murnomo, A. (2018). The effectiveness of augmented reality app to improve students achievement in learning introduction to animals. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(4), 651-657.
- 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.
- Martín-Gutiérrez, J., Contero, M., & Alcañiz, M. (2015). Augmented reality to training spatial skills. *Procedia Computer Science*, 77, 33-39.
- Marthi, E. P., & Dinçer, N. U. (2021). Technology in nursing education: Augmented reality. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(5), 627-637.

- Webb, M., Fluck, A., Deschenes, M., Kheirallah, S., Lee, I., Magenheimer, J., ... & Zagami, J. (2019). Thematic working group 4-state of the art in thinking about machine learning: Implications for education.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- McDowell, W. (2016). *Making A Case For The Desktop Hamburger Menu*. usabilitygeek.com. <https://usabilitygeek.com/making-case-for-desktop-hamburger-menu/>
- McGee, M. G. (1979). *Human Spatial Abilities: Sources of Sex Differences*. New York: Praeger.
- McVicar, E. (2014). *Designing for Mobile Part 3: Visual design*. uxbooth.com. <https://uxbooth.com/articles/designing-mobile-part-3-visual-design/>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & education*, 70, 29-40.
- Messer, D., Thomas, L., Holliman, A., & Kucirkova, N. (2018). Evaluating the effectiveness of an educational programming intervention on children's mathematics skills, spatial awareness and working memory. *Education and Information Technologies*, 23, 2879-2888.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). Öğretim programlarını izleme ve değerlendirme sistemi. Ankara: Meb.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: MEB.
- Mitrovic, A., Dimitrova, V., Lau, L., Weerasinghe, A., & Mathews, M. (2017). Supporting constructive video-based learning: Requirements elicitation from exploratory studies. In E. André, R. Baker, X. Hu, Ma. M. T. Rodrigo, & B. Du Boulay (Ed.), *Artificial Intelligence in Education* (C. 10331, ss. 224-237). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61425-0_19
- mobiforge.com. (2015). *Usability on the mobile Web: best practices and guidelines for designers and developers*. mobiforge.com. <https://mobiforge.com/design-development/usability-mobile-web-best-practices-and-guidelines-designers-and-developers>
- Moreau, D., Clerc, J., Mansy-Dannay, A., & Guerrien, A. (2012). Enhancing spatial ability through sport practice. *Journal of Individual Differences*.
- Muñoz, M. V. (2020). Reformas educativas y profesorado de secundaria: El peso de la tradición docente. *Education Policy Analysis Archives*, 28, 36. <https://doi.org/10.14507/epaa.28.4117>
- Mushtaha, R. (2015). *The Effectiveness of Using Augmented Reality in Developing Creative Thinking Skills and the Attitude toward Science among 9th Graders in Gaza*. [Unpublished MA Thesis], Gaza: The Islamic University of Gaza.
- Nafea, I. T. (2018). Machine learning in educational technology. *Machine learning-advanced techniques and emerging applications*, 175-183.
- Naimark, L., & Foxlin, E. (2002). Circular data matrix fiducial system and robust image processing for a wearable vision-inertial self-tracker. In *Proceedings. International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 27-36). IEEE.
- National Research Council. (2006). *Learning to think spatially*. Washington, DC: National Academies Press.

- Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 102-111.
- Newcombe, N. S. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American educator*, 34(2), 29.
- Nguyen, V. T., Jung, K., & Dang, T. (2019, December). Creating virtual reality and augmented reality development in classroom: Is it a hype?. In *2019 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR)* (pp. 212-2125). IEEE.
- Nicol, A. A. (2017). Using Gaming to Make Statistics Fun. *College Teaching*, 65(1), 40-40.
- Nikolic, D., Jaruhar, S., & Messner, J. I. (2009). An educational simulation in construction: The virtual construction simulator. *Computing in Civil Engineering (2009)*, 633-642. [https://doi.org/10.1061/41052\(346\)63](https://doi.org/10.1061/41052(346)63)
- Ninaus, M., Kiili, K., McMullen, J., & Moeller, K. (2017). Assessing fraction knowledge by a digital game. *Computers in Human Behavior*, 70, 197-206.
- Nneji, B. U. (2014). Technologies in education and the dehumanization and imperialization of pedagogy: The African perspective. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 8(1), 86.
- Núñez, M., Quirós, R., Núñez, I., Carda, J. B., Camahort, E., & Mauri, J. L. (2008). Collaborative augmented reality for inorganic chemistry education. In *WSEAS international conference. Proceedings. Mathematics and computers in science and engineering* (Vol. 5, pp. 271-277). WSEAS.
- Nurbekova, Z., & Baigusheva, B. (2020). On the issue of compliance with didactic principles in learning using augmented reality. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(15), 121-132.
- Nye, D. E. (2007). *Technology matters: Questions to live with*. Mit Press.
- OECD (2015), *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>.
- OECD (2018). *PISA Result From PISA 2018:Country Note Turkey OECD*. [Çevrim-içi: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_TUR.pdf], Erişim tarihi: 29 Ağustos 2022.
- Omar, M., Ali, D., Mokhtar, M., Zaid, N., Jambari, H., & Ibrahim, N. (2019). Effects of Mobile Augmented Reality (MAR) towards students' visualization skills when learning orthographic projection. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 14(20), 106-119.
- Oonk, W. (2009). Theory-enriched practical knowledge in mathematics teacher education. *Leiden: ICLON PhD dissertation series*.
- Outhwaite, L. A., Faulder, M., Gulliford, A., & Pitchford, N. J. (2019). Raising early achievement in math with interactive apps: A randomized control trial. *Journal of educational psychology*, 111(2), 284.
- Özçakır Sümen, Ö. (2022). Üç Boyutlu Tasarım Programlarıyla Gerçekleştirilen Etkinliklerin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Uzamsal Becerilerinin Gelişimine Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(2), 1681-1708.
- Öztop, F. (2022). İlkokul matematik öğretiminde bireysel ve sınıf tabanlı dijital teknoloji kullanımının etkililiği: bir meta-analiz çalışması. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2022(19), 288-302.
- Paavilainen, J., Korhonen, H., Alha, K., Stenros, J., Koskinen, E., & Mayra, F. (2017). The Pokémon GO experience: A location-based augmented reality mobile game goes mainstream.

In *Proceedings of the 2017 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 2493-2498).

- Papadakis, S. (2021). Advances in Mobile Learning Educational Research (AMLER): Mobile learning as an educational reform. *Advances in Mobile learning educational research*, 1(1), 1-4.
- Park, J., You, S., & Neumann, U. (1999). Natural feature tracking for extendible robust augmented realities. In *Proceedings of the international workshop on Augmented reality: placing artificial objects in real scenes: placing artificial objects in real scenes* (pp. 209-217).
- Park, S. Y., Nam, M. W., & Cha, S. B. (2012). University students' behavioral intention to use mobile learning: Evaluating the technology acceptance model. *British journal of educational technology*, 43(4), 592-605.
- Pence, H. E. (2010). Smartphones, smart objects, and augmented reality. *The Reference Librarian*, 52(1-2), 136-145.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., & Richardson, C. (1995). A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test-different versions and factors that affect performance. *Brain and cognition*, 28(1), 39-58.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Pilli, O., & Aksu, M. (2013). The effects of computer-assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics students in North Cyprus. *Computers & Education*, 62, 62-71.
- Pinz, A., Brandner, M., Ganster, H., Kusej, A., Lang, P., & Ribo, M. (2002). Hybrid tracking for augmented reality. *Ögai Journal*, 21(1), 17-24.
- Pradibta, H. (2018). Augmented Reality: Daily Prayers for Preschooler Student. *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, 12(1), 151-159.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Standards for school mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Rabbi, I., & Ullah, S. (2013). A survey on augmented reality challenges and tracking. *Acta graphica: znanstveni časopis za tiskarstvo i grafičke komunikacije*, 24(1-2), 29-46.
- Ray, R. A., Fried, O., & Lindsay, D. (2014). Palliative care professional education via video conference builds confidence to deliver palliative care in rural and remote locations. *BMC health services research*, 14, 1-8.
- Rebollo, C., Remolar, I., Rossano, V., & Lanzilotti, R. (2022). Multimedia augmented reality game for learning math. *Multimedia Tools and Applications*, 81(11), 14851-14868.
- Reigeluth, C. M. (2013). *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory, Volume II*. Routledge.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Routledge.
- Roberts, N., & Vänskä, R. (2011). Challenging assumptions: Mobile learning for mathematics project in South Africa. *Distance Education*, 32(2), 243-259.
- Rohendi, D., Septian, S., & Sutarno, H. (2018, February). The use of geometry learning media based on augmented reality for junior high school students. In *IOP conference series: Materials science and engineering* (Vol. 306, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.
- Sandoval Pérez, S., Gonzalez Lopez, J. M., Villa Barba, M. A., Jimenez Betancourt, R. O., Molinar Solís, J. E., Rosas Ornelas, J. L., ... & Rodriguez Haro, F. (2022). On the use of augmented reality to reinforce the learning of power electronics for beginners. *Electronics*, 11(3), 302.

- Saucier, D. M., McCreary, D. R., & Saxberg, J. K. (2002). Does gender role socialization mediate sex differences in mental rotations?. *Personality and Individual Differences*, 32(6), 1101-1111.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational technology*, 35(5), 31-38.
- Scherer, M., & Cator, K. (2011). Transforming education with technology. *Educational Leadership*, 68(5), 17-21.
- Schipper, J. M., & Yocum, R. G. (2016). Interactive whiteboard technologies in high school: A comparison of their impact on the levels of measure that determine a return on investment. *Journal of Educational Technology Systems*, 44(4), 377-403.
- Schutera, S., Schnierle, M., Wu, M., Pertzel, T., Seybold, J., Bauer, P., ... & Krause, M. J. (2021). On the potential of augmented reality for mathematics teaching with the application cleARmaths. *Education Sciences*, 11(8), 368.
- Segal, A. (2011). *Do gestural interfaces promote thinking? Embodied interaction: Congruent gestures and direct touch promote performance in math* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Columbia University.
- Seo, E., Shen, Y., & Alfaro, E. C. (2019). Adolescents' beliefs about math ability and their relations to STEM career attainment: Joint consideration of race/ethnicity and gender. *Journal of Youth and Adolescence*, 48, 306-325.
- Shea, D. L., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2001). Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 604.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701-703.
- Shepard, R. N., & Feng, C. (1972). A chronometric study of mental paper folding. *Cognitive psychology*, 3(2), 228-243.
- Shepard, R. N. (1978). Externalization of mental images and the act of creation. In *Visual learning, thinking, and communication* (133-190). New York, NY: Academic Press.
- Sheridan, T. B. (1992). Musings on telepresence and virtual presence. *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, 1(1), 120-125.
- Shivavarshni, K., Vadivu, D.S. (2021). Analysis of Marker Based and Markerless Augmented Reality in Different Applications. *International Journal of Multi-Disciplinary Research*, 5(2).
- Sırakaya, M., & Kılıç Çakmak, E. (2018). Effects of augmented reality on student achievement and self-efficacy in vocational education and training. *International journal for research in vocational education and training*, 5(1), 1-18.
- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5), 30.
- Silva, A. J. C., Reyes Calderon, A. M., Giraldo Retuerto, M., & Andrade-Arenas, L. (2022). Application of augmented reality in teaching and learning in engineering programs. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 16(15), 112-124. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i15.31695>
- Sirkemaa, S., & Varpelaide, H. (2018). The need for digital learning environments. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 17(6), 167-181.
- Slavin, R. E., & Lake, C. (2008). Effective programs in elementary mathematics: A best-evidence synthesis. *Review of educational research*, 78(3), 427-515.

- Spitzer, M. (2014). Information technology in education: Risks and side effects. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(3-4), 81-85.
- Steuer, J., Biocca, F., & Levy, M. R. (1995). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Communication in the age of virtual reality*, 33, 37-39.
- Stieff, M., & Uttal, D. (2015). How much can spatial training improve STEM achievement?. *Educational Psychology Review*, 27, 607-615.
- Stieff, M., Dixon, B. L., Ryu, M., Kumi, B. C., & Hegarty, M. (2014). Strategy training eliminates sex differences in spatial problem solving in a stem domain. *Journal of Educational Psychology*, 106(2), 390. <https://doi.org/10.1037/a0034823>
- Stoitsov, G., & Stoitsova, G. (2019). Increasing the motivation of primary school pupils through the use of ICT in the educational process. *International Journal of Research–GRANTHAALAYAH*, 7(2), 207-213. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v7.i2.2019.1025>
- Strain-Moritz, T. E. (2016). Perceptions of technology use and its effects on student writing *Culminating Projects in Teacher Development*, 8.
- Sunardi, S., Ramadhan, A., Abdurachman, E., Trisetyarso, A., & Zarlis, M. (2022). Acceptance of augmented reality in video conference based learning during COVID-19 pandemic in higher education. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 11(6), 3598-3608. <https://doi.org/10.11591/eei.v11i6.4035>
- Sundqvist, A., Heimann, M., & Koch, F. S. (2020). Relationship between family technofence and behavior problems in children aged 4–5 years. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(6), 371-376.
- Super, D. E. and Bachrach, P. B. (1957). Teachers College Bureau of Publications. In *Scientific careers and vocational development theory*, New York, NY: Columbia University.
- Suryanti, S., Arifani, Y., & Sutaji, D. (2020, August). Augmented Reality for Integer Learning: Investigating its potential on students' critical thinking. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1613, No. 1, p. 012041). IOP Publishing.
- Sütçü, N. D., Toprak, Y., & Uçak, B. B. (2022). Paydaş kurumların diyarbakır stem koordinasyon merkezine ilişkin görüşleri. *EKEV Akademi Dergisi*. <https://doi.org/10.17753/sosekev.1148462>
- Şad, S. N., & Göktaş, Ö. (2014). Preservice teachers' perceptions about using mobile phones and laptops in education as mobile learning tools. *British journal of educational technology*, 45(4), 606-618.
- Tabuenca, B., Kalz, M., Ternier, S., & Specht, M. (2014). Stop and think: Exploring mobile notifications to foster reflective practice on meta-learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(1), 124-135.
- Thurstone, L. L. (1944). *A factorial study of perception*. The University of Chicago Press.
- Thurstone, L. L. (1950). Some primary abilities in visual thinking. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 94(6), 517-521.
- Tohir, M. (2020). *Merdeka belajar: Kampus merdeka*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/sv8wq>
- Tosto, M. G., Hanscombe, K. B., Haworth, C. M. A., Davis, O. S. P., Petrill, S. A., Dale, P. S., Malykh, S., Plomin, R., & Kovas, Y. (2014). Why do spatial abilities predict mathematical performance? *Developmental Science*, 17(3), 462-470. <https://doi.org/10.1111/desc.12138>
- Turkle, S. (2011). *Alone Together: Why we Expect more from Technology and less from Each Other*. New York: Basic Books.

- Tüzün, H. (2006). The effects of web-based mathematics instruction on seventh grade students' mathematics achievement and attitude towards mathematics. *Educational Technology & Society*, 9(3), 149-158.
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate?. *International journal of human-computer studies*, 57(4), 247-262.
- Ullah, S. (2011). Multi-modal Assistance for Collaborative 3D Interaction: Study and analysis of performance in collaborative work. *Human-Computer Interaction*.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychological bulletin*, 139(2), 352. 139(2), 352-402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Uttal, D. H., Miller, D. I., & Newcombe, N. S. (2013). Exploring and enhancing spatial thinking: Links to achievement in science, technology, engineering, and mathematics?. *Current Directions in Psychological Science*, 22(5), 367-373. <https://doi.org/10.1177/0963721413484756>
- Van Dijk, J., & Hacker, K. (2003). The digital divide as a complex and dynamic phenomenon. *The information society*, 19(4), 315-326.
- Velázquez, F. C., & Méndez, G. M. (2021). Application in augmented reality for learning mathematical functions: A study for the development of spatial intelligence in secondary education students. *Mathematics*, 9(4), 369.
- Velez, M. C., Silver, D., & Tremaine, M. (2005, October). Understanding visualization through spatial ability differences. In *VIS 05. IEEE Visualization, 2005*. (pp. 511-518). IEEE.
- Vercellotti, M. L. (2018). Do interactive learning spaces increase student achievement? A comparison of classroom context. *Active Learning in Higher Education*, 19(3), 197-210.
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., & Bailey, D. H. (2017). Links between spatial and mathematical skills across the preschool years. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 82(1), 1-149.
- Verdine, B. N., Irwin, C. M., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2014). Contributions of executive function and spatial skills to preschool mathematics achievement. *Journal of experimental child psychology*, 126, 37-51.
- Viorica-Torii, C., & Carmen, A. (2013). The impact of educational technology on the learning styles of students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 83, 851-855.
- Volioti, C., Keramopoulos, E., Sapounidis, T., Melisidis, K., Zafeiropoulou, M., Sotiriou, C., & Spiridis, V. (2022). Using augmented reality in K-12 education: An indicative platform for teaching physics. *Information*, 13(7), 336.
- Volodko, I., Cernajeva, S. (2017) Application of information technologies for studies of mathematics in Riga technical university. *16th Conference on Applied Mathematics, APLIMAT 2017*. Bratislava; Slovakia.
- Vonberg, J. (2015). *The loneliness of the long distance learner*. The Guardian. <https://www.theguardian.com/higher-education-network/2015/dec/08/you-work-in-a-vacuum-the-loneliness-of-the-long-distance-learner>
- Vorstenbosch, M. A., Klaassen, T. P., Donders, A. R. T., Kooloos, J. G., Bolhuis, S. M., & Laan, R. F. (2013). Learning anatomy enhances spatial ability. *Anatomical sciences education*, 6(4), 257-262. <https://doi.org/10.1002/ase.1346>

- Vuforia Developer Library (2022), *Best Practices for Designing and Developing Image-Based Targets*. Vuforia. <https://library.vuforia.com/objects/best-practices-designing-and-developing-image-based-targets> (Erişim Tarihi: 06.09.2022).
- Waal, P. (2017). Learning Analytics: i sistemi dinamici di supporto alla decisione per il miglioramento continuo dei processi di insegnamento e apprendimento. *Formazione & insegnamento*, 15(2), 43-52.
- Wahyuni, Y. (2021). Integration of digital technology in mathematics learning. *International Journal Of Humanities Education And Social Sciences (IJHESS)*, 1(3).
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of educational Psychology*, 101(4), 817. doi:10.1037/a0016127
- Wang, Y. H. (2017). Using augmented reality to support a software editing course for college students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(5), 532-546.
- Warni, S., Aziz, T. A., & Febriawan, D. (2018). The use of technology in English as a foreign language learning outside the classroom: An insight into learner autonomy. *LLT Journal: A Journal on Language and Language Teaching*, 21(2), 148-156.
- Warschauer, M. (2003). Dissecting the "digital divide": A case study in Egypt. *The information society*, 19(4), 297-304.
- Weiss, P. L., & Jessel, A. S. (1998). Virtual reality applications to work. *Work*, 11(3), 277-293.
- Wentworth, D. K., & Middleton, J. H. (2014). Technology use and academic performance. *Computers & Education*, 78, 306-311.
- Weymuth, T., & Reiher, M. (2020). Immersive interactive quantum mechanics for teaching and learning chemistry. *arXiv preprint arXiv:2011.03256*.
- Weymuth, T., & Reiher, M. (2021). Immersive interactive quantum mechanics for teaching and learning chemistry. *CHIMIA*, 75(1-2), 45. <https://doi.org/10.2533/chimia.2021.45>
- Whitlock, M., Harnner, E., Brubaker, J. R., Kane, S., & Szafir, D. A. (2018). Interacting with distant objects in augmented reality. In *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)* (pp. 41-48). IEEE.
- Willson, V. L., & Putnam, R. R. (1982). A meta-analysis of pretest sensitization effects in experimental design. *American Educational Research Journal*, 19(2), 249-258.
- Winter, J. W., Lappan, G., Fitzgerald, W., & Shroyer, J. (1989). *Middle grades mathematics project: Spatial visualization*. New York: Addison-Wesley.
- Witkin, H. A., & Asch, S. E. (1948). Studies in space orientation. IV. Further experiments on perception of the upright with displaced visual fields. *Journal of Experimental Psychology*, 38(6), 762.
- Wong, K. T., Russo, S., & McDowall, J. (2012). Understanding early childhood student teachers' acceptance and use of interactive whiteboard. *Campus-Wide Information Systems*, 30(1), 4-16. <https://doi.org/10.1108/10650741311288788>
- Wu, C. L. (2023). Using video modeling with augmented reality to teach students with developmental disabilities to solve mathematical word problems. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 35(3), 487-507.
- Wuest, H., Vial, F., & Stricker, D. (2005). Adaptive line tracking with multiple hypotheses for augmented reality. *Fourth IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR'05)*, 62-69. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2005.8>
- Yazdani, M. (1986). Intelligent tutoring systems: an overview. *Expert systems*, 3(3), 154-163.

- Yerizon, Y., Dwina, F., & Tajudin, N. Mohd. (2021). Improving students' spatial ability with geogebra software. *Universal Journal of Educational Research*, 9(1), 129-135. <https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090114>
- Yıldız, B. (2009). *Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine etkileri* [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Yıldız, B., & Tüzün, H. (2011). Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41).
- Yu, J., & Denham, A. R. (2024). Utilizing augmented reality for embodied mental rotation training: A learning analytics study. *British Journal of Educational Technology*.
- Yüksel, A. O., Çetin, E., & Berikan, B. (2019). 3d tasarım öğrenme deneyiminin süreç değerlendirmesi ve eğitsel çıktıların keşfedilmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram Ve Uygulama*, 9(1), 21-49. <https://doi.org/10.17943/etku.419386>
- Yünkül, E. (2019). Çoklu ortam öğrenme materyalinin akademik başarıya ve kalıcılık düzeyine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(2), 727-736.
- Zanchi, C., Presser, A. L., & Vahey, P. (2013, June). Next generation preschool math demo: tablet games for preschool classrooms. In *Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children* (pp. 527-530). <https://doi.org/10.1145/2485760.2485857>
- Zaranis, N., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2013). Using mobile devices for teaching realistic mathematics in kindergarten education. *Creative Education*, 4(07), 1. <https://doi.org/10.4236/ce.2013.47A1001>
- Zhang, X., Koponen, T., Räsänen, P., Aunola, K., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2014). Linguistic and spatial skills predict early arithmetic development via counting sequence knowledge. *Child development*, 85(3), 1091-1107.
- Zhang, X. (2016). Linking language, visual-spatial, and executive function skills to number competence in very young Chinese children. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 178-189.
- Zhang, X., & Lin, D. (2017). Does growth rate in spatial ability matter in predicting early arithmetic competence?. *Learning and Instruction*, 49, 232-241.
- Zhang, X., Räsänen, P., Koponen, T., Aunola, K., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2017). Knowing, applying, and reasoning about arithmetic: Roles of domain-general and numerical skills in multiple domains of arithmetic learning. *Developmental Psychology*, 53(12), 2304.
- Zhang, W., & Yao, Y. (2020). Research on Children's Mental Rotation Ability Training using Augmented Reality-based Virtual Model. In *2020 International Conference on Innovation Design and Digital Technology (ICIDDT)* (pp. 223-227). IEEE.
- Zhang, X., Räsänen, P., Koponen, T., Aunola, K., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2020). Early cognitive precursors of children's mathematics learning disability and persistent low achievement: A 5-year longitudinal study. *Child development*, 91(1), 7-27.
- Zheng, T. (1998). Impacts of using calculators in learning mathematics. In *The 3rd Asian Technology Conference on Mathematics (ATCM'98)*.

8. EKLER

EK 1 Öğrenci Mobil Uygulama Görüşme Formu

Öğrenci Mobil Uygulama Görüşme Soruları

1. Daha önce artırılmış gerçeklik kullanmış mıydınız?
2. Okulda yaptığımız uygulamadan sonra bu uygulamayı evde kendiniz kullandınız mı?
3. Evde kullanmak ister miydiniz?
4. Artırılmış gerçeklik deneyimini nasıl buldunuz?
 - a. Size neler hissettirdi?
 - b. Sınıf içinde kullanmak nasıl bir deneyimdi?
5. Sizce mobil uygulamayı kullanmak yaptığımız testteki soruları çözmenize yardımcı oldu mu? Neden?
6. Uygulama üzerinden gördüğünüz içerikler hakkında ne düşünüyorsunuz?
7. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin ders içinde kullanımı, öğrenme sürecinizi nasıl etkiledi?
8. Uygulamanın sınıf içinde kullanımıyla ilgili zorluklar yaşadınız mı? Varsa nelerdi?
9. Artırılmış gerçeklikle desteklenmiş ders içeriğinin, konuları daha iyi anlamanıza yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz?
10. Artırılmış gerçeklik teknolojisini daha sık sınıf içinde görmek ister misiniz? Neden?
11. Uygulamada eksik bulduğunuz veya eklemek istediğiniz özellikler var mı?
12. Bu deneyimin öğrenme sürecinizdeki rolü hakkında neler düşünüyorsunuz?
13. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin matematikte kullanılmasını istiyor musunuz?
 - a. Matematikte hangi konularda kullanılmasını isterdiniz?
14. Artırılmış gerçeklik teknolojisini başka derslerde kullanılabilir olduğunu düşünüyor musunuz?
 - a. Hangi derslerde kullanılabilir? Neden?

EK 2 Sınıf Gözlem Formu

Ders Gözlem Formu

Gözlemci Adı: _____

Gözlem Tarihi: _____

Dersin Konusu: _____

Dersin Süresi: _____

Öğretmenin Adı: _____

Gözlemlenen Öğrenci Sayısı: _____

Dersin Genel Yapısı

Kriter	Evet	Hayır	Açıklama
Ders zamanında başladı.	☐	☐	
Dersin amacı ve hedefleri açıklandı.	☐	☐	
Kullanılan mobil uygulama işlevsel ve erişilebilirdi.	☐	☐	
Öğrenciler ders materyallerine kolayca erişebildi.	☐	☐	

Öğrenci Katılımı ve Etkileşim

Kriter	Evet	Hayır	Kısmen	Açıklama
Öğrenciler uygulamayı aktif olarak kullandı.	☐	☐	☐	
Öğrenciler ders sırasında sorular sordu.	☐	☐	☐	
Öğrenciler grup çalışmalarına katıldı.	☐	☐	☐	
Öğrenciler uygulama üzerinden tartışmalara katıldı.	☐	☐	☐	

Öğretim Yöntemleri ve Materyaller

Kriter	Evet	Hayır	Kısmen	Açıklama
Öğretmen uygulamayı etkili bir şekilde kullandı.	☐	☐	☐	
Öğretmen uygulamayı ders materyalleriyle entegre etti.	☐	☐	☐	
Öğretmen öğrencilere bireysel destek sağladı.	☐	☐	☐	
Ders sırasında çeşitli öğretim yöntemleri kullanıldı.	☐	☐	☐	

Öğrenme Çıktıları

Kriter	Evet	Hayır	Kısmen	Açıklama
Öğrenciler dersin amaçlarına ulaştı.	☐	☐	☐	
Öğrenciler uygulama üzerinde başarılı bir şekilde görevleri tamamladı.	☐	☐	☐	
Öğrenciler yeni bilgileri uygulamaya koydu.	☐	☐	☐	
Öğrenciler konuyu anladıklarını ifade ettiler.	☐	☐	☐	

Genel Gözlemler ve Notlar

Kriter	Açıklama
Öğrenci geri bildirimleri	
Teknolojik sorunlar ve çözümleri	
Öneriler ve iyileştirmeler	

EK 3 Pilot Uygulama Yönergesi

Sevgili öğrenciler,

Lütfen aşağıdaki adımları takip ederek uygulamayı kullanın ve ardından değerlendirme sorularını yanıtlayın.

Yönergeler

1. Normal Modu 3. Zorluk seviyesinde açın ve karşınıza çıkan ilk şeklin tüm sorularını çözünüz. Karşınıza çıkan ilk şeklin sorularını çözdüğünüzde yeni bir şekil gelecektir. Yeni şekil geldiğinde Ana Menü'ye dönebilirsiniz.
2. Süreli Modu 2. Zorluk seviyesini seçerek açınız ve karşınıza çıkan ilk şeklin tüm sorularını çözünüz. Karşınıza çıkan ilk şeklin sorularını çözdüğünüzde yeni bir şekil gelecektir. Yeni şekil geldiğinde Ana Menü'ye dönebilirsiniz.
3. Mücadele Modunda kaç tane şekil olsun sorusuna 3 şekil seçerek tamamlayınız. Tamamladıktan sonra karşınıza çıkan sonuçları inceleyiniz.
4. Serbest modda 2. Zorluk seviyesinde kendi seçeceğiniz 2 farklı yönü seçerek 2 tane şeklin sorularını çözünüz.
5. Ana Menü üzerinde renkleri değiştir seçeneğine giderek istediğiniz renkleri seçin ve sonra herhangi bir modu açara renklerin nasıl görüldüğünü inceleyiniz.
6. Herhangi bir modu başlatarak rozetleri inceleyiniz
7. Normal modda karşınıza çıkan şekildeki soruyu 3 kez yanlış giriniz ve Artırılmış gerçeklik ortamında şekli inceleniz.

EK 4 Pilot Uygulama Değerlendirme Soruları

Değerlendirme Soruları:

1. Uygulamanın genel kullanım kolaylığı hakkında ne düşünüyorsunuz?

☐ Çok Kolaydı ☐ Kolaydı ☐ Ne Kolay Ne Zordu ☐ Zordu (Nedenini aşağıdaki kutuya yazın)

2. Uygulamanın kullanıcı arayüzü hakkında ne düşünüyorsunuz?

☐ Çok Güzeldi ☐ Güzeldi ☐ Ne Güzel Ne Kötü ☐ Kötüydü (Nedenini aşağıdaki kutuya yazın)

3. Normal modda karşılaştığınız sorunlar var mıydı?

☐ Hayır Yoktu ☐ Evet Vardı (Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

4. Süreli modda karşılaştığınız sorunlar var mıydı? Varsa Nelerdir?

☐ Hayır Yoktu ☐ Evet Vardı (Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

5. Mücadele modunda karşılaştığınız sorunlar var mıydı?

☐ Hayır Yoktu ☐ Evet Vardı (Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

6. Serbest modda karşılaştığınız sorunlar var mıydı?

☐ Hayır Yoktu

☐ Evet Vardı (Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

7. Artırılmış gerçeklik açılırken sorun yaşadınız mı?

☐ Hayır Yoktu

☐ Evet Vardı (Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

8. Artırılmış gerçeklik özelliği hakkında ne düşünüyorsunuz?

☐ Çok Beğendim

☐ Beğendim

☐ Beğenmedim (Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

9. En zorlandığınız mod hangisiydi? Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız?

☐ Normal Mod

☐ Süreli Mod

☐ Mücadele Modu

☐

Serbest Mod

10. En çok hangi modu beğendiniz? Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız?

☐ Normal Mod

☐ Süreli Mod

☐ Mücadele Modu

☐ Serbest

Mod

11. Uygulamadaki rozetler hakkında düşünceleriniz nelerdir?

☐ Çok Beğendim ☐ Beğendim ☐ Beğenmedim (Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

12. Herhangi bir mod türüyle ilgili önerileriniz veya iyileştirmeleriniz var mı?

☐ Hayır Herşey Çok Güzeldi ☐ Evet Önerilerim Var (Önerilerinizi aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

13. Bu uygulamayı daha iyi hale getirmek için önerileriniz nelerdir?

☐ Hayır Her şey Çok Güzeldi ☐ Evet Önerilerim Var (Önerilerinizi aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

14. Böyle uygulamaları diğer derslerinizde kullanmak ister miydiniz?

☐ Evet İsterdim ☐ Hayır İstemezdim (Nedenini aşağıdaki kutuya kısaca yazınız)

EK 5 Dijital Okuryazarlık Ölçeği Kullanım İzni



Re: Dijital Okuryazarlık Ölçeği Kullanım İzni

9 Kasım 2023 12:03

Kimden:

Kime:

merhaba,

İlgili ölçeği bilimsel çalışmalarında kullanabilirsiniz.

İyi çalışmalar dilerim.

9 Kas 2023 11:41 tarihinde

yazdı:

Merhabalar

İzniniz olursa Türkçe uyarlamasını yapmış olduğunuz "DİJİTAL OKURYAZARLIK ÖLÇEĞİ"ni bir araştırmamda kullanmak istiyorum. Cevabınız için şimdiden teşekkür eder. İyi çalışmalar dilerim.

EK 6 Testlerin Kullanım İzinleri

**Ynt: Test Kullanım İzni**14 Eylül 2022 14:45

Kimden: [Redacted]

Kime: [Redacted]

Merhaba [Redacted]

Ölçeklere aşağıdaki bağlantıdan erişebilirsiniz.

Çalışmada başarılar dilerim.

[https://drive.google.com/drive/\[Redacted\]](https://drive.google.com/drive/[Redacted])

[Redacted]

[Redacted]

Gönderen: Y [Redacted]

Gönderildi: 14 Eylül 2022 Çarşamba 14:44:35

Kime: [Redacted]

Konu: Test Kullanım İzni